

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS  
MESTRADO EM GESTÃO E POLÍTICAS AMBIENTAIS**

**RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DE ABELHAS EM DIFERENTES ESTÁGIOS DE  
DEGRADAÇÃO DA CAATINGA COMO INDICADORES AMBIENTAIS NO  
ENTORNO DA USINA HIDRELÉTRICA DE XINGÓ**

**DEBORA COELHO MOURA**

**RECIFE – PE  
2003**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS  
MESTRADO EM GESTÃO E POLÍTICAS AMBIENTAIS**

**RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DE ABELHAS EM DIFERENTES ESTÁGIOS DE  
DEGRADAÇÃO DA CAATINGA COMO INDICADORES AMBIENTAIS NO  
ENTORNO DA USINA HIDRELÉTRICA DE XINGÓ**

**DEBORA COELHO MOURA**

**Dissertação apresentada ao curso de  
mestrado em Gestão e Políticas Ambientais  
da Universidade Federal de Pernambuco  
como requisito para obtenção do título de  
Mestre.**

**Orientadores:**

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Eugênia Cristina Pereira**

**Prof. Dr. Clemens Schindwein**

**RECIFE – PE  
2003**

## **FICHA DE APROVAÇÃO**

Dissertação defendida e aprovada pela banca examinadora

### **Orientadores:**

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Eugênia Cristina Pereira

---

(Universidade Federal de Pernambuco)

Prof. Dr. Clemens Schlindwein

---

(Universidade Federal de Pernambuco)

### **Examinadores:**

#### **1º Examinador**

---

Profº Fernando César Silveira Zanella/Deptº Zoologia - UFPB

#### **2º Examinador**

---

Prof<sup>a</sup> Luciana Iannuzzi/ Deptº Zoologia - UFPE

#### **3º Examinador**

---

Profº Jan Bitoun/ Deptº Geografia - UFPE

**Data da aprovação: 15/12/2003.**

## DEDICATÓRIA

*As duas pessoas que mais amo e  
são minhas verdadeiras amigas:*

*Minha mãe, Cícera Coelho Moura.*

*Minha irmã, Suzana Coelho  
Moura.*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, pelos mais singelos dons que a mim foi concebido: a vida, a inteligência e força de vontade para lutar.

Aos Professores Dr<sup>a</sup> Eugenia Cristina Pereira e Clemens Schlindwein, pela atenção, paciência, dedicação, tolerância e orientação em todas as etapas do curso e elaboração da pesquisa.

A Fundação de Amparo a Pesquisa de Alagoas, por ter concedido a bolsa de mestrado para realização do curso.

Ao Instituto Xingó, na pessoa da Prof<sup>a</sup> Isabel Marinho, pelo apoio logístico para realização dos trabalhos de campo.

A Luciano Rodrigues, técnico em apicultura, pelo apoio e grande ajuda nas coletas de abelhas e plantas. Você foi indispensável, meu muito obrigado.

A Euclides Apolinário Pina pelo carinho, compreensão, atenção e apoio neste final de mestrado.

Aos meus tios Maria José Coelho e Richardson Rocha que muito me ajudaram nas horas que mais precisei, a vocês um muito obrigado.

A Neison Freire, pelo grande apoio, carinho, amizade, contribuição e dedicação dispensada na realização deste trabalho. A você Neison muito obrigado.

Aos funcionários do Mestrado em Gestão e Políticas Ambientais, em especial a Solange Lima.

Ao Prof. Dr. José Santino de Assis, pelo incentivo na vida profissional e grande amizade.

Ao Prof. Dr Joaquim Correia pelo apoio durante o curso.

A Helder Santos pelo apoio inestimável.

A colega Roselita Atalgina da Silva, pelo apoio e amizade.

A Prof<sup>a</sup> Sigrid Neumann Leitão pela contribuição na parte estatística desse trabalho.

Aos colegas de curso Andréia Alves, Aldemir Castro, Veronilton, Ademir Damião e Débora Lúcia, pelo coleguismo durante os dois anos de curso.

Aos colegas do grupo de pesquisa em ecologia da polinização, Reislá Oliveira, Airton Carvalho, Paulo Millet, Eduardo da Silva, José Araújo e Martin Oliveira.

A André Laurênio que identificou grande parte das plantas melitófilas.

A André Maurício dos Santos, pela grande contribuição na realização deste trabalho.

## RESUMO

A caatinga está inserida no domínio xeromorfo intertropical, e é classificada como uma formação complexa. Sua vegetação apresenta características anatômicas e/ou fisiológicas relacionadas às adaptações climáticas da área na qual está inserida e é caracterizada pela semi-aridez, com baixos índices de pluviosidade. O uso da vegetação é bastante variado, dependendo da região onde ocorre, sendo a retirada de madeira a principal causa da diminuição da cobertura vegetal, que dá espaço a pecuária extensiva, agricultura de subsistência com a produção de lenha e carvão. O desmatamento causa alteração no ambiente, interferindo na composição da comunidade de abelhas e suas relações com as plantas. Como as abelhas são os principais polinizadores da maioria das angiospermas, participando da manutenção da diversidade florística do ambiente, neste trabalho foram estudadas a riqueza e abundância deste grupo taxonômico em quatro áreas de caatinga, em distintos níveis de degradação, no entorno da Usina Hidroelétrica de Xingó, com intuito de utilizá-las como bioindicadores de áreas degradadas e/ou preservadas. Inicialmente foi confeccionado o mapa base a partir da imagem de satélites LANDSAT 7 ETM+ 7 e cartas planialtimétricas, na escala de 1: 100 000. Para interpretação de imagem e classificação da vegetação foram usados os softwares Spring versão 6.03 e Autocad 2000. Como elementos classificadores da interpretação de imagem, foram identificadas cinco classes: caatinga arbórea densa, caatinga arbórea aberta, caatinga arbustiva, pasto, solo exposto e corpos d'água, segundo a tonalidade, textura e forma. As coletas de abelhas foram feitas seis amostragens de nas quatro áreas selecionadas, de maio a setembro e dezembro de 2002, totalizando 24 coletas com 192 horas de coletas. Abelhas foram coletadas com o auxílio de redes entomológicas, por duas pessoas, em plantas com flores, entre 7:00 e 15:00h. Foram amostradas as plantas melitófilas para verificar a composição vegetacional das diferentes áreas. Índices ecológicos de diversidade e equitabilidade, de Shannon-Wiener foram calculados para as abelhas. Em seguida, a partir do índice de similaridade de Jaccard e Morizita para abelhas e plantas, tais dados foram comparados. Foi constatados que para as áreas dos polígonos classificados, a caatinga arbórea densa abrange 8,1 km<sup>2</sup>, caatinga arbórea aberta 21,58 km<sup>2</sup> e caatinga arbustiva 28,54 km<sup>2</sup>. As somas das áreas dos estratos arbóreos e arbustivos não ultrapassaram a área de pastagem e solo exposto, que foi de 59,99 km<sup>2</sup> (51%). Em relação a apifauna, foram coletados 2871 indivíduos de abelhas de 75 espécies em 5 famílias que visitaram flores de 85 espécies de plantas melitófilas, distribuídas em 36 famílias. *Apis mellifera* e *Trigona spinipes* somaram aproximadamente 2/3 de todos os indivíduos amostrados. As áreas de caatinga arbórea densa e aberta

apresentaram maior diversidade e equitabilidade de espécies de abelhas. As áreas de caatinga arbóreas aberta e arbustivas foram mais similares. As caatingas arbóreas densa e aberta proporcionaram mais recursos florais para as abelhas, sendo mais semelhantes e mais próximas floristicamente. Estas áreas mais preservadas agregaram um número maior de espécies de abelhas. As espécies altamente eusociais (Meliponinae) foram abundantes nestas áreas, tendo sido considerada indicadora de ambientes preservados, enquanto espécies de Andrenidae, exclusivamente abelhas solitárias, indicaram ambientes degradados de área aberta. Isto conclui que, o uso extensivo da pecuária e o manejo inadequado da vegetação caatinga têm proporcionado uma redução ou fragmentação das áreas com vegetação ainda preservadas, levando a uma redução da riqueza de espécies e uma mudança na sua composição. A técnica desenvolvida possibilita sua reprodução em outras áreas de caatinga, visto que um levantamento de abelhas, no seu número de espécies e de indivíduos torna-se ferramenta, podendo indicar o nível de degradação da caatinga.

**Palavras Chave:** Caatinga, interação abelha-planta, estágios de degradação, bioindicadores

## SUMÁRIO

### RESUMO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	13
1. 1 Caracterização da caatinga	13
1. 2. A apifauna da caatinga	14
1. 2. 1. Biologia de abelhas	14
1. 2. 2. Levantamento de abelhas e plantas melitófilas	16
1.3. Impactos ambientais sobre a caatinga	16
1. 3. 1. Histórico da degradação da caatinga	16
1. 3. 2. Usos da vegetação caatinga	17
1. 3. 2. 1. Agricultura	17
1. 3. 2. 2. Pastagem	17
1. 3. 2. 3. Utilização da madeira	18
1. 4. Abelhas e suas comunidades como indicadores ambientais	18
<b>2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDO</b>	20
<b>3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	23
<b>4. Manuscritos que serão enviados as revistas especializadas</b>	29
4.1 Manuscrito 1	29
ABSTRACT	30
RESUMO	30
INTRODUÇÃO	31
MATERIAL E MÉTODO	32
Área de estudo	32
Procedimento para elaboração do mapa base e interpretação de imagem	32
RESULTADOS	34
Mapa base da área de estudo	34
Interpretação da área de estudo	34
Classificação das áreas em diferentes estágios de degradação	37
Representação quantitativa das quatro áreas classificadas	46
DISCUSSÃO	46
CONCLUSÃO	47
AGRADECIMENTOS	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
4.2 Manuscrito 2	50
ABSTRAT	51
RESUMO	52
INTRODUÇÃO	53
MATERIAL E MÉTODO	54

Caracterização da área de estudo	54
Coleta de abelhas e plantas	57
Análise estatística e índices ecológicos	58
Equitabilidade	59
Análise de similaridade	59
RESULTADOS	60
Riqueza e abundância de abelhas	61
Abundância de indivíduos de abelhas coletados nas quatro áreas	64
Distribuição de espécies abundantes por tribos	64
Distribuição de espécies raras, intermediárias e comuns	68
Índices ecológicos	69
Índice de diversidade e equitabilidade de abelhas	69
Similaridade entre área – comunidade apifauna	70
Esforço de coleta	73
Diversidade de plantas melitófilas nas quatro áreas	74
Formas de vida das plantas melitófilas	77
Similaridade da vegetação nas quatro áreas estudadas	77
Relação abelhas e plantas	78
Abelhas coletoras de óleos florais e suas relações com as plantas	82
DISCUSSÃO	83
CONCLUSÃO	89
AGRADECIMENTOS	89
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
<b>5. CONCLUSÃO GERAL</b>	92
<b>6. ANEXOS</b>	93
Manuscripts Journal of Biogeography	95
Instructions to authors – Basic and Applied Ecology	98

## LISTAS DE FIGURAS

### CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

- Figura 1: Domínio da vegetação caatinga no nordeste brasileiro com indicação do local de estudo 21

### MANUSCRITO 1

- Figura 1: Mapa Base da área de estudo da vegetação caatinga no entorno da UHE Xingó no NE do Brasil 36
- Figura 2: Delimitação dos diferentes estágios de degradação da vegetação caatinga pela imagem de satélite LandSat Etm+ 7 no NE do Brasil 40
- Figura 3: Estágios de Degradação da Vegetação Caatinga na Área de Abrangência da Usina Hidroelétrica de Xingó no NE do Brasil 41
- Figura 4: Classificação supervisionada da imagem de satélite LANDSAT ETM+ 7 para os polígonos 1, 2, 3 e 4 em diferentes estágios de degradação, no entorno das áreas estudadas no entorno da UHE Xingó no NE do Brasil 42

### MANUSCRITO 2

- Figura 1: Domínio do bioma caatinga no NE do Brasil com indicação da área de estudo 55
- Figura 2: Fisionomias das áreas estudadas 57
- Figura 3: Percentual de espécies de abelhas registradas por família nas quatro áreas de caatinga no NE do Brasil 60
- Figura 4: Percentual de indivíduos de abelhas por família registrados nas quatro áreas de caatinga no NE do Brasil 61
- Figura 5: Números de indivíduos coletados nas quatro áreas de caatinga no NE do Brasil 64
- Figura 6: Número de indivíduos por espécies abundantes das quatro áreas estudadas no NE do Brasil 64**
- Figura 7: Espécies registradas com pelo menos 5 indivíduos das famílias Colletidae, Andrenidae, Halictidae e Megachilidae nas áreas estudadas no NE do Brasil 66
- Figura 8: Espécies registradas com pelo menos 5 indivíduos da família Apidae e as tribos Xylocopinae, Ceratinini, Tapinotaspidini, Emphorini, Eucerini e Centridini nas quatro áreas estudadas no NE do Brasil 67
- Figura 9: Espécies registradas com pelo menos 5 indivíduos da família Apidae, tribo Meliponini e *Apis mellifera* nas quatro áreas de caatinga no NE do Brasil 68
- Figura 10: Distribuição de espécies raras, intermediárias e comuns nas quatro áreas estudadas no NE do Brasil 68
- Figura 11: Índice de diversidade de espécies e equitabilidade de abelhas registrados nas quatro áreas de caatinga no NE do Brasil 69
- Figura 12: Dendograma de similaridade/Morisita de abelhas registradas nas quatro áreas de caatinga no NE do Brasil 71
- Figura 13: Dendograma de similaridade/Jaccard de abelhas registradas nas quatro áreas de caatinga no NE do Brasil 72**

<b>Figura 14: Número de espécies acumuladas nas quatro áreas de caatinga no NE do Brasil</b>	73
Figura 15: Número de espécies de plantas melitófilas registrado em quatro áreas de caatinga no NE do Brasil	74
Figura 16: Distribuição de espécies melitófilas por famílias registradas em quatro áreas de caatinga no NE do Brasil	77
Figura 17: Formas de vidas das espécies melitófilas registradas em quatro áreas de caatinga no NE do Brasil	74
Figura 18 - Dendrograma de similaridade (Jaccard) entre as plantas melitófilas registradas em quatro áreas de caatinga no NE do Brasil	78
Figura 19: Número de espécies de abelhas que visitaram as plantas melitófilas registradas em quatro áreas de caatinga no NE do Brasil	79
Figura 20: Plantas melitófilas que atraíram mais espécies de abelhas registradas em quatro áreas de caatinga no NE do Brasil	80
Figura 21: Plantas melitófilas que atraíram abelhas eusociais registradas em quatro áreas de caatinga no NE do Brasil	81
Figura 22: Plantas melitófilas visitadas por <i>Apis mellifera</i> e <i>Trigona spinipes</i> registradas em quatro áreas de caatinga no NE do Brasil	81

## LISTAS DE TABELAS

### MANUSCRITO 1

Tabela 1: Médias mensais de precipitação (mm) da Estação Meteorológica de Xingó no NE do Brasil	34
Tabela 2: Representação dos cálculos por Geo-classes (km x km/km) segundo da classificação supervisionada no NE do Brasil	38
Tabela 3: Quantificação fitofisionômica das quatro áreas classificadas (km <sup>2</sup> ) na UHE Xingó no NE do Brasil	46

### MANUSCRITO 2

Tabela 1: Inventário da apifauna registrada nas quatro áreas de caatinga no NE do Brasil	62
Tabela 2: Número de espécies registradas nas quatro áreas de caatinga em relação às famílias de abelhas no NE do Brasil	60
Tabela 3: Distribuição das espécies de abelhas nas quatro áreas de caatinga no NE do Brasil	61
Tabela 4: Valores de similaridade/Morisita entre nas quatro áreas de caatinga para a comunidade de abelhas no NE do Brasil	70
Tabela 5: Valores de similaridade/Jaccard entre nas quatro áreas de caatinga para a comunidade de abelhas no NE do Brasil	72
Tabela 6: Plantas melitófilas e o número de espécies de abelhas que as visitaram registradas em quatro áreas de caatinga no NE do Brasil	75
Tabela 7: Valores de similaridade/Jaccard entre as plantas melitófilas registradas em quatro áreas de caatinga no NE do Brasil	78
Tabela 8: Abelhas coletoras de óleos florais e suas plantas registradas nas quatro áreas de caatinga no NE do Brasil	82

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 - Caracterização da caatinga

A caatinga está inserida no domínio xeromorfo intertropical e é classificada por Romariz (1996) como uma formação complexa. Caatinga é uma mata tropical seca, que apresenta características relacionadas à deficiência hídrica como plantas herbáceas anuais, suculência, acúleos e espinhos (Andrade-Lima, 1981). Para Ferri (1980), Fonseca (1991) e Rizzini (1997) caatinga é um termo genérico para designar um complexo de vegetação decidual e xerófila, constituída de vegetais lenhosos, com uma composição florística não uniforme e rica em Cactaceae e Bromeliaceae rígidas.

A vegetação da caatinga apresenta adaptações anatômicas e/ou fisiológicas relacionadas ao clima (Bautista, 1986). Esta vegetação caracteriza-se pela presença de árvores e arbustos deciduais, constituindo-se ainda do domínio das plantas suculentas espinhosas e das herbáceas temporárias que se desenvolvem no período chuvoso (Andrade-Lima, 1981).

A caatinga ocupa cerca de 910.000 km<sup>2</sup> do nordeste brasileiro, equivalente a 11% do território nacional (Rizzini, 1997). A vegetação da caatinga é caracterizada pela semi-aridez, com baixos índices de pluviosidade e distribuição irregular das precipitações pluviais. O clima, segundo a classificação de Koeppen é Bshw', quente e semi-árido, com altas temperaturas, além dos valores de evapotranspiração potencial serem maiores do que os totais de chuva efetivamente precipitados (RADAMBRASIL, 1983, Nimer, 1997).

A classificação da vegetação caatinga não é homogênea do ponto de vista fisionômico. A heterogeneidade da vegetação é decorrente de variações condicionantes tais como clima, solo, relevo e altitude, que proporcionam diferentes formações vegetacionais. A sobreposição de espécies nas diferentes fisionomias de caatinga é grande, comparada a preservação e fisionomias de outros biomas (Egler, 1951, Ferri, 1980, Andrade-Lima, 1981, Sampaio e Salcedo, 1993, Lemos, 1999).

Ferri (1980) definiu formas de caatinga em relação a classificação política e regiões geográficas como agreste, carrasco, sertão, seridó e cariri. Para a formação vegetal encontrada nestes locais, estas variam em fisionomias e composição florística.

Andrade-Lima (1981) divide a Caatinga em 6 tipos e 12 subtipos de vegetação, que representam um gradiente de estratos fitofisionômicos, riqueza e diversidade de espécie. Esta classificação é associada às variáveis climáticas e antrópicas (Andrade-Lima, 1981, Rodal, 1984, Rodal e Sampaio, 1992, Sampaio *et al.*, 1994 e Sampaio, 1995).

No que diz respeito à biodiversidade, a caatinga é uma das regiões menos conhecida da América do Sul (Silva e Tabarelli, 1999). Por isso, sua diversidade biológica tem sido subestimada (Silva e Dinnout, 1999).

Segundo Giulietti *et al.* (2002) a vegetação caatinga especialmente localizada nas depressões sertanejas, "terras baixas", possui variados tipos vegetacionais, com um grande número de espécies e remanescentes ainda preservados, que incluem um número de táxons raros e/ou endêmicos.

Na listagem de espécies de angiospermas endêmicas da caatinga, Prado (1991) relacionou 12 gêneros e 183 espécies, as quais possuem uma forte relação florística com as áreas periféricas do Chaco do Paraguai, Bolívia e noroeste da Argentina. O levantamento recente de plantas endêmicas da caatinga resultou numa listagem de 318 espécies endêmicas, pertencentes a 42 famílias (Giulietti *et al.*, 2002).

Visto a diversidade de formações fisionômicas encontradas neste bioma, Veloso *et al.* (2002) sugerem que seu estudo, bem como ações e planos de manejo sejam implementados segundo o conceito de ecorregiões. Os autores classificam oito formações da caatinga, segundo a similaridade biótica e abiótica dos ecossistemas. Entretanto, o uso e a potencialidade da vegetação são bastante variados, dependendo da região onde ocorre.

## **1.2 - A apifauna da caatinga**

### 1.2.1 - Biologia de abelhas

As abelhas constituem um grupo monofilético de Hymenoptera, que desenvolveram numerosas relações com as plantas (Silveira *et al.*, 2002). Na caatinga, como em quase todos os outros tipos de vegetação, as abelhas formam o grupo mais importante de polinizadores (Castro, 2002, Vidal 2002). Fêmeas e machos de abelhas alimentam-se de néctar, enquanto que as fêmeas coletam pólen, néctar e/ou óleos florais para alimentação das larvas (Michener, 1974; Roubik, 1989, Silveira *et al.*, 2002).

As abelhas podem ser divididas em dois grupos: as de língua curta e as de língua longa. Segundo Alexander e Michener (1995), as de língua curta devem ter evoluído, quando a maioria das angiospermas ainda apresentava flores com corola rasa e ampla, sem tubos florais compridos. Exemplos são as Colletidae, Andrenidae e Halictidae; as abelhas de língua longa, Megachilidae e Apidae, teriam se originado da coevolução com plantas de flores tubulares (Roig-Alsina & Michener, 1993).

Existem cerca de 17 000 espécies de abelhas descritas (Michener, 2000), de diferentes níveis de sociabilidade como solitárias, semi-sociais, subsociais, primitivamente

eussociais, e altamente eussociais. Estas últimas são encontradas na família Apidae, tribos Apini e Meliponini (Michener, 1969; 1974).

As abelhas solitárias são a maioria entre as espécies conhecidas. Cada fêmea constrói o ninho, aprovisiona as células de pólen e néctar, realiza a postura do ovo e fecha a célula, não existindo contato entre as gerações (Michener, 1969). Algumas espécies vivem em agregações, onde cada fêmea constrói o próprio ninho (Michener, 1969).

Abelhas sociais vivem em colônias, que incluem todos os indivíduos adultos, ocorrentes dentro de um ninho, mais os estágios imaturos. O tamanho de uma colônia pode ser de duas fêmeas, ou uma fêmea e a larva alimentada, chegando até 60 000 indivíduos no caso de *Apis mellifera* e mais de 180 000 em *Trigona spinipes* (Michener, 1969).

Existem variedades de ninhos de abelhas. Podem ser cavidades pré-existentes em troncos, como os de *Megachile*, ou construídos pela fêmea como em *Xylocopa*. Além disso, podem ser de argila ou resina colocadas num galho. Existem, ainda, exemplos de células construídas no chão e construções elaboradas como na tribo Meliponini ou Apini (Michener, 1969, 1974).

Na região de caatinga, a maioria das espécies de abelhas nidifica no solo, como as espécies de Andrenidae, muitas Apidae e Halictidae. A maioria das espécies sem-ferrão necessita de ocos de árvores. Estas devem sofrer na prática com o desmatamento para carvoarias e pastagens (Silveira *et al*, 2002).

Existem abelhas oligoléticas, que são especializadas em coletar pólen em flores do mesmo gênero ou família de planta. Estas, geralmente, possuem adaptações morfológicas, fisiológicas e comportamentais para explorar os recursos florais. São exclusivamente solitárias e pertencem, principalmente as famílias Andrenidae, algumas tribos de Apidae, Colletidae e Megachilidae. Já as abelhas poliléticas, visitam um amplo número de flores, e são freqüentes em Apidae, Halictidae e Xylocopinae (Schlindwein, 2000).

#### 1.2.2 – Levantamento de abelhas e plantas melitófilas

O estudo das abelhas na Caatinga teve início com Ducke (1907, 1908, 1910). Até os anos 90 do século XX, as coletas eram realizadas para classificação de espécies. Os levantamentos realizados sobre as abelhas e sua relação com a flora local foram feitos por Martins (1994), Aguiar *et al.* (1995), Aguiar e Martins (1997), Zanella (1999, 2000), Castro (2001), Aguiar *et al.* (2003) e Aguiar (2003).

Além desses, existe o levantamento especializado de Panurginae, Andrenidae por Schlindwein (2003). O gênero *Ceblurgus* é endêmico da caatinga (Zanella, 2000).

A riqueza em espécie para a maioria das plantas e animais diminui à medida que se

afasta do equador em direção aos pólos (Silveira *et al*, 2002). Por outro lado, a diversidade de abelhas de vários grupos, como Panurginae e Colletidae são maiores em áreas semidesérticas temperadas, do que em regiões equatoriais (Michener, 1979). Na América do Sul, a diversidade de espécies é mais rica no cerrado, nas regiões subtropicais e semidesérticas da Argentina e Chile (Michener, 1979, Silveira *et al*, 2002).

A riqueza de espécies de abelhas na Caatinga é menor do que a das outras formações vegetais no Brasil. Levantamentos realizados no cerrado foram feitos por (Pedro e Camargo, (1991); Martins, (1995); Albuquerque e Mendonça, (1996); Carvalho e Bego (1997). Na floresta de altitude foram realizados por Locatelli e Machado (2001); na floresta atlântica por Wilms *et al*. (1996), Wilms e Wiechers (1997). Levantamentos em restingas e dunas foram feitos por Silva e Martins (1999); Alves-dos-Santos (1999), e das vegetações xeromórficas do sul do Brasil por Schlindwein (1998).

### **1.3 - Impactos ambientais sobre a caatinga**

#### 1.3.1 – Histórico da degradação da caatinga

A caatinga há muito tempo vem suportando uma pressão antrópica, que tem na retirada de madeira a principal causa da diminuição da cobertura vegetal. A madeira é usada como lenha, materiais de construção e carvão para a população de baixa renda e do setor industrial. O uso da madeira é a segunda fonte de energia mais importante da região (Reis, 1988, Maciel *et al.*, 2001, Silva, *et al.*2001, Virgínio *et al.*, 2002).

A região semi-árida no passado era ocupada por índios que viviam da caça, pesca e coleta de produtos vegetais. Após a chegada dos portugueses às terras baixas de caatinga, estas foram utilizadas para a pecuária extensiva de eqüinos, bovinos, caprinos, ovinos e suínos (Andrade, 1988, Pinto, 1988).

Além desses impactos ambientais sobre a vegetação da caatinga, no passado o colono costumava incendiar anualmente a vegetação, no período em que se aproximava à estação chuvosa, visando o renascimento da pastagem. Isso tem proporcionado um impacto negativo as plantas frutíferas e provocado a fuga de animais silvestres (Andrade, 1988).

#### 1.3.2 – Usos da vegetação de caatinga

##### 1.3.2.1 – Agricultura

Na caatinga, os cultivos predominantes são feijão, milho, algodão, mandioca, mamona e agave. Estes consorciados aos roçados, cuja produção nem sempre é comercializada. Em pequenas manchas de solos mais úmidos, correspondentes a baixios, desenvolveram-se

as atividades agrícolas de subsistência e plantios de palma (Andrade, 1988, Sampaio, 2002).

Nos estados de Alagoas e Sergipe, a área agrícola ocupa 30% dos municípios sertanejos. Cerca de 1/3 desses municípios possui 60% de área plantada, com relação às propriedades agrícolas. As proporções de municípios com cobertura de mata acima de 20% foram de 15%. Por outro lado, não foram detectadas coberturas florestais acima de 40%, nestes municípios (MMARHAL, 1997; Sampaio, 2002).

#### 1.3.2.2 – Pastagem

As limitações impostas pelo clima às atividades de lavoura levaram à prática de uma pecuária bovina e caprina de forma extensiva. Inúmeras espécies de plantas herbáceas, arbustivas e arbóreas são forrageiras fazendo parte da dieta alimentar do gado (Sampaio, 2002).

A vegetação nativa fornece ao gado um alimento diversificado, o que superou as pastagens plantadas, principalmente para o uso da pecuária extensiva. Em Alagoas e Sergipe quase 40% dos municípios sertanejos têm mais pastagens plantadas, que nativas. São plantadas áreas com gramíneas introduzidas da África, dos gêneros *Cenchrus*, *Urochloa* e *Andropogon*, além de algumas leguminosas introduzidas, como *Prosopis juliflora* e *Leucaena leucocephala* (Sampaio, 2002).

#### 1.3.2.3 – Utilização da madeira

A produção de lenha é a fonte mais importante do extrativismo na caatinga. Cerca de R\$65 milhões por ano são extraídos da vegetação em forma de carvão (Sampaio, 2002, Santos e Tabarelli, 2002). A esta atividade acresce-se a produção de estaca, moirões, postes e madeiras, que provem da vegetação nativa.

A retirada da vegetação para a produção de lenha e carvão envolve o corte raso. Com este desmatamento muitos animais perdem seu habitat. A regeneração da vegetação torna a composição florística diferente da original. Nos primeiros estágios da sucessão vegetacional predominam *Caesalpinia pyramidalis*, *Jatropha mollissima*, *Aspidosperma pyrifolium*, *Sida galheirensis*, *Croton rhamnifolius*, entre outras. Algumas espécies têm regeneração mais lenta como *Tabebuia impetiginosa*, *Schinopsis brasiliensis*, *Myracrodruon urundeuva* e *Commiphora leptophloeos* (Bautista, 1988, Sampaio, 2002).

O uso do solo e da vegetação da caatinga na área do entorno do reservatório da Hidrelétrica de Xingó tem sido intenso, devido à implantação da Usina Hidrelétrica, construção do reservatório e infra-estrutura das cidades circunvizinhas. Observa-se que a

biota e entorno foram afetados diretamente pelo desmatamento antecipado, havendo um deslocamento e fuga da fauna associada, enquanto que as áreas de entorno modificaram-se em função do uso do solo para agricultura irrigada e de sequeiro, além das pastagens para a pecuária extensiva.

As abelhas solitárias e altamente eussociais ocorrem em toda a caatinga, e têm na predação uma das principais causas para a destruição do seu habitat. Podem ser citados como exemplo, a presença de meleiros que extraem o mel, com ou sem derrubada de árvores, de uma forma predatória, ou outros fatores que concorrem para a degradação ambiental: queimadas, carvoarias, expansão da pecuária e a lavoura de subsistência (Castro, 2001).

#### **1.4 - Abelhas e suas comunidade como indicadores ambientais**

Para possibilitar um monitoramento ambiental, que é a reavaliação contínua e funcional do sistema, no que diz respeito aos recursos disponíveis, diversidade de espécies e variabilidade biológica, faz-se necessário o estudo de grupos indicadores (Freitas *et al.*, 1999).

Um grupo indicador precisa ser altamente diversificado taxonomicamente possuir alta fidelidade ecológica para cada espécie, ser endêmica e/ou longamente distribuída em uma grande área. Os espécimes devem ser bem diferenciados geneticamente, abundantes na área, fáceis de encontrar e reconhecer. Além de que, estes devem possuir ciclos populacionais curtos e resposta às alterações ambientais. Além disso, os táxons precisam ser estritamente associados com outras espécies e bem estudados na sistemática, genética e comportamento (Freitas *et al.*, 1999).

McGeoch (1998) definiu três categorias para indicador biológico ou bioindicador: a) indicador de biodiversidade, que é um grupo funcional cuja diversidade reflète a medida da diversidade de outros taxa em um habitat; b) indicadores ambientais são espécies, ou grupos de espécies, que respondem previsivelmente à perturbação ambiental ou a mudanças nas condições do ambiente, de forma observável e quantificável; c) indicadores ecológicos animais, que possuem sensibilidade a fatores de estresse ambiental identificados, que demonstrem o efeito desses fatores na biota e as respostas sejam sentidas por um subconjunto de outros taxas no habitat.

Os insetos possuem mais de 750.000 espécies descritas e cerca de 59% têm sido usados como bioindicadores (Wilson *et al.*, 1984, Brown, 1997).

Não foram encontrados relatos de abelhas como indicadores ambientais. Vale salientar que estes insetos são os principais polinizadores da maioria das angiospermas,

participando efetivamente na manutenção da diversidade florística do ambiente. Desta maneira são espécies promissoras para serem usadas neste propósito.

Diferentes autores têm listado critérios de seleção e potencialidade efetiva dos insetos, como indicadores ambientais e vários estudos aplicam testes para avaliar a sustentabilidade ambiental com espécies de formigas, mariposas e borboletas (Holloway e Stork, 1991, Brown, 1996, Pearson e Cassola, 1992, Paerson, 1994). Estes estudos foram feitos nas regiões sul e sudeste do Brasil. Não havendo referências para a caatinga neste contexto (Kremen 1992, Brown 1991, 1996, New *et al.* 1995, New 1997).

Na caatinga, algumas espécies de abelhas são endêmicas e devem possuir fidelidade ao habitat. Devem ser abundantes no período chuvoso e possuir um ciclo curto de vida. Assim, poderão permitir a avaliação dos efeitos da ação humana com relação à diversidade da comunidade.

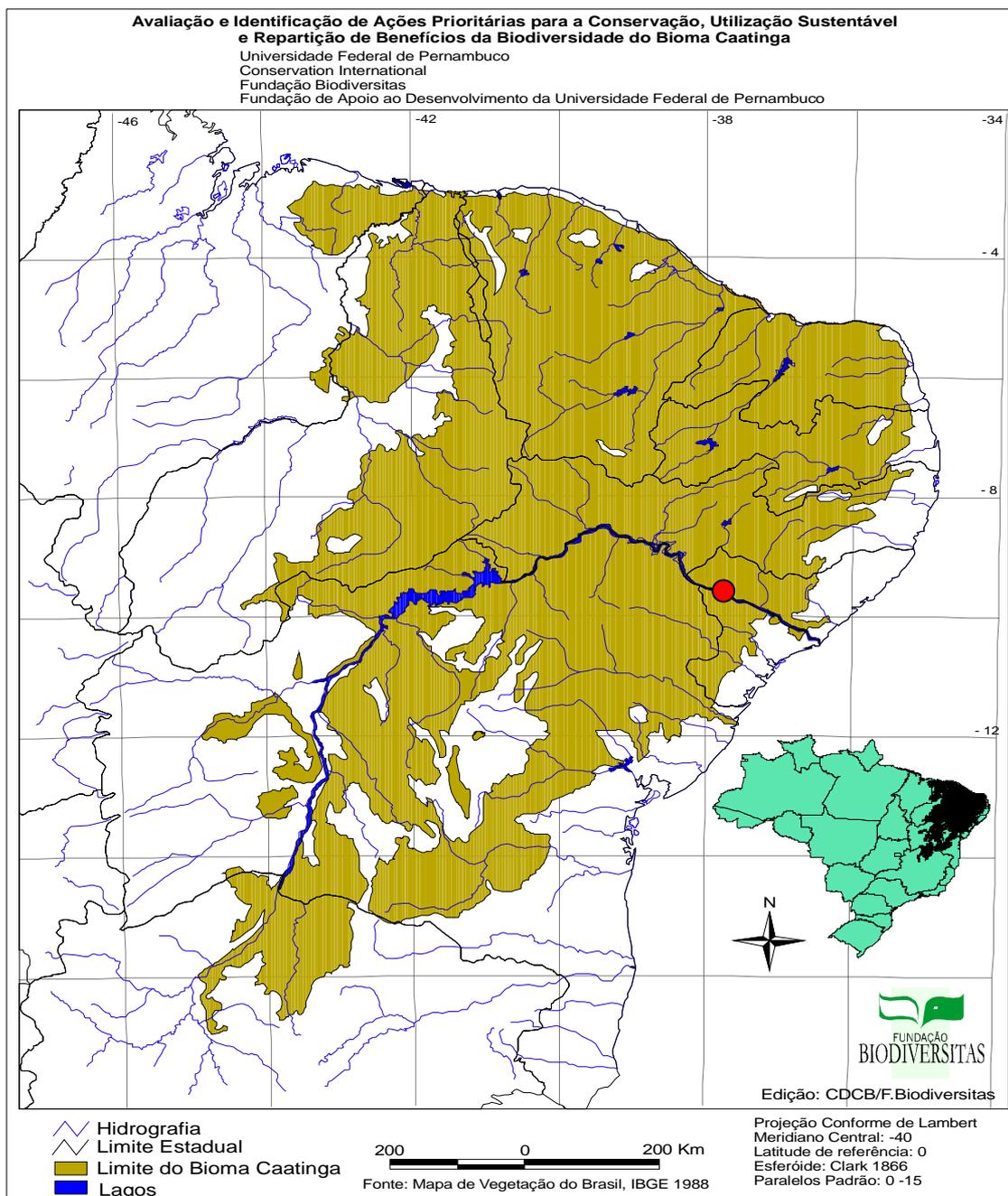
Em decorrência da vegetação de caatinga estar fortemente impactada por pressões antrópicas, este estudo teve como objetivo correlacionar a riqueza e a abundância de abelhas, em quatro áreas de diferentes estágios de degradação neste ecossistema, no entorno da Usina Hidrelétrica de Xingo, nos Estados de Alagoas e Sergipe.

## **2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

As áreas estão localizadas a montante da represa Usina Hidroelétrica de Xingó, no baixo curso do Rio São Francisco nos municípios Canindé do São Francisco, em Sergipe e Olho d'Água do Casado, em Alagoas (Figura 1). As áreas foram definidas pelo grau de desmatamento:

- a) Fazenda Cana Brava/SE, caatinga arbórea densa (S 09°34'15,9" e W 037°59'12,5" altitude de 280m);
- b) Fazenda Brejo/SE, caatinga arbórea aberta (S 09°43'18,1" e W 037°58'07,9" altitude 300m);
- c) Sítio Justino/SE, caatinga arbustiva (S 09°36'27,5" W 037°50'35,2" altitude 163m)
- d) Fazenda Capelinha/AL, pasto (S 09°31'24,5" W 037°49'07,8" altitude 248m)

A área apresenta clima semi-árido, marcado pela precipitação escassa e mal distribuída durante o ano e, os períodos secos, aproximando-se dos 10 meses (Assis, 2000). O período chuvoso vai de maio a junho, com maior precipitação em maio. As precipitações anuais ficam entre 500mm e 750mm (PLGBB, 1988).



Fonte: Freire (2003)

● Área de Estudo

Figura 1: Domínio da vegetação caatinga no nordeste brasileiro com indicação do local de estudo

A temperatura oscila pouco, com médias anuais de 25° C, ultrapassando 27°C nos meses mais quentes, e caindo para 20°C, nos meses mais frios (INPE, 2001).

A bacia hidrográfica da região é comandada pelo Rio São Francisco. Seus principais afluentes são na margem esquerda, o rio Capiá, que corre sentido N-S, e na margem direita, os rios Curitiba, Cururu, Jacaré, Marroquinho, do Cachorro e Capivara, todos com direção SW-NE. As cheias nos afluentes são do tipo torrencial, devido às chuvas concentradas e à pequena espessura de solos, incapazes de reter o volume de água. Dessa maneira, todas as águas pluviais fluem por escoamento superficial (PLGBB 1988).

As áreas estudadas encontram-se no Complexo Granitóide do embasamento cristalino, do Pré-Cambriano, e em áreas sedimentares de arenito, da Formação Tacaratu e datadas do Siluriano-Devoniano. A configuração geomorfológica apresenta-se sobre uma superfície aplanada, ou em formas de cristas, em que os afloramentos exibem feições ruiformes (Ab'saber, 1970, Bigarella, 1994, Assis, 1999, 2000).

A classificação pedológica feita sob observação, em nível de superfície para as áreas de estudo, resulta da associação de Neossolos Quartzarênicos, Afloramento Rochoso e Neossolos Litólicos, Luvisolos Crômico Órtico, Latossolo Amarelo e Planossol Háplico (EMBRAPA, 1999).

### 3- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. N. 1970. Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil. Instituto de Geografia e Geomorfologia, Universidade de São Paulo, Brasil.
- AGUIAR, C., MARTINS, C., MOURA, A. 1995. Recursos florais utilizados por abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em áreas de caatinga (São João do Cariri, Paraíba). Rev. Nordestina de Biologia. 10 (2). 101-102.
- AGUIAR, C. M. L., MARTINS, C. F. 1997. Abundância relativa, diversidade e fenologia de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) na caatinga, São João do Cariri, Paraíba, Brasil. Iheringia, Rev. Brasileira de Zoologia. 83: 125-131.
- AGUIAR, C. M. L. 2003. Utilização de recursos florais por abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em uma área de caatinga (Itatim, Bahia, Brasil). Rev. Brasileira de Zoologia. 20 (3): 457-467.
- AGUIAR, C. M. L., ZANELLA, F. C. V., MARTINS, C. F., CARVALHO, C. A. L. 2003. Plantas visitadas por *Centris* sp. (Hymenoptera: Apoidea) na caatinga para obtenção de recursos florais. Rev. Neotropical Entomology. 32 (2): 247-259.
- ALBUQUERQUE, P. M. C., MENDONÇA, J. A. C. 1996. Anthophoridae (Hymenoptera, Apoidea) e flora associada em uma formação de cerrado no município de Barreirinha, MA, Brasil. Acta Amazonica, Manaus. 26 (1/2): 45-54.
- ALEXANDER, B. A., MICHENER, C. D. 1995. Phylogenetic studies of the families of short-tongued bees (Hymenoptera: Apoidea). The University of Kansas Science Bulletin 55: 377.
- ALVES-DOS-SANTOS, I. 1999. Abelhas e plantas melíferas da mata atlântica, restingas e dunas do litoral norte do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Rev. Brasileira de Entomologia. 43: 191-223.
- ANDRADE-LIMA, D. 1972. Um pouco de ecologia para o Nordeste. Recife, Universidade Federal de Pernambuco. 76.
- ANDRADE, M. C. 1988. A problemática da utilização econômica da caatinga. Simpósio sobre caatinga e sua exploração racional, Feira de Santana, Bahia, Brasil. 27-36.
- ANDRADE-LIMA, D. 1981. The caatinga dominium. Rev. Brasileira de Botânica 4: 149-153.
- ASSIS, J.S. 1999. Centro regional de estudo sobre a caatinga (CECAAT): Zoneamento Ambiental e Plano de Unidades de Conservação da Caatinga no Estado de Alagoas (escala 1: 100 000). Convênio CHESF/CNPq/UFAL. 25-26.
- ASSIS, J.S. 2000. Biogeografia e conservação da biodiversidade. Projeções para Alagoas. Maceió: Ed. Catavento. 200.
- BAUTISTA, H. P. 1988. Espécies arbóreas da caatinga – sua importância econômica. Simpósio sobre caatinga e sua exploração racional, Feira de Santana, Bahia, Brasil. 92-94.
- BIGARELLA, J. J., BECKER, R. D., PASSOS, E. 1994. Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais. Fundamentos geológico-geográficos, alteração química e física das rochas. Relevo cárstico e dómico. Editora da UFSC, Florianópolis, Brasil.
- BROWN, K. S. J. 1991. Conservation of Neotropical environments: insects as indicators. N.M. Collins e J. A. Thomas, editores. The conservation of insects and their habitats. Royal Entomological Society Symposium XV, Academic Press, London. 349-404.

BROWN, K. S. J. 1996. The use of insects in the study, inventory, conservation and monitoring of biological diversity in Neotropical habitats, in relation to traditional land use systems. S.A. A, T. Hirowatari, M Ishii e L. P. Brower, editores. Decline and conservation of butterflies in Japan III. Osaka. 128-149.

BROWN, K. S. J. 1997. Insetos como rápidos e sensíveis indicadores de uso sustentável de recursos naturais. In H. L. Martos e N. B. Maia, editors. Indicadores ambientais. Sorocaba: PUCC/Shell Brasil. 143-155.

CARVALHO, A. M. C., BEGO, L. R. 1997. Exploration of available resources by bee fauna (Apoidea, Hymenoptera) in the Reserva Ecológica do Panga, Uberlândia, State of Minas Gerais, Brazil. Rev. Brasileira de Entomologia. 41 (1): 101-107.

CASTRO, M. S. 2001. A comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) de uma área de caatinga arbórea entre inselbergs de Milagres. Bahia, 191. Tese (Doutorado). Inst. De Biociências. USP, São Paulo, SP.

CASTRO, M. S. 2002. Meliponicultura e conservação ambiental. Anais do 2º Congresso Baiano de Apicultura. Paulo Afonso-BA. 92-96.

DUCKE, A. 1907. Contribution à la connaissance de la faune hyménoptérologique du nord-est du Brésil. Rev. Entomologic. 26: 73-96.

DUCKE, A. 1908. Contribution à la connaissance de la faune hyménoptérologique du nord-est du Brésil. II. Hyménoptères révoltés dans l'État de Ceara em 1908. Rev. Entomologic. 27: 57-87.

DUCKE, A. 1910. Explorações botânicas e entomológicas no estado do Ceará. Rev. Trimestral do Inst. do Ceará. 24: 3-61.

EGLER, W. A. 1951. Contribuição ao estudo da caatinga pernambucana. Rev. Brasileira de Geografia. 13: 577-590.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA. 1999. Centro nacional de pesquisas de solos (Sistema brasileiro de classificação de solos). Brasília. 412.

FERRI, M. G. 1980. A Vegetação Brasileira. EDUSP, São Paulo, Brasil. 35-37.

FONSECA, M. R. 1991. Análise da vegetação arbustivo-arbórea da caatinga hiperxerófila do Nordeste do Estado de Sergipe. Tese de Doutorado, Universidade de Campinas, Campinas.

FREITAS, A. V. L., FRANCINI, R. B., BROWN JR., K. S. 1999 Insetos como indicadores ambientais. Rev. Brasileira de Entomologia. 3: 75-86.

GIULIETTI, A. M., HARLEY, R. M., QUEIROZ, L. P., BARBOSA, M. R. V., BOCAGE NETA, A.L de. 2002. Espécies endêmicas da caatinga. Vegetação e flora da caatinga. Workshop Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade bioma Caatinga. Petrolina, Pernambuco, Brasil. 103-118.

HOLLOWAY, J. D., STORK, N. E. 1991. The dimensions of biodiversity: the use of invertebrates as indicators of human impact. In The Biodiversity of Micro-Organisms and Invertebrates: Its Role in Sustainable Agriculture. (ed. D. L. Hawksworth). CAB International, London. 37-60.

INPE, 2001. Boletim Meteorológico. 3: 25.

KREMEN, C. 1992. Assessing the indicator properties of species assemblages for natural areas monitoring. Ecological Applications. 2: 203-217.

LEMONS, J. R. 1999. Fitossociologia do componente lenhoso de um trecho de vegetação arbustivo caducifólia espinhosa no Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

- LOCANTELLI, E., MACHADO, I. C. 2001. Bee diversity and their floral resources in a fragment of a tropical altitude wet Forest (Brejos de altitude) in Northeastern Brasil. *Acta Horticulturae*, Hague. 561: 317-325.
- MACIEL, L. N. Q., MOTA-FILHO, F. O. 2001. Processo de desertificação: o caso de Belém do São Francisco/PE. *Anais do IX Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE*. 2: 37.
- MARTINS, C. F. 1994. Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) da caatinga e do cerrado com elementos de campo rupestre do estado da Bahia, Brasil. *Rev. Nordestina de Biologia*. 9 (2): 225-257.
- MARTINS, C. F. 1995. Flora apícola e nichos tróficos de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) na Chapada Diamantina (Lençóis, BA, Brasil). *Rev. Nordestina de Biologia*. 10 (2): 119-140.
- MCGEOCH, M. A. 1998. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. Printed in the United Kingdom. Cambridge Philosophical Society. *Rev. Biology*. 73. 181-201.
- MICHENER, C. D. 1969. Comparative social behavior of bees. Department of Entomological Museum, The University of Kansas, Lawrence, Kansas. 399-342.
- MICHENER, C. D. 1974. The social behavior of the bees a comparison study. The Belknap Press of Harvard University Press. Cambridge, Mass. 404.
- MICHENER, C. D. 1979. Biogeography of the bees. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 66: 277.
- MICHENER, C. D. 2000. The bees of the world, Baltimore; Johns Hopkins University Press.
- MA-RHAL. 1997. Os ecossistemas brasileiros e os principais macrovetores do desenvolvimento. Subsídios ao planejamento da gestão ambiental. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Amazônia Legal. 188.
- NEW, T. R., PYLE, R. M., THOMAS, J.A., THOMAS, C. D., HAMMOND, P.C. 1995. Butterfly conservation and management. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 40: 56-83.
- NEW, T. R. 1997. Are Lepidoptera an effective "umbrella group" for biodiversity conservation? *Journal of Insect Conservation*. 1: 5-12.
- NIMER, E. 1977. Clima. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Geografia do Brasil; região Nordeste*. Rio de Janeiro, Brasil. 47-48.
- PEARSON, D. L., CASSOLA, F. 1992. World-wide species richness patterns of tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae): indicator taxon for biodiversity and conservation studies. *Conservation Biology*. 6: 376-391.
- PEARSON, D. L. 1994. Selecting indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. 345: 75-79.
- PEDRO, S. R. M., CAMARGO, J. M. F. 1991. Interactions on floral resources between the Africanized honey bee *Apis mellifera* L. and the native bee community (Hymenoptera, Apoidea) in a natural "cerrado" ecosystem in southeast Brasil. *Apidologie, Versailles*. 22: 397-415.
- PINTO, G. C. P. 1988. Manejo ecológico da caatinga. Simpósio sobre caatinga e sua exploração racional. Feira de Santana, Bahia, Brasil. 193-204.
- PRADO, D. D. E. 1991. A critical evaluation of the floristic links between Chaco and

Caatinga vegetation in South America. Saint Andrews, University of Saint Andrews. Tese de doutorado.

Programa de Levantamento Geológico Básico do Brasil. 1988. Piranhas-folhas SC.24-x-c-VI Sergipe/Alagoas/Bahia, Brasília, Brasil.

RADAMBRASIL. 1983. Levantamento de recursos naturais (anexo); folhas SC. 24/25 Aracaju/Recife. Vol. 30. Rio de Janeiro, Brasil.

REIS, M. S. 1988. Conservação dos ecossistemas do nordeste brasileiro. Simpósio sobre caatinga e sua exploração racional, Feira de Santana, BA. 11-26.

RIZZINI, C. T. 1997. Tratado de fitogeografia do Brasil. Âmbito cultural Edição Ltda, Rio de Janeiro, Brasil.

RODAL, M. J. N. 1984. Fitoecologia de uma área do Médio Vale do Moxotó, Pernambuco. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

RODAL, M. J. N. 1992. Fitosociologia da vegetação em quatro áreas de caatinga em Pernambuco. Tese de Doutorado, Universidade de Campinas, Campinas.

ROIG-ALSINA, A., MICHENER, C. D. 1993. Studies of the phylogeny and classification of long-tongued bees (Hymenoptera: Apoidea). The University of Kansas Science Bulletin. 55: 123.

ROUBIK, D. W. 1989. Ecology and natural history of tropical bees. Cambridge Univ. Press. 514.

ROMARIZ, D. DE A. 1996. Aspectos da vegetação do Brasil. 2ª ed. Ed. da Autora/Liv. Biotropia Ltda, São Paulo.

SAMPAIO, E. V. S. B., SALCEDO, I. H. 1993. Effect of different fire severities on coppicing of caatinga vegetation in Serra Talhada, PE, Brazil. *Biotropica*. 25: 452-460.

SAMPAIO, E. V. S. B., SOUTO, A., RODAL, M. J. N., CASTRO, A. A. J. F., HAZIN, C. 1994. Caatingas e cerrados do NE – biodiversidade e ação antrópica. Conferência Nacional e Seminário Latino-Americano da Desertificação – Anais. Fortaleza, Fundação Grupo Esquel Brasil, Brasília. 260.

SAMPAIO, E. V. S. B. 1995. Overview of the Brazilian caatinga. In: BULLOCK, S. H.; MOONEY, H. A., MEDINA, E. (eds.) Seasonal dry Tropical forests. Cambridge University Press, Cambridge, London. 35-63.

SAMPAIO, E. V. S. 2002. Usos das plantas da caatinga. Workshop Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade bioma Caatinga. Petrolina, Pernambuco, Brasil. 49-90.

SANTOS, A. M., TABARELLI, M. 2002. Distance from roads and cities as a predictor of habitat loss and fragmentation in the caatinga vegetation of Brazil. *Brazilian Journal of Biology*. 62 (4B): 897-905.

SCHLINDWEIN, C. 1998. Frequent oligolecty characterizing a diverse bee-plant community in a xerophytic bushland of subtropical Brazil. *Stud. Neotrop. Fauna & Environm.* 33: 46-59.

SCHLINDWEIN, C. 2000. A importância de abelhas especializadas na polinização de plantas nativas e conservação do meio ambiente. Anais do IV Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto – SP. 131-135.

SCHLINDWEIN, C. 2003. Panurginae (Hymenoptera, Andrenidae) in northeastern Brazil. (Prelo).

SILVA, A. M., SILVA, H. P., MACIEL, L. N. Q., DOUGAN-NETO, R. M., PEREIRA, E. C., MOTA-FILHO, F. O. STOCKER, E. 2001. Efeitos do desmatamento em solo Bruno Não Cálculo no município

de Floresta-PE. Anais do IX Congresso Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Universidade federal de Pernambuco, Recife, PE. 295-296.

SILVA, J. M. C., DINNOUT, A. 1996. Análise de Representatividade das unidades de conservação federais de uso indireto na Floresta Atlântica e Campos Sulinos. Workshop de Padrões de Biodiversidade da Mata Atlântica do Sul e Sudeste. Campinas, São Paulo. 1-16.

SILVA, M. C. M., MARTINS, C. F. 1999. Flora apícola e relações tróficas de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em uma área de restinga (Praias de Intermares, cabedelo, PB, Brasil). Principia, João Pessoa. 7 (3): 40-51.

SILVA, J. M. C., TABARELLI, M. 1999. Diversidade e adversidade. Cadernos de extensão da UFPE. 3: 7-11.

SILVEIRA, F. A., MELO, G. A. R., ALMEIDA, E. A. B. 2002. Abelhas Brasileiras: Sistemática e Identificação. Belo Horizonte, ISBN. 253.

TABARELLI, M., VICENTE, A. 2002. Lacunas de conhecimento sobre as plantas lenhosas da caatinga. Vegetação e flora da caatinga. Workshop Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade bioma Caatinga. Petrolina, Pernambuco, Brasil. 25-40.

VELOSO, A., SAMPAIO, E. V. S. B., PAREYN, F. G. C. 2002. Ecorregiões uma proposta para o bioma caatinga. PNE, The Nature Conservancy do Brasil. Recife, PE.

VELOSO, H. P., RANGEL-FILHO, A. L. R., LIMA J. C. A., 1992. Classificação da Vegetação Brasileira, adaptada a um sistema universal. IBGE, Rio de Janeiro, Brasil.

VIDAL, M. G. 2002. Polinização conservação e produção. Anais do 2º Congresso baiano de Apicultura. Paulo Afonso-BA. 82-85.

VIRGINIO, J. F., PAREYN, F. O. C. 2002. Situação da cobertura florestal do nordeste. Workshop Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade no bioma Caatinga. Petrolina, Pernambuco, Brasil. 25-40.

WILMS, W., IMPERATRIZ-FONSECA, V. L., ENGELS., W. 1996. Resources partitioning between highly eussociais bees and possible impact of the introduced Africanized honey bee on native stingless bees in the Brazilian Atlantic rainforest. Studies on Neotropical Fauna and Environment. 31: 137-151.

WILMS, W., WIECHERS, B. 1997. Floral resources partitioning between native *Melipona* bees and the introduced Africanized honey bee in the Brazilian Atlantic rain forest. Apidologie, Versailles. 28: 339-355.

WILSON, M. V. e SHMIDA, A. 1984. Measuring beta diversity with presence-absence data. Journal of Ecology. 72: 1055-1064.

ZANELLA, F. C. V. 1999. Apifauna da Caatinga (NE do Brasil): Biogeografia histórica, incluindo um estudo sobre a sistemática, filogenia e distribuição das espécies de *Caenonomada* Ashmead, 1899 e *Centris (Paracentris)* Cameron, 1903 (Hymenoptera, Apoidea, Apidae). Tese de Doutorado, USP, Ribeirão Preto. 162.

ZANELLA, F. C. V. 2000. The bees of the caatinga (hymenoptera, Apoidea, Apiformes): a species list and comparative notes regarding their distribution. Apidologie. 31: 579-592.

#### **4. Manuscritos que serão enviados as Revistas Científicas:**

##### **4.1. Manuscrito 1**

**CLASSIFICAÇÃO DE FITOFISIONOMIAS NO ENTORNO DA USINA HIDRELÉTRICA DE XINGÓ, SEGUNDO NÍVEIS DE DEGRADAÇÃO OBTIDOS ATRAVÉS DO PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS DE SENSORIAMENTO REMOTO**

MOURA, D. C., FREIRE, N., PEREIRA, E. C., SCHLINDWEIN, C. e PACHECO, A. P.

**Journal of Biogeography, Inglaterra**

# **CLASSIFICAÇÃO DE FITOFISIONOMIAS NO ENTORNO DA USINA HIDRELÉTRICA DE XINGÓ, SEGUNDO NÍVEIS DE DEGRADAÇÃO OBTIDOS ATRAVÉS DO PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS DE SENSORIAMENTO REMOTO**

**MOURA, D. C.<sup>1</sup>, FREIRE, N.<sup>2</sup>, PEREIRA, E. C.<sup>3</sup>, SCHLINDWEIN, C.<sup>4</sup> e PACHÊCO, A. P.<sup>5</sup>**

## **ABSTRACT**

The semi arid environments are more vulnerable to deforestation, due to season rainfalls and long periods of drought. During the rainy season the heavy and hearty rainfalls provoke intensive erosive effects in, usually, narrow soils. In relation to lands and the degree of deforestation the vegetation of the caatinga can be classified in distinct levels of degradation. In this study were evaluated four areas of caatinga in different levels of degradation. For base map construction satellites Landsat 7ETM and planialtimetric map, at 1:100000, were used. For image interpretation and classification of the vegetation software Spring 6. 03 and Autocad 2000 were used. As classifiers elements of image interpretation, five classes were identified according to tone, texture and shape: dense arborous caatinga, open arborous caatinga, scrubby caatinga, pasture and exposed soil, besides open water areas. For the areas of classified polygons, the dense arborous caatinga embraces 8,1 km<sup>2</sup>, open arborous caatinga 21,58 km<sup>2</sup> and scrubby caatinga 28,54 km<sup>2</sup>. The sum of these areas did not traps the areas of pasture and exposed soil, that totalized 59,99 km<sup>2</sup> (51%). We conclude that extensive use of cattle and inadequate changed landscape, impoverished vegetation, and reduction of diversity.

Key word: remote sensing, caatinga, and environmental degradation, Northeastern Brazil.

## **RESUMO**

Os ambientes semi-áridos são mais vulneráveis ao desmatamento visto a falta de chuvas e, quando ocorrem, provocam efeitos erosivos intensos, em solos geralmente rasos. Com isso, a vegetação tem recuperação lenta e pode ser classificada em distintos níveis em função da intensidade da ação antrópica. Neste trabalho foram avaliadas quatro áreas de caatinga, região semi-árida do nordeste brasileiro, com diferentes níveis de degradação. Para a confecção do mapa base foram usadas imagens de satélites LANDSAT 7 ETM+ e cartas topográficas, na escala de 1: 100 000. Para o Processamento Digital de Imagem e conseqüente classificação supervisionada dos alvos de interesse do estudo, tais como vegetação, solo exposto, pastagens e corpos d'água, foram utilizados os programas computacionais Spring versão 6.03 (INPE, 2002) e Autocad Map 2002 (Autodesk, 2002). Foram definidas cinco classes temáticas: caatinga arbórea densa, caatinga arbórea

aberta, caatinga arbustiva, pasto e solo exposto, além dos corpos d'água, de acordo com as respectivas respostas dos alvos observados nas bandas espectrais que registram a energia refletida na área imageada. Foi constatado que para as áreas dos polígonos classificados, a caatinga arbórea densa abrange 8,1 km<sup>2</sup>, caatinga arbórea aberta 21,58 km<sup>2</sup>, caatinga arbustiva 28,54 km<sup>2</sup>. As somas das áreas dos estratos arbóreos e arbustivos não ultrapassaram a área de pastagem e solo exposto, que foi de 59,99 km<sup>2</sup> ou 51%. Foi possível concluir que o uso extensivo da pecuária e o manejo inadequado da vegetação caatinga têm proporcionado uma redução ou fragmentação das áreas com vegetação ainda preservadas, levando a uma redução da composição florística nas fitofisionomias analisadas.

Palavras chave: Sensoriamento remoto, caatinga, degradação ambiental.

1- Mestranda em gestão e Políticas Ambientais, 2- Mestrando em Engenharia Cartográfica, 3- Dept<sup>o</sup>. de Geografia, 4- Dept<sup>o</sup>. de Botânica e 5- Dept<sup>o</sup>. de Engenharia Cartográfica. Universidade Federal de Pernambuco

1-debygeo@yahoo.com.br

## **INTRODUÇÃO**

O desmatamento para as práticas agrícolas e pecuárias, de forma intensiva ou extensiva, é problema que afeta os ecossistemas e tem repercussões a nível global.

Nos ambientes áridos e semiáridos a situação é mais grave, pois a escassez de chuvas acarreta na desproteção do solo, erosão superficial, perda de fertilidade, redução da biodiversidade, culminando com a desertificação (Maciel *et al.*, 2001, Silva, *et al.* 2001).

No Nordeste do Brasil, a área correspondente ao bioma Caatinga enquadra-se na situação referida, onde já são detectados inúmeros núcleos de desertificação (Andrade, 1988, Sampaio *et al* 1994, Sampaio 1995, Sampaio e Mazza 2002). Caatinga é uma mata tropical seca, que apresenta características relacionadas à deficiência hídrica como plantas herbáceas anuais, suculência, acúleos e espinhos, constituída de vegetais lenhosos, com uma composição florística não uniforme (Ferri, 1980, Andrade-Lima, 1981, e Rizzini, 1997).

Na área delimitada para o entorno da Usina Hidrelétrica de Xingó-UHE, nos Estados de Alagoas e Sergipe são observadas áreas de caatinga com diferentes níveis de degradação, em função de diversas atividades antrópicas. Desta forma, foi objetivo deste

trabalho classificar diferentes fitofisionomias da caatinga, em quatro pontos da referida área, segundo o nível de degradação, fazendo uso de técnicas de geoprocessamento, especialmente àquelas voltadas ao Sensoriamento Remoto, no intuito de fornecer subsídios a futuros planos de gestão, uso sustentado e/ou preservação dessas áreas, bem como monitoramento ambiental.

## **MATERIAL E MÉTODO**

### **Área de estudo**

Apresenta clima semi-árido, marcado pela precipitação escassa e mal distribuída durante o ano e, com períodos secos, de aproximadamente dos 10 meses (Assis, 2000). O período chuvoso vai de maio a junho, com maior precipitação em maio. As precipitações anuais ficam entre 500mm e 750mm (PLGBB, 1988; RADAMBRASIL, 1983). A temperatura oscila pouco, com médias anuais de 25° C, ultrapassando 27°C nos meses mais quentes, e caindo para 20°C, nos meses mais frios (INPE, 2001).

Para definição e delimitação da pesquisa, foi realizada uma visita técnica. Foram classificadas quatro áreas, em estágios diferentes de degradação, para monitoramento ambiental.

As áreas estão localizadas a montante da represa UHE Xingó, no baixo curso do Rio São Francisco nos municípios Canindé do São Francisco, em Sergipe e Olho d'Água do Casado, em Alagoas. Estas áreas foram definidas pelo grau de desmatamento: a) Fazenda Cana Brava/SE, caatinga arbórea densa (S 09°34'15,9" e W 037°59'12,5" altitude de 280m); b) Fazenda Brejo/SE, caatinga arbórea aberta (S 09°43'18,1" e W 037°58'07,9" altitude 300m); c) Sítio Justino/SE, caatinga arbustiva (S 09°36'27,5" W 037°50'35,2" altitude 163m) e d) Fazenda Capelinha/AL, pasto (S 09°31'24,5" W 037°49'07,8" altitude 248m).

### **Procedimento da elaboração do mapa base e interpretação da imagem**

#### **Mapa Base**

O Mapa Base foi confeccionado a partir da digitalização das cartas topográficas elaboradas pela SUDENE, IBGE e Ministério do Exército, representadas pelas folhas Paulo Afonso, Delmiro Gouveia, Santa Brígida, Piranhas, Pão de Açúcar e Santana do Ipanema, na escala de 1:100.000. Os programas computacionais utilizados para o tratamento das cartas rasterizadas, georreferenciamento e posterior vetorização manual dos temas de interesse das cartas foram o Autocad 2002 e o CAD Overlay 2002, onde foram

reconhecidos os dados básicos (rede de drenagem, rede viária, sítios urbanos e industriais, dentre outros).

A cena orbital original foi obtida junto ao INPE (2001), identificada pela Cena 215 e Órbita 067 do Sistema LandSAT 7 ETM+, com data de aquisição em 05/2001. Um recorte geográfico foi efetuado sobre a cena original, objetivando delimitar a área de estudo. Uma Carta-imagem foi, então, confeccionada, através de técnicas de Processamento Digital de Imagem - PDI, utilizando as bandas espectrais 1, 2, 3, 4, 5 e 7. Foram plotados no mapa base e na carta-imagem quatro pontos, cujas coordenadas foram rastreadas em campo, com o uso de receptor GPS (*Global Positioning System*) de navegação, no Sistema Geodésico Brasileiro (sistema SAD-69 e projeção em UTM), identificando as quatro áreas estudadas: caatinga arbórea densa, caatinga arbórea aberta, caatinga arbustiva e pasto.

#### Processamento Digital de Imagem - PDI

Com o objetivo de avaliar o estado de conservação dos remanescentes florestais de caatinga, fez-se necessário o processamento de imagem de satélite para a classificação supervisionada das áreas com em diferentes estágios de degradação. Tomando-se como base a diversidade e a estrutura da cobertura vegetal.

A classificação supervisionada da imagem de satélite, e posterior mapeamento temático da classificação, consistiu na aquisição de áreas amostrais das classes em estudo (caatinga arbórea densa e aberta, caatinga arbustiva, água, pasto e solo exposto), da análise dos resultados (matriz de covariância) e da quantificação das classes (áreas classificadas). Utilizou-se um limiar de aceitação de 99% para o classificador de máximoverossimilhança. O programa computacional utilizado foi o Spring versão 6.03.

A primeira etapa da interpretação foi delimitar as áreas estudadas, levando em consideração a hierarquia da cobertura vegetal nos diferentes estágios de degradação.

Técnicas de realce de contraste foram utilizadas para proporcionar melhor qualidade visual aos alvos identificados na superfície. Pontos de controle extraídos das cartas da DSG, na escala de 1:100 000, foram identificados na imagem para o registro das bandas espectrais, utilizando-se um polinômio de 1º grau.

A resolução espacial da imagem é de 30m e a resolução espectral tem 6 bandas, destacando-se a banda **3**, que reflete a vegetação verde, densa e uniforme, a qual apresenta bom contraste entre os tipos de cobertura vegetal. A **4** que reflete os corpos d'água, permitindo o mapeamento da rede de drenagem e a identificação de áreas agrícolas e, **5** que apresenta o teor de umidade da vegetação (Eastman, 2002).

A data passagem foi de 02/maio/2001 as 12:24:12h. A imagem de satélite reflete o ambiente dentro das condições edafoclimáticas dos meses de janeiro a abril de 2001, que choveu entre 13 e 69 mm (Tabela 1).

Tabela 1: Médias mensais de precipitação (mm) da Estação Meteorológica de Xingó no NE do Brasil

<b>Mês</b>	<b>Ano</b>	<b>Precipitação/mm</b>
Janeiro	2001	13.6
Fevereiro	2001	41.1
Março	2001	68.9
Abril	2001	23.5

Fonte: INPE 2001

Os polígonos foram extrapolados no raio de 3 km do ponto central plotado pelo GPS, de cada área estudada.

## **RESULTADOS**

### **Mapa Base da área de estudo**

Como resultado das junções das cartas topográficas e sobreposição da imagem de satélite obteve-se um Mapa Base da área de estudo (Figura 1). Nele estão plotados os municípios do entorno a UHE Xingó, bem como delimitada a área de estudo.

### **Interpretação da área de estudo**

Os resultados obtidos indicaram que as matrizes de erros das classificações supervisionadas das fitofisionomias selecionadas tiveram um desempenho geral em torno de 98% das áreas classificadas.

As imagens obtidas por sensores remotos apresentam elementos básicos de análise e interpretação, que extraem informação de objetos e áreas. Esses elementos são tonalidade/cor, textura, tamanho, forma, altura, padrão e localização (Florenzano, 2002).

Foram delimitadas quatro áreas, através da interpretação de imagem de satélite, levando em consideração a hierarquia da cobertura vegetal nos diferentes estágios de degradação.

Após o processamento digital da imagem e do mapa temático, "Avaliação dos Estágios de Degradação da Vegetação Caatinga" (Figura 3), foram quantificadas as áreas das classes dos diferentes estágios de degradação e aplicados testes geoestatísticos elaborados pelo software Spring, que permitiu verificar a Matriz de Erros de Classificação.

Os trabalhos de campo comprovaram as veracidades terrestres das classes apresentadas na imagem de satélite. Deste modo, foi possível confrontar as áreas selecionadas para coleta com as identificadas na imagem, podendo as classes ser extrapoladas no entorno dos polígonos estudados.

As classificações dos polígonos das quatro áreas estudadas foram feitas e calculadas individualmente pelo Spring. Foram definidos cinco níveis de classificação para cada polígono. Assim, pode-se avaliar o nível de degradação ambiental do entorno da área central de estudo (Figura 4).

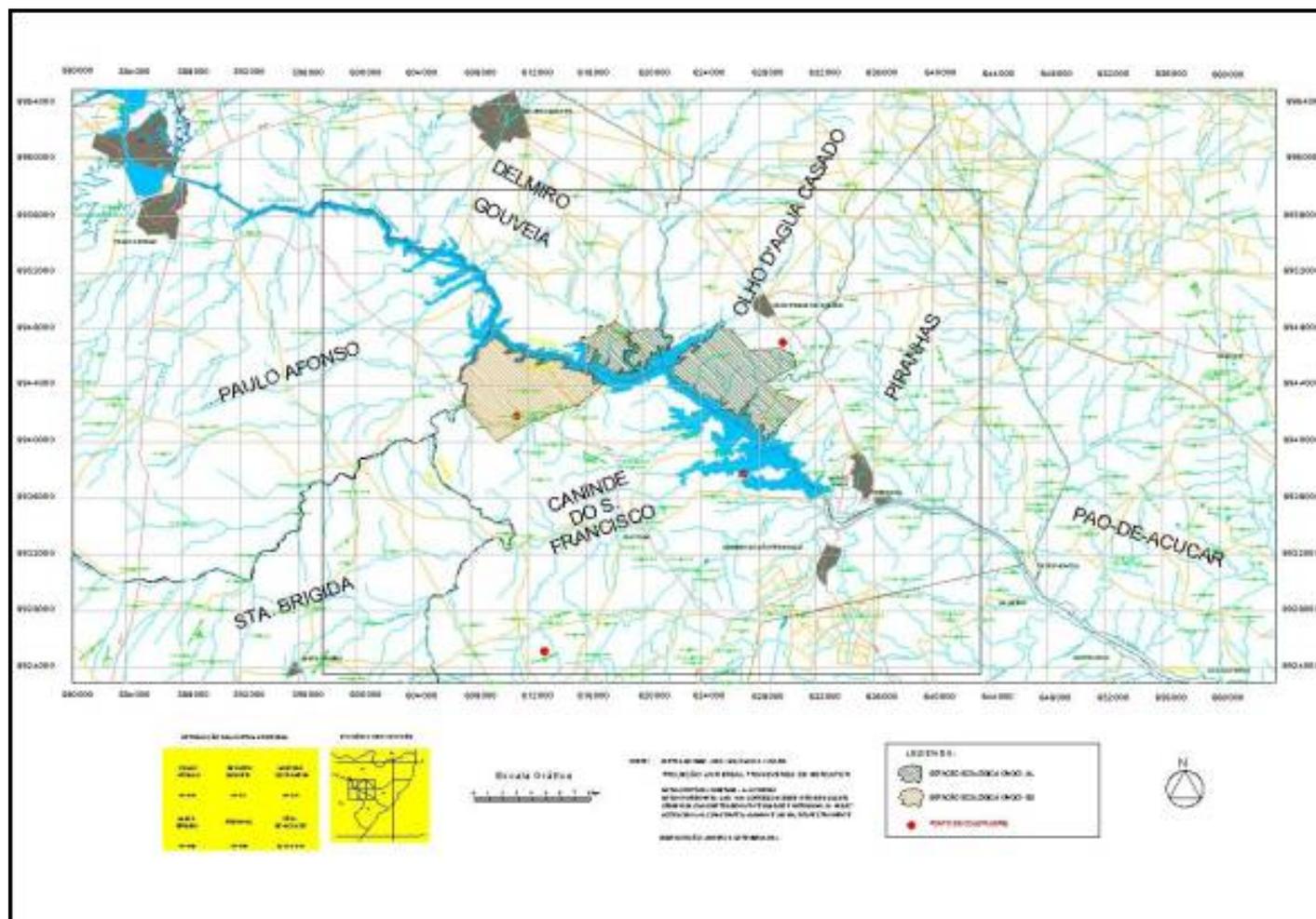


Figura 1: Mapa Base da área de estudo da vegetação caatinga no entorno da UHE Xingó no NE do Brasil

## **Classificações das áreas em diferentes estágios de degradação**

Foi realizada a classificação da vegetação pelo Spring (Figura 2) nos polígonos estudados. Cada polígono corresponde às áreas analisadas como: polígono 1 (caatinga arbórea densa), polígono 2 (caatinga arbórea aberta), polígono 3 (caatinga arbustiva) e polígono 4 (pasto). Para todas as áreas, foram classificados parâmetros, que são os diferentes níveis de degradação. Esta classificação foi feita individualmente nos polígonos, para avaliar e quantificar os estágios de degradação do entorno do ponto central estudado.

Através da descrição das áreas estudadas foi possível analisar a composição florística em relação ao nível de degradação. Avaliando a riqueza de espécies vegetais encontrados nas quatro áreas, a área de caatinga arbórea aberta foi a mais preservada em composição, riqueza e abundância de indivíduos.

Cada fitofisionomia classificada tem uma composição florística diferente, com espécies endêmicas da caatinga Giulietti *et al.* (2002). As formas de vida da vegetação também são diferentes, para as áreas monitoradas. A vegetação da área de caatinga arbórea densa apresentou cinco diferentes formas de plantas como árvores, arbustos, lianas, ervas e pequenos arbustos, também referidos por Bautista (1988) e Veloso (1992). Enquanto que no pasto houve uma abundância de ervas em relação as demais fitofisionomias.

Como parâmetro de monitoramento ambiental, as áreas estudadas foram descritas segundo a sua composição florística e formas de vida das espécies vegetais em relação ao nível de degradação. Giulietti *et al.* (2002) mencionam espécies endêmicas para o bioma, neste trabalho estão sinalizadas com asterisco (\*).

As áreas estudadas são definidas como: caatinga arbórea densa, que é predominantemente arbórea, intercalada de árvores jovens, arbustos, pequenos arbustos, lianas e ervas. Caatinga arbórea aberta possui árvores esparsas, associadas a arbustos e plantas herbáceas. Caatinga arbustiva que é caracterizada por arbustos e ervas ruderais. Pastagem possui um estrato herbáceo abundante no período chuvoso e cortes regulares da vegetação para a agricultura.

Através do mapa temático "Estágios de Degradação da Vegetação Caatinga na Área de Abrangência da Usina Hidroelétrica de Xingo" (Figura 3), pode-se constatar que a área mais preservada é a caatinga arbórea densa. As demais áreas estão bastante ameaçadas pelos desmatamentos e pela pecuária extensiva (Tabela 3).

Tabela 2: Representação dos cálculos por Geo-classes (km x km/km) segundo da classificação supervisionada no NE do Brasil

Fisionomias	Polígonos/km <sup>2</sup>			
	1	2	3	4
Água	0,19	0,00	10,28	0,00
Caatinga arbórea densa	7,34	0,45	0,0	0,92
Caatinga arbórea aberta	4,67	5,23	4,52	7,16
Caatinga arbustiva	6,28	6,79	10,47	5,00
Pasto e solo exposto	17,68	23,69	3,22	15,40

- Classificação do polígono 1 – Caatinga arbórea densa

A classificação dos diferentes níveis de degradação mostra, através do cálculo das áreas pelo Spring, que o polígono 1 (caatinga arbórea densa) foi o mais preservado. Obteve-se um total de 18,30 km<sup>2</sup>, mais que as áreas de pastagem e solo exposto, que é de 17,68 km<sup>2</sup> (Figura X):

Houve um desempenho geral de 92.73 % para esta classificação. A partir da base geoestatística foi constatado que, para a quantificação das classes (áreas classificadas), obteve-se uma variância de 1.439 e 004. Isto significa que a classificação foi significativa, para a escala aplicada.

A Fazenda Cana Brava possui uma **caatinga arbórea densa**, correspondente à área mais preservada deste ecossistema. A vegetação predominante é arbórea com espécimes apresentando diâmetro a altura do peito, maior ou igual a 30 cm. Nela encontram-se intercaladas de árvores jovens, arbustos, pequenos arbustos, lianas e plantas herbáceas. A altura do dossel é, geralmente, acima de 10 metros.

A caatinga arbórea densa é uma floresta relativamente aberta, quando comparada com as florestas tropicais úmidas. Entre as árvores ocorrem Cactaceae como *\*Pilosocereus gounellei* (Weber) Byles & Rowley, *\*P. piauhyensis* (Gürke) Byles & Rowley e *\*Cereus jamacaru* DC (Andrade-Lima, 1981, Fonseca, 1991).

As espécies arbóreas predominantes são: *Cordia insignis* Cham., *Zizyphus joazeiro* Mart., *Mimosa tenuiflora* Benth, *M. acutistipula* (Mart.) Benth., *Senna splendida* (Vogel) Irwin & Barneby, *Anadenanthera macrocarpa* Benth, *Caesalpineia ferrea* Mart. ex Tul., *\*Acacia piauhyensis* Benth., *Erythrina velutina* Willd., *\*Guettarda angelica* Mart. ex Muell. Arg. Os arbustos que predominaram no local foram *Conocliniopsis prassifolia* (DC.) R. King. & H. Robins., *Vernonia chalybaea* Mart ex DC., *Wedelia* sp. *\*Hohenbergia catingae* Ule,

*Chamaecrista hispidula* Mart ex DC., *C. repens* (Vogel) Irwin & Barneby e *Melochia tomentosa* L.

As lianas predominantes são *Canavalia dictyota* Piper, *Centrosema brasilianum* (L.) Benth., *Dioclea grandiflora* Mart. ex Benth, *Zornia brasiliensis* Vog., *Jacquemontia* sp. e *Ditassa hastata* E. Fourn. Durante a estação chuvosa, forma-se um tapete de ervas que florescem durante 3 a 4 meses. Esse estrato desaparece durante o período seco. Os principais representantes são: *Evolvulus* sp., *Merremia aegyptia* (L.) Urb., *Ipomoea nil* (L.) Roth (L.) Roth, *Waltheria indica* L.

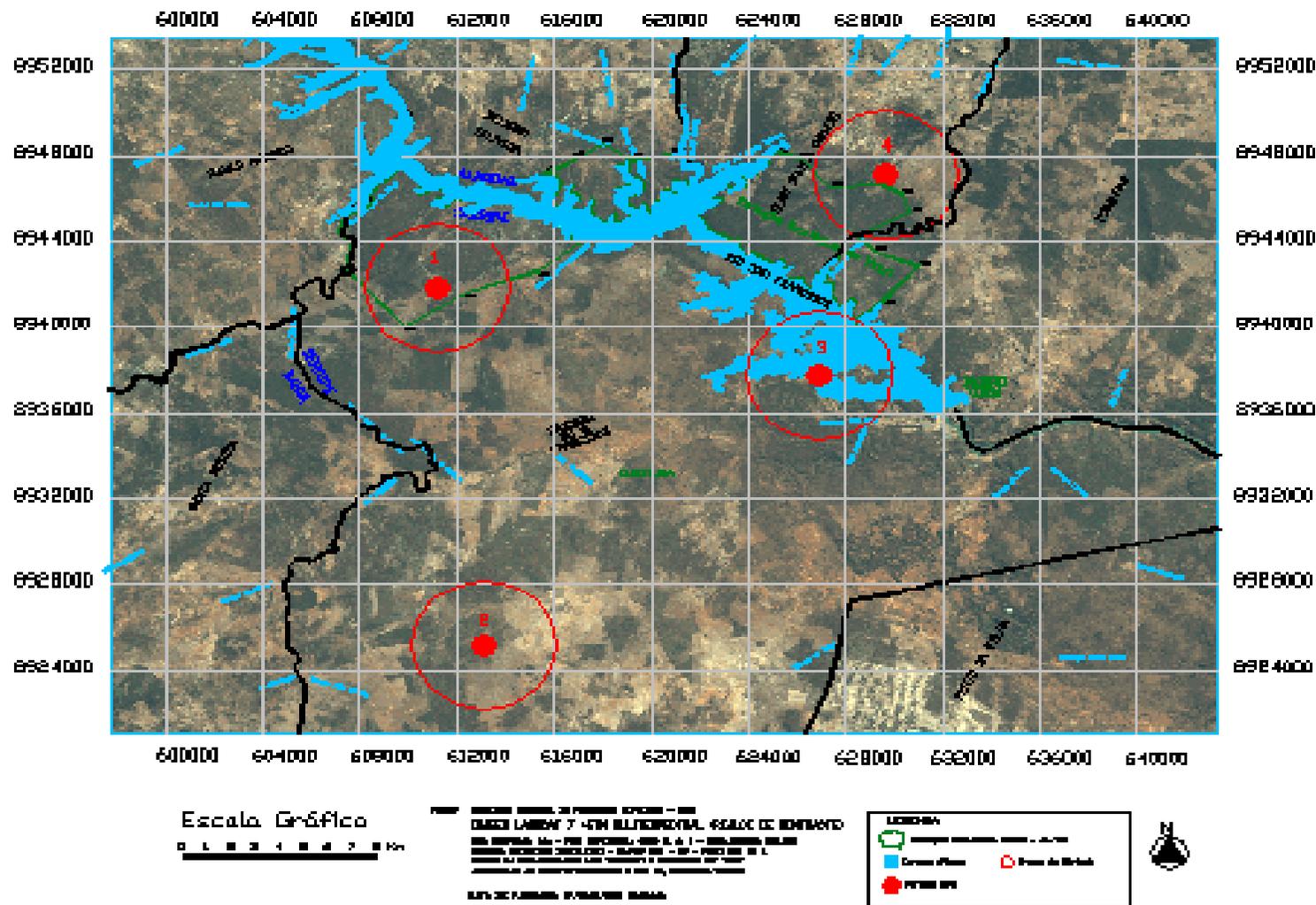
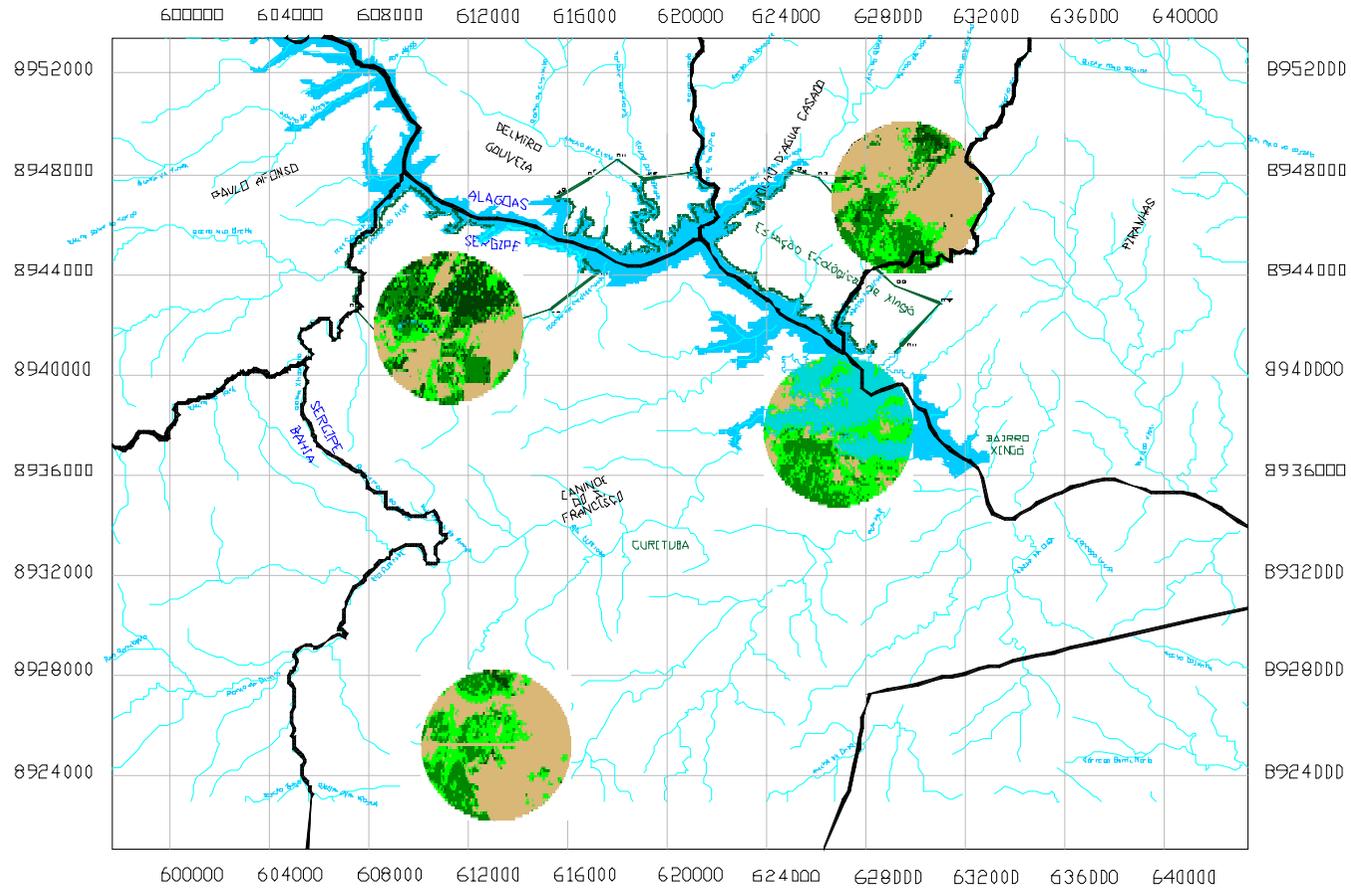


Figura 2: Delimitação dos diferentes estágios de degradação da vegetação caatinga pela imagem de satélite LandSat 7 Etm+ 7 no NE do Brasil



Escala Gráfica

0 1 2 3 4 5 6 7 8 km

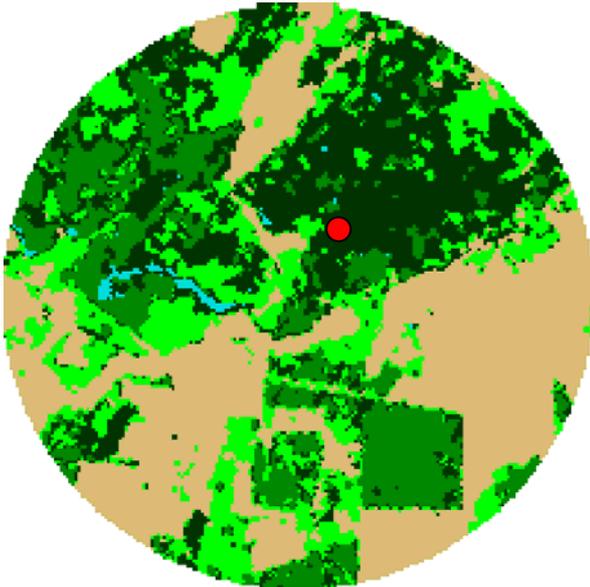
FONTE: INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA ESPaciais - INPE  
 IMAGEM LANDSAT 7 - ETM MULTISPECTRAL (REALCE DE CONTRASTES)  
 RES. ESPACIAL: 30M - RES. ESPECTRAL: 0,67 a 2,1 - DENSIOMETRIA 210/057  
 SISTEMA DE COORDENADAS BRASILEIRO - DATUM SAO - 89 - FUSO 07H 04 L  
 ORIGEM DA COORDENADA UTM - EQUADOR E MERIDIANO 39° WGR  
 AGRADUADOS AO GONDARINHO 1000M E 500 KM, RESPECTIVAMENTE  
 DATA DE PASSAGEM: 07/MAIO/2000 12:24:32h

LEGENDA

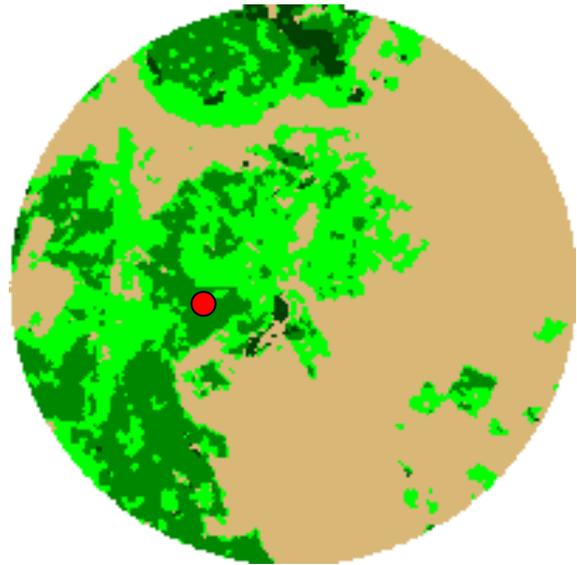
- Estação Ecológica XINGÓ - ALZE
- Campos Abertos
- Caatinga Arborescente
- Caatinga Arbórea Aberta
- Eboulis Arbórea Densa
- Pacote - Solo Esposto



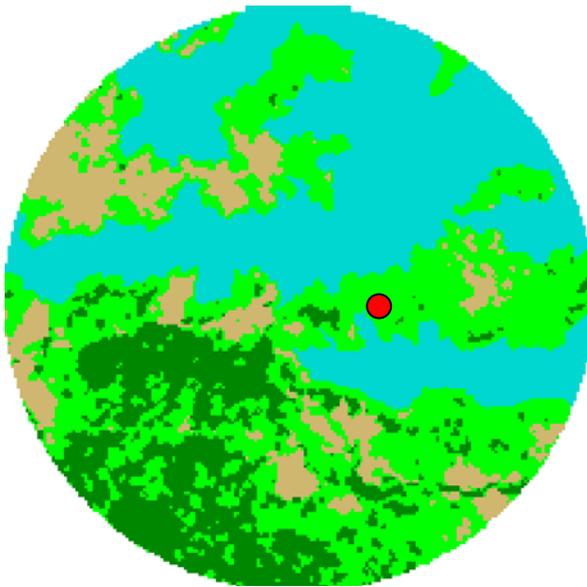
Figura 3: Estágios de Degradação da Vegetação Caatinga na Área de Abrangência da Usina Hidroelétrica de Xingó no NE do Brasil



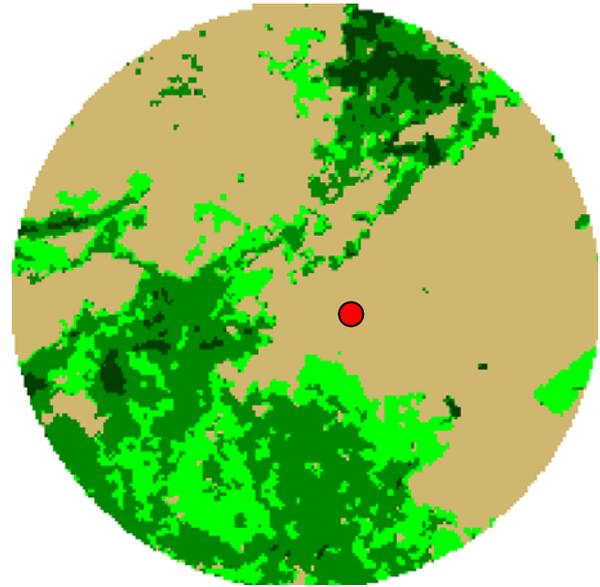
Polígono 1



Polígono 2:



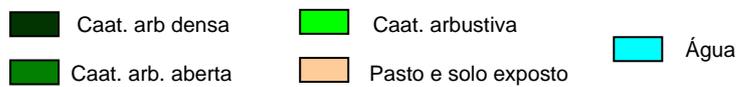
Polígono 3



Polígono 4

Figura 4: Classificação supervisionada da imagem de satélite LANDSAT 7 ETM+ 7 para os polígonos 1, 2, 3 e 4 em diferentes estágios de degradação, no entorno das áreas estudadas no entorno da UHE Xingó no NE do Brasil

● Áreas de estudo onde foram realizadas as coletas de abelhas e plantas melitófilas.



- Classificação do polígono 2 – Caatinga arbórea aberta

A classificação mostra que a área analisada reflete um alto grau de antropismo. A cobertura vegetal se encontra degradada pela expansão da pecuária extensiva e carvoarias, existentes nos arredores da área estudada.

As áreas de caatinga arbórea aberta estão concentradas nos platôs, ou encostas íngremes dos serrotes, enquanto que, na depressão sertaneja, predomina a caatinga arbustiva com árvores esparsas.

O cálculo demonstra que as áreas com cobertura vegetal ainda existente são menores que o valor com pastagem e solo exposto. Somando todas as áreas com vegetação, a cobertura vegetal é equivalente a 34,5%, enquanto que 65,5% são representadas pelas áreas devastadas.

O desempenho geral do Spring foi de 96.77 % da área total do polígono. Isto indica que as amostras selecionadas como base foram satisfatórias para este tipo de análise. Diante disto, não houve abstenção de áreas classificadas.

A Fazenda Brejo, **caatinga arbórea aberta** corresponde a uma área com árvores esparsas, com porte entre 7 e 10 metros, com diâmetro a altura do peito de até 30 cm, associadas a arbustos espinhosos e plantas suculentas.

O estrato herbáceo é formado por ervas ruderais e aglomerados de *Bromelia laciniosa* Mart. ex Schultes. e *Hohenbergia catingae*. As ervas apresentam-se intercaladas com pequenos arbustos como *Sida galheirensis* Ulbr., *Croton rhamnifolius* (Baill.) Müll. Arg., *Stylosanthes viscosa*, que se juntam aos arbustos e árvores jovens de *\*Caesalpinia pyramidalis* Tul., *\*C. mycropylla* Mart. Ex G. Don *\*Aspidosperma pyriforme* Mart., *\*Allamanda blanchetii* A. DC., mas que não alcançam um porte arbóreo.

Neste ambiente as lianas predominantes foram *Ditassa hastata*, *Cardiospermum corindum* L., *Serjania glabrata* Kunth e *Banisteriopsis* sp.

Em locais com açudes ou depressões ocorrem plantas higrófilas como *Echinodoros grandiflora* (Cham. et Schlecht.), *Eichornia paniculata* (Mart.) Solms e *Plumbago scandens* L. As áreas úmidas eram margeadas com os arbustos *Melochia tomentosa* e *Indigofera suffruticosa* Mill.

- Classificação do polígono 3 – Caatinga arbustiva

Na área foi registrado um total de 10,47 km<sup>2</sup> de caatinga arbustiva e 4,52 km<sup>2</sup> de caatinga arbórea aberta. Mesmo sem ocorrência de fragmento de caatinga arbórea densa, por estar em processo de regeneração, o cálculo da cobertura vegetal é maior que a de pastagem e solo exposto.

O desempenho geral do Spring foi de 98.32 % e a base geo-estatística com Variância KHAT: 5.761e-005.

No Sítio Justino há o predomínio de **caatinga arbustiva**, com porte médio de 2,0 m e diâmetro a altura do peito não ultrapassando a 10 cm. Algumas árvores jovens alcançam até 3 m de altura como *Cnidosculus quercifolius* Pohl. e *Aspidosperma pyrifolium* associadas aos cactos *Pilosocereus gounellei* (Weber) Byles & Rowley, *P. piauhyensis* (Gürke) Byles & Rowley.

Os arbustos predominantes da área são: *Caesalpinia pyramidalis*, *\*Jatropha mollissima* (Pohl) Baill., *Melochia tomentosa*, *Sida galheirensis* e *Croton rhamnifolius*, entremeados com cactos das espécies *\*Opuntia palmadora* K. Schum. e *\*O. inamoema* Britton & Rose.

Por ser uma área arbustiva densa, o estrato herbáceo só ocorre próximo de açudes, ou às margens da represa. As plantas herbáceas representantes são *\*Herrissantia tiubae* (K. Sch.) Briz., *Centratherum punctatum* Cass., *Cnidosculus urens* (L.) Arthur, *Staelia virgata* (Cham. & Schltld.) K. Schum.

Algumas árvores esparsas como *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.), *\*Spondias tuberosa* Arr. Cam. e *Myracrodruom urundeuva* Fr. All. Benth servem de sombreamento para a criação extensiva de bovinos e caprinos pelos moradores do local.

A caatinga arbustiva é uma área em regeneração localizada às margens do cânion do Rio São Francisco. A área foi desmatada no período de 1985 a 1990 para a construção dos diques de contenção da represa Usina Hidroelétrica de Xingó, além da exploração dos sítios arqueológicos encontrados no local.

- Classificação do polígono 4 – Pastagem

Obteve-se um resultado de 45,9% da cobertura vegetal de caatinga e 54,1% de pastagem e solo exposto. As áreas com vegetação de caatinga arbórea aberta e arbustiva estão localizadas dentro da Estação Ecológica de Xingó, as de caatinga arbórea densa estão em locais de difícil acesso, no platô e encosta íngreme da Serra de Olho d'Água/AL.

Nas áreas de pediplano sertanejo estão presentes as pastagens e solos expostos, que apresentam um total de 15,40 km<sup>2</sup>. Nestas áreas, são feitos cortes anuais da vegetação ruderal, no período chuvoso, para o cultivo de subsistência. Na maior parte do ano, que é seca, as ervas não brotam e se sobressai o solo exposto.

Para esta área (polígono 4), o Spring teve um desempenho geral de 98.75 % e base geo-estatística com Variância KHAT: 1.126 e-004.

A Fazenda Capelinha é um ambiente de **pastagem**, que tem uma vegetação herbácea e alguns arbustos intercalados que florescem no período chuvoso. As ervas predominantes

nos meses chuvosos (de maio a agosto/2002) foram *Centratherum punctatum*, *Heliotropium angiospermum* Murray, *Chamaecrista repens* (Vogel) Irwin & Barneby, *Evolvulus sp.*, *Crotalaria holosericea* Nees & Mart., *Sida ciliaris* L., *Richardia grandiflora* (Cham. & Schltdl.) e *Boerhavia coccinea* Mill. Alguns arbustos que floriram neste período foram *Indigofera suffruticosa*, *Stylosanthes viscosa*, *Melochia tomentosa* e *Sida galheirensis*.

As espécies arbóreas encontradas no local foram indivíduos de *Tabebuia aurea*, *\*Spondias tuberosa*, *Prosopis juliflora* (SW.) DC. e *\*Zyziphus joazeiro*.

Na área pratica-se a pecuária extensiva de gado bovino, caprino e ovino. Também se pode constatar o corte contínuo e a queima das leiras (galho e folhas da vegetação ruderal), para o preparo do solo e plantio de feijão e milho, no período chuvoso.

### Representação quantitativa das quatro áreas classificadas

Os cálculos das áreas classificadas dos polígonos mostram que de caatinga arbórea densa abrange 8,1 km<sup>2</sup>, caatinga arbórea aberta 21,58 km<sup>2</sup>, caatinga arbustiva 28,54 km<sup>2</sup>. As somas das áreas dos estratos arbóreos e arbustivos não ultrapassaram a área de pastagem e solo exposto, que foi de 59,99 km<sup>2</sup> ou 51% (Tabela 4).

Tabela 3: Quantificação fitofisionômica das quatro áreas classificadas (km<sup>2</sup>) na UHE Xingó no NE do Brasil

Fitofisionômica	Área (km <sup>2</sup> )	%
Caatinga arbórea densa	8,71	7
Caatinga arbórea aberta	21,58	18
Caatinga arbustiva	28,54	24
Pasto e solo exposto	59,99	51

## DISCUSSÃO

De modo geral, o uso conjunto do sensoriamento remoto e a experiência dos trabalhos de campo foram preponderantes para as análises espaciais da área de estudo. Aplicações espaço-temporal, como é o caso do monitoramento da cobertura vegetal, passaram a ser mais viáveis de serem realizados.

Conservar as áreas com cobertura vegetal, arbustivo-arbóreo e as pastagens naturais são importantes para a comunidade da plantas e animais da caatinga. Como a diversidade não se apresenta uniformemente distribuída, vale ressaltar a preservação das áreas, para melhor avaliar a distribuição da diversidade ambiental.

Os diferentes estágios de degradação da caatinga estão associados a variação natural, composição florística, agregada a pressão antrópica, também referidos por (Fonseca 1991), representada pela pecuária e agricultura de subsistência, instaladas nos ambientes mais favoráveis, como também menciona Lins (1989) e Sampaio e Mazza (2000). A heterogeneidade do ambiente reflete diferentes características em cada estágio de degradação, sendo estas responsáveis pela distribuição de espécies vegetais numa escala de paisagem (Forman 1999, Bigarella *et al.* 1994).

A caatinga tem uma história de devastação antiga, que resultou na fragmentação da vegetação, formando-se sucessivos estágios de degradação (Coimbra-Filho e Câmara 1996, Sampaio e Mazza 2000). O potencial florístico de valor forrageiro da caatinga (Drummond *et al.* 2000) e o clima favorável a pecuária, fizeram com que houvesse uma ocupação desordenada da população (Sampaio & Mazza 2000). Com a rápida ocupação da população, houve um intenso uso das espécies vegetais para os mais diversos fins (lenha, carvão, medicinal, etc.), entretanto o corte da vegetação para a pastagem deixou-a menos densa (Pinto 1986). A vegetação desmatada não foi substituída por outra formação vegetal, apenas houve um empobrecimento de espécies, comparada àquela que existia antes (Ferri 1980; Sampaio, 2002).

## **CONCLUSÃO**

O resultado obtido da classificação possibilitou quantificar a vegetação caatinga, e avaliar se estágios de degradação podem interferir na composição florística das fitofisionomias encontradas.

As atividades antrópicas na área estudada estão avançando sobre a vegetação ainda existente, sem haver um controle ou fiscalização por parte dos órgãos oficiais competentes.

O uso extensivo da pecuária e o manejo inadequado da vegetação que caatinga têm proporcionado uma redução ou fragmentação das áreas com vegetação ainda preservada. A classificação supervisionada das fitofisionomias apresentadas reconheceu que as áreas de caatingas arbóreas densa e aberta são menores que a área de pastagem e solo exposto. Diante disso, seria de fundamental importância a inclusão destas áreas na Unidade de Conservação existente, a Estação Ecológica de Xingó.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Laboratório de Geo-processamento do INPE/XINGÓ pela confecção de mapas; ao INPE/CEPTEC por ter fornecido os dados pluviométricos; a Fundação de Amparo a Pesquisa de Alagoas/FAPEAL, por ter concedido bolsa a Moura, D.C.; Instituto Xingó/Companhia Hidroelétrica do São Francisco/CHESF, pelo apoio logístico.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ANDRADE, M. C. 1988. A problemática da utilização econômica da caatinga. Simpósio sobre caatinga e sua exploração racional, Feira de Santana, Bahia, Brasil. 27-36.
- ANDRADE-LIMA, D. 1981. The caatinga dominium. *Revista Brasileira de Botânica*, 4: 149-153.
- BAUTISTA, H. P. 1988. Espécies arbóreas da caatinga – sua importância econômica. Simpósio sobre caatinga e sua exploração racional, Feira de Santana, Bahia, Brasil.
- COIMBRA-FILHO, A. F. E I. G. CÂMARA. 1996. Os limites originais do bioma Mata Atlântica na região nordeste do Brasil. FBCN (Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza), Rio de Janeiro, Brasil.
- DRUMOND, M. A., KIILL, L. H. P., LIMA, P. C. F., OLIVEIRA, M. C., V. R., ALBUQUERQUE, S. G., NASCIMENTO C. E. S. M., e CAVALCANTE, J. 2000. Estratégias para uso sustentável da biodiversidade da caatinga. Workshop de avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga, Petrolina, Pernambuco, Brasil. 23.
- EASTMAN, J. R. 1995. Introduction to remote sensing and image processing. IDRISI FOR WINDOWS USER ´S GUIDE. CARL UNIVERSITY, 17.
- FERRI, M. G. 1980. A Vegetação Brasileira. EDUSP, São Paulo, Brasil. 35-37.
- FLORENZANO, T. G. 2002. Imagens de satélite para estudos ambientais. Oficina de textos. São Paulo-SP. 98.
- FONSECA, M. R. 1991. Análise da vegetação arbustivo-arbórea da caatinga hiperxerófila do Nordeste do Estado de Sergipe. Tese de Doutorado, Universidade de Campinas, Campinas.
- FORMAN, R. T. T. 1999. Land mosaics: the ecology of landscape and regions. Cambridge University Press, Cambridge, London.
- GIULIETTI, A. M., HARLEY, R. M., QUEIROZ, L. P., BARBOSA, M. R. V., BOCAGE NETA, A.L de. 2002. Espécies endêmicas da caatinga. Vegetação e flora da caatinga. Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade bioma Caatinga. Petrolina, Pernambuco, Brasil. 103-118.
- INPE, 2001. Boletim Meteorológico. 3: 25.
- LINS, R. C. (Coord.). 1989. As áreas de exceção do agreste de Pernambuco. Sudene, Recife, Brasil.
- MACIEL, L. N. Q., MOTA-FILHO, F. O. 2001. Processo de desertificação: o caso de Belém do São Francisco/PE. Anais do IX Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE. 2: 37.
- PINTO, G. C. P. 1986. Manejo ecológico da caatinga. Simpósio sobre caatinga e sua exploração racional. Feira de Santana, Bahia, Brasil.
- Programa de Levantamento Geológico Básico do Brasil. 1988. Piranhas-folhas SC.24-x-c- VI Sergipe/Alagoas/Bahia, Brasília, Brasil.
- RADAMBRASIL. 1983. Levantamento de recursos naturais (anexo); folhas SC. 24/25 Aracaju/Recife. Vol. 30. Rio de Janeiro, Brasil.
- RIZZINI, C. T. 1997. Tratado de fitogeografia do Brasil. Âmbito cultural Edição Ltda, Rio de Janeiro, Brasil.
- SAMPAIO, E. V. S. 2002. Usos das plantas da caatinga. Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade bioma Caatinga. Petrolina, Pernambuco, Brasil. 49-90.

SAMPAIO, E. V. S. B. 1995. Overview of the Brazilian caatinga. BULLOK, S. H., MOONEY, H. A. e MEDINA, E. (eds.) Seasonal dry Tropical forests. Cambridge University Press, Cambridge, London. 35-63.

SAMPAIO, E. V. S. B., SOUTO, A., RODAL, M. J. N., CASTRO, A. A. J. F., HAZIN, C. 1994. Caatingas e cerrados do NE – biodiversidade e ação antrópica. Conferência Nacional e Seminário Latino-Americano da Desertificação – Anais. Fortaleza, Fundação Grupo Esquel Brasil, Brasília. 260.

SAMPAIO, Y., e MAZZA, J. E. 2000. Diversidade sócio econômica e pressão antrópica na caatinga nordestina. Workshop de avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga, Pernambuco, Petrolina, Brasil. 2-8.

SILVA, A. M., SILVA, H. P., MACIEL, L. N. Q., DOUGAN-NETO, R. M., PEREIRA, E. C., MOTA-FILHO, F. O., STOCKER, E. 2001. Efeitos do desmatamento em solo Bruno Não Cálcico no município de Floresta-PE. Anais do IX Congresso Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Universidade federal de Pernambuco, Recife, PE. 295-296.

VELOSO, H. P., RANGEL-FILHO, A. L. R. J., LIMA, C. A. 1992. Classificação da Vegetação Brasileira, adaptada a um sistema universal. IBGE, Rio de Janeiro, Brasil.

#### **4.2. Manuscrito 2**

**RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DE ABELHAS EM DIFERENTES ESTÁGIOS DE DEGRADAÇÃO DA CAATINGA COMO INDICADORES AMBIENTAIS**

**MOURA, D. C., SCHLINDWEIN, C. e PEREIRA, E. C.**

**Basic and Applied Ecology**

**Journal of the Gesellschaft für Ökologie, Alemanha**

## **MANUSCRITO 2**

### **RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DE ABELHAS EM DIFERENTES ESTÁGIOS DE DEGRADAÇÃO DA CAATINGA COMO INDICADORES AMBIENTAIS**

MOURA, D. C.<sup>1</sup>, SCHLINDWEIN, C.<sup>2</sup> e PEREIRA, E. C.<sup>3</sup>

#### **ABSTRACT**

The "caatinga" inserted in the intertropical domain of semi arid region of Brazilian northeast, and posses plant covering of xeric characteristic. Its degradation is contributing to plants and animals. The bees, that have high importance in the polinization process, are also included in this problem. In this paper there were evaluated the richness and abundance of bees, in areas of caatinga in the different degradation, or preservation stages, for characterizing these insects as bioindicators of refered parameters. Areas of dense arborous caatinga, open arborous caatinga, shrubby caatinga and pasture, were selected. In those areas bees were collected from May to September and December of 2002. Each sample was characterized for from collections in consecutive days, realized in plants with flowers, up 7:00 to 15:00h, being also determined and colleted flower visited. Ecological index of diversity, equitability and similarity of bees and flower visited of selected areas were calculated. In the realized survey 2871 bees individuals of 75 species, distributed in 5 families, that visited 85 species of flower visited, distributed in 36 families, were colleted. apidae individuals totalized 90% and Megachilidae 6% of colleted specimes. The areas of arborous caatinga presented major diversity and equitability of species of bees. The areas of open arborous and shrubby caatinga were more similar among them, while dense arborous caatinga did not present similarity with the other areas. The dense and open arborous caatinga offered more resources floral for bees, being more preserved areas offered better floral resources for a greater species number of solitary bees, and mainly to Meliponineos, that were abundant in this areas. From the obtained results, it was possible to consider these bees as indicators of preserved environments, while species of Andrenidae indicated degraded environments, the open areas ones.

Key word: bees plant relation, caatinga, and environmental indicators

## RESUMO

A caatinga encontra-se inserida no domínio intertropical da região semi-árida do nordeste brasileiro e possui uma cobertura vegetal de formação xerofítica complexa. Sua degradação está contribuindo para o desaparecimento de espécies de plantas e animais. As abelhas, seres de alta importância no processo de polinização, também se enquadram neste problema. Neste trabalho foram avaliadas a riqueza e abundância de abelhas em áreas de caatinga em diferentes estágios de degradação no intuito de caracterizar tais insetos como bioindicadores, dos parâmetros referidos. Selecionaram-se áreas de caatinga arbórea densa, caatinga arbórea aberta, caatinga arbustiva e pasto. Nelas foram coletadas abelhas no período de maio a setembro e dezembro de 2002. Cada amostra se caracterizou por quatro coletas em dias consecutivos, realizadas em plantas com flores, entre 7:00 e 15:00h, coletadas as plantas melitófilas. Foram calculados os índices ecológicos de diversidade, equitabilidade e similaridade das comunidades de abelhas e plantas melitófilas das quatro áreas de estudo. No levantamento realizado foram coletados 2871 indivíduos de abelhas pertencentes a 75 espécies distribuídas em 5 famílias, que visitaram as flores de 85 espécies de plantas melitófilas distribuídas em 36 famílias. Indivíduos de Apidae somaram 90% de e Megachile 6% dos espécimes coletados. *Apis mellifera* e *Trigona spinipes* somaram 2/3 de todas as abelhas amostradas. As áreas de caatinga arbórea densa e aberta apresentaram maior diversidade e equitabilidade de espécies de abelhas. As áreas de caatinga arbórea aberta e arbustiva foram mais similares entre si, enquanto a caatinga arbórea densa não apresentou grande similaridade com as demais áreas. As caatingas arbórea densa e aberta proporcionaram maiores recursos florais para as abelhas, sendo mais semelhantes e próximas, no ponto de vista florístico. As áreas mais preservadas proporcionaram mais recursos florais a um maior número de espécies de abelhas solitárias e, de abelhas altamente eussociais. Estas foram muito abundantes nestas áreas. A partir dos resultados consideramos estas abelhas indicadoras de ambientes preservados, enquanto espécies de Andrenidae indicaram ambientes degradados.

Palavras-chave: relação abelha - planta, caatinga, indicadores ambientais, Nordeste do Brasil

1-Mestranda em Gestão e Políticas Ambientais, 2- Dept<sup>o</sup>. de Botânica, 3- Dept<sup>o</sup>. de Geografia, Universidade Federal de Pernambuco

1-debygeo@yahoo.com.br

## INTRODUÇÃO

Caatinga é uma mata tropical seca, que apresenta características relacionadas à deficiência hídrica, como plantas herbáceas anuais, árvores e arbustos decíduos durante a estação seca, suculência, acúleos e espinhos (Andrade-Lima, 1981).

A caatinga ocupa cerca de 910.000 Km<sup>2</sup> das formações vegetais do Brasil, equivalente a 11% do território nacional (Figura 1). A característica climática do semi-árido é a baixa pluviosidade, associada à distribuição irregular de chuvas, altos gradientes térmicos e maior insolação do Brasil durante o ano. O clima, segundo a classificação de Köppen, é Bshw', quente e semi-árido (Nimer 1977, RADAMBRASIL 1983, Rizzini, 1997).

Vários autores classificaram caatinga quanto à fisionomia e à composição das formações vegetais xeromórficas, lenhosas e decíduais Ferri (1980), Andrade-Lima (1981), Veloso *et al.* (1992) e Brazão e Santos (1997).

Os estudos das abelhas na Caatinga tiveram início com Ducke (1907, 1908, 1909), enfocando a distribuição geográfica e a ecologia. Após os anos 90, levantamentos e estudos de interação entre abelhas e a flora local foram feitos por Martins (1994, 1995), Aguiar *et al.* (1995), Aguiar e Martins (1997), Zanella (1999, 2000), Castro (2001), Aguiar *et al.* (2003), Aguiar (2003) e Schlindwein (2003).

Esses levantamentos possibilitaram conhecer a riqueza de abelhas na caatinga e comparar os dados com aqueles obtidos em outros ecossistemas no Brasil. Segundo Zanella (2000), a caatinga possui baixa riqueza de espécies. Entretanto, comparando a composição da apifauna da caatinga, de alguns levantamentos com outras regiões brasileiras, o gênero *Ceblurgus* aparece como exclusivo deste ecossistema.

As abelhas solitárias e altamente eussociais ocorrem em toda a caatinga, e têm na predação uma das principais causas para a destruição do seu habitat. Pode-se citar como exemplo, a presença de meleiros que extraem o mel, com ou sem derrubada de árvores de uma forma predatória, ou outros fatores como para a degradação ambiental: queimadas, carvoarias, expansão da pecuária e a lavoura de subsistência, que contribuem sobremaneira para o agravamento do quadro (Castro, 2001).

Há muito tempo a caatinga vem sendo desmatada e a retirada de madeira é a principal causa da diminuição da cobertura vegetal. A retirada da vegetação dá espaço à pecuária extensiva, agricultura de subsistência e produção de lenha e carvão. Com o desmatamento há uma alteração ambiental, que deve interferir na composição da comunidade de abelhas e suas relações com as plantas.

Como as abelhas são os principais polinizadores da maioria das angiospermas, participando da manutenção da diversidade florística do ambiente, este grupo taxonômico demonstra-se promissor para ser usado como indicador ambiental.

Neste estudo foram avaliadas áreas de caatinga, em distintos níveis de degradação, e estas correlacionadas à riqueza e abundância de abelhas, localizadas no entorno da Usina Hidroelétrica de Xingó, no Nordeste do Brasil.

Neste estudo são levantadas questões como: a) quais espécies de abelhas e com qual abundância ocorrem na caatinga mais preservada em comparação com três estágios de degradação; b) como é composta a comunidade de plantas e abelhas nas diferentes áreas estudadas; c) quais diferenças e semelhanças existentes entre riqueza e abundância de abelhas e plantas nas quatro áreas; d) como a degradação do habitat afeta os diferentes grupos de abelhas.

## **MATERIAL E MÉTODO**

### **Caracterização das áreas de estudo**

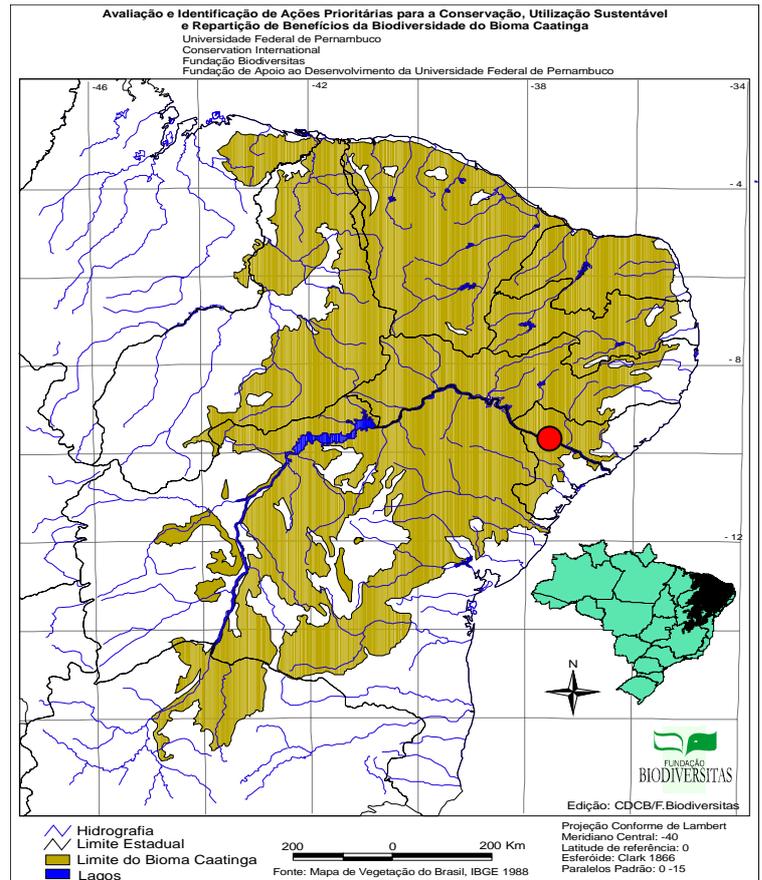
A área de estudo apresenta clima semi-árido, quente, com o período seco aproximando-se dos 10 meses (Assis, 2000). O período chuvoso vai de maio a julho. As precipitações anuais ficam entre 500mm e 750mm (PLGGB 1988). A temperatura apresenta média anual é de 25° C, ultrapassando 27°C nos meses mais quentes, e caindo para menos de 21°C nos mais frios (INPE, 2001).

As áreas estudadas encontram-se no Complexo Granitóide do Embasamento Cristalino, e em áreas sedimentares de arenito, da Formação Tacaratu (Bigarella, 1994, Assis, 1999, 2000). Os solos encontrados observados em nível de superfície, resultam da associação de Neossolos Quartzarênicos, Afloramento Rochoso e Neossolos Litólicos e Luvisolos Crômico Órtico (EMBRAPA, 1999).

O estudo foi realizado a montante da represa da Usina Hidrelétrica de Xingó - UHE, no baixo curso do Rio São Francisco nos municípios de Canindé do São Francisco – Sergipe e Olho d'Água do Casado – Alagoas. As áreas de estudo foram definidas pelo grau de desmatamento: 1) Fazenda Cana Brava/Sergipe, caatinga arbórea densa (S 09°34´15,9" W 037°59´12,5", altitude de 280m); 2) Fazenda Brejo/Sergipe, caatinga arbórea aberta (S 09°43´18,1" W 037°58´07,9", altitude 300m); 3) Sítio Justino/Sergipe, caatinga arbustiva (S 09°36´27,5" W 037°50´35,2", altitude 163m) e 4) Fazenda Capelinha/Alagoas, pasto (S 09°31´24,5" W 037°49´07,8", altitude 248m).



Mapa do Brasil com os estados do Nordeste  
 Fonte: IBAMA, 2003.



Fonte: Freire (2003)  
 ● Área de estudo

Figura 1: Domínio do bioma caatinga no Nordeste do Brasil com indicação da área de estudo

A Fazenda Cana Brava corresponde à **caatinga arbórea densa** é a área mais preservada. A vegetação tem a predominância de árvores com diâmetro a altura do peito maior ou igual a 30 cm, intercaladas de arvoretas, arbustos, pequenos arbustos, ervas e lianas. A altura média do dossel é superior a 10 metros (Figura 2 a).

As arbóreas predominantes são: *Cordia insignis*, *Zizyphus joazeiro*, *Mimosa tenuiflora*, e *Senna splendida*; arbustos predominantes foram *Conocliniopsis prassifolia*, *Vernonia chalybaea*, e *Melochia tomentosa*.

Na Fazenda Brejo, **caatinga arbórea aberta**, tem a ocorrência de árvores altas e esparsas. Estas têm uma altura de 7 a 10 metros e possui diâmetro a altura do peito de 10 a 30 cm. Arbustos espinhosos e plantas suculentas, ervas e pequenos arbustos ocorrem entre as árvores. Neste local as lianas foram raras (Figura 2 b).

Espécies arbóreas que foram encontradas no local foram *Schinopsis brasiliensis*, *Tabebuia aurea*, *T. impetiginosa*, *Anadenanthera columbrina* e *Mimosa tenuiflora*; arbustos como *Sida galheirensis*, *Croton rhamnifolius*, *Caesalpinia pyramidalis*, *Aspidosperma pyriformis*, *Allamanda blanchetii*.

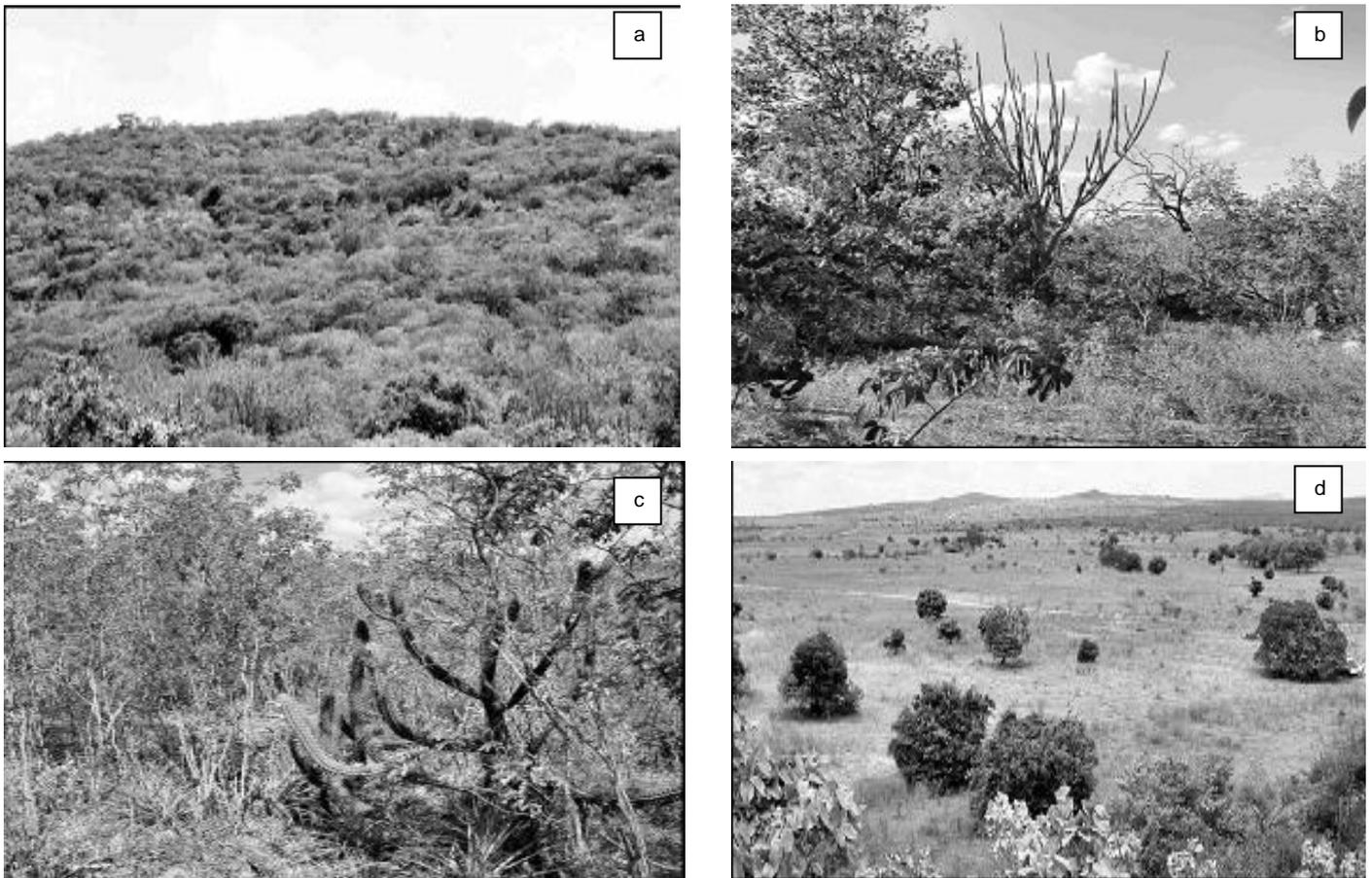
No Sítio Justino predomina uma **caatinga arbustiva**. Os arbustos apresentaram altura de 2,0 m e diâmetro a altura do peito não ultrapassando 10 cm. Algumas árvores jovens alcançam até 3 m de altura (*Cnidosculus quercifolius* e *Aspidosperma pyriforme*). A caatinga arbustiva é uma área em regeneração localizada às margens do cânion do Rio São Francisco. A área foi desmatada nos anos de 1985 a 1990 para a construção dos diques de contenção da represa UHE Xingó. O estrato arbustivo caracteriza-se por uma rápida regeneração, possui uma cobertura homogênea de espécies vegetais.

Os arbustos predominantes da área foram *Caesalpinia pyramidalis*, *Jatropha mollissima*, *Melochia tomentosa*, *Sida galheirensis* e *Croton rhamnifolius*. As Cactaceae freqüentes foram *Pilosocereus gounellei* (Weber), *P. piauihyensis* (Gürke) Byles & Rowley, *Opuntia palmadora* e *O. inamoema* (Figura 2 c).

Na Fazenda Capelinha foi estudada uma área de **pastagem**, que é caracterizada por uma vegetação herbácea com arbustos intercalados, que florescem no período chuvoso de quatro meses, de maio agosto. As ervas apresentam uma altura de, no máximo, 50 cm (Figura 2 d).

Na área pratica-se a pecuária extensiva de bovinos e caprinos. Realiza-se o corte anual e a queima das leiras (galhos e folhas da vegetação ruderal), para o preparo do solo e plantio de feijão e milho, no período chuvoso.

Espécies de plantas abundantes no local foram: *Centrathium punctatum*, *Heliotropium angiospermum*, *Chamaecrista repens*, *Evolvulus* sp., *Richardia grandiflora* e *Boerhavia coccinea*; arbustos: *Indigofera suffruticosa*, *Melochia tomentosa* e *Sida galheirensis*.



**Figura 2: Fisionomias das áreas estudadas; a) Fazenda Cana Brava/Caatinga arbórea densa, município de Canindé do São Francisco/SE; b) Fazenda Brejo/Caatinga arbórea aberta, município de Canindé do São Francisco/SE; c) Sítio Justino/Caatinga arbustiva, município de Canindé do São Francisco/SE; d) Fazenda Capelinha/Pastagem, município de Olho d'Água do Casado/AL.**

### **Coleta de abelhas e plantas**

Foram feitas seis amostragens de coleta nas quatro áreas selecionadas. As coletas foram realizadas em 2002, de maio a setembro, período chuvoso e em dezembro, período seco. Cada amostragem caracteriza-se por quatro coletas em dias consecutivos. Cada dia foi reservado para a coleta de abelhas em uma das áreas definidas, totalizando 24 coletas com 192 horas.

A seqüência de coletas das quatro áreas foi alterada em cada amostra, cujas condições climáticas foram semelhantes. Foram determinadas áreas homogêneas com aproximadamente 10 ha.

Coletas aleatórias foram realizadas por duas pessoas independentes em plantas com flores, entre 7:00 e 15:00h, não permanecendo mais que 20 minutos por planta que as abelhas visitavam. Foram amostrados todos os indivíduos arbóreos, arbustos, pequenos arbustos, lianas e ervas.

Abelhas foram coletadas com o auxílio de redes entomológicas e inseridas em vidros com acetato de etila. Em caso de visitas abundantes às flores, foram coletados apenas 20 indivíduos de *Apis mellifera* e *Trigona spinipes* por planta, sendo realizada uma sub amostragem. As abelhas foram preparadas, etiquetadas e depositadas na Coleção Entomológica da Universidade Federal de Pernambuco.

A maioria dos indivíduos foi identificada por C. Schlindwein. Grupos específicos foram identificados por J. S. Moure, D. Urban e A. Aguiar (UFPR).

Os dados de coleta de cada espécime (data, horário, sexo, planta visitada, código de espécie, número de indivíduo e local) foram introduzidos no banco de dados das relações entre insetos antófilos e plantas, do grupo de trabalho.

As plantas melitófilas foram coletadas no período de seis meses, conjuntamente às coletas de abelhas, para verificar a composição vegetacional das diferentes áreas. As plantas foram herborizadas e identificadas em cooperação com Botânicos da UFPE, IPA-PE e UFRPE. As exsiccatas foram incluídas ao acervo do Herbário UFP Geraldo Mariz, da UFPE (registros de nº 37.351 a 37.476), e no Instituto do Meio Ambiente de Alagoas.

### **Análise estatística e índices ecológicos**

Foi calculado o índice de diversidade de Shannon-Wiener (Krebs 1989), que possibilita indicar a área com maior diversidade e melhor equitabilidade em relação às espécies de abelhas. O índice de diversidade leva em consideração a distribuição de cada espécie por sua abundância relativa (composição), a riqueza e diversidade de espécies de abelhas.

Índice de diversidade de Shannon-Wiener foi escolhido por ser mais influenciado por espécies raras. Isto se deve ao registro de várias espécies restritas nas quatro áreas estudadas (Ricklefs 1996; Valentin 2002).

## **Eqüitabilidade**

A eqüitabilidade de Shannon-Wiener varia de 0 a 0,5 e é empregada em dados de riqueza e abundância (Krebs 1989; Valentin 2002).

## **Análise de similaridade**

O registro de espécies de abelhas e composição florística das plantas melitófilas das quatro áreas amostradas foram comparadas a partir do índice de similaridade de Jaccard e Morizita (Krebs, 1989). As matrizes e o dendrograma de similaridade foram calculados pelo método de agrupamento UPGMA - Método não ponderado de agrupamento aos pares por médias aritméticas (Valentin 2000).

O índice de Morisita varia de 0 a 1, sendo o valor 1 o máximo de similaridade. Este método é basicamente empregado para quantificar dados de abundância (Ricklefs 1996).

Para analisar o índice de similaridade de plantas melitófilas foi usado o Coeficiente de Jaccard.

O índice de Jacard varia de 0 a 1, sendo o valor 1 o máximo de similaridade. Este método é basicamente empregado em dados de abundância com presença e ausência de espécies (Valentin 2002, Ricklefs 1996).

## RESULTADOS

### Riqueza e abundância de abelhas

Foram coletados 2871 indivíduos de abelhas de 75 espécies (Tabela 1) com 5 famílias nas quatro áreas estudadas. A família Apidae foi a melhor representada, somando mais da metade das espécies da apifauna local (Figura 3, Tabela 2).

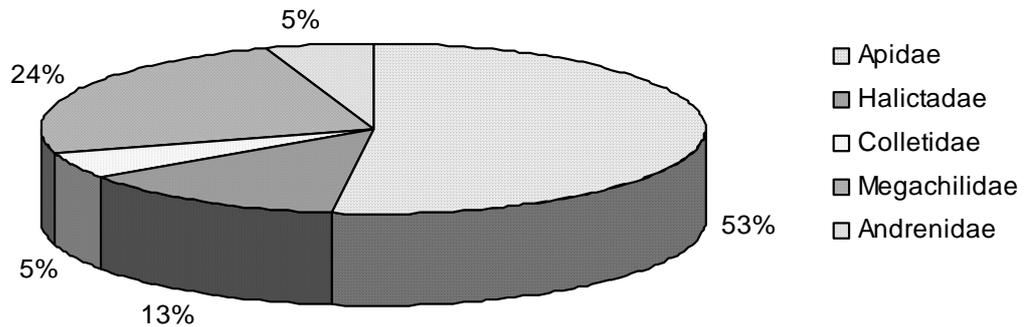


Figura 3: Percentual de espécies de abelhas registradas por família nas quatro áreas de caatinga no Nordeste do Brasil

Tabela 2: Número de espécies registradas nas quatro áreas de caatinga em relação às famílias de abelhas no Nordeste do Brasil

Família	Caat. arb. densa	Caat. arb. aberta	Caat. arbustiva	Pasto	Nº de Espécie	% da Apifauna
Andrenidae	2	2	0	4	4	5
Apidae	28	23	20	17	39	53
Colletidae	2	2	0	0	4	5
Halictidae	6	6	5	4	10	13
Megachilidae	9	10	6	7	18	24
<b>Total</b>	<b>47</b>	<b>43</b>	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>75</b>	<b>100</b>

Para os indivíduos de abelhas registrados por família, Apidae somou com 90% (2583), seguido de Megachilidae com 6% (162) Figura 4.

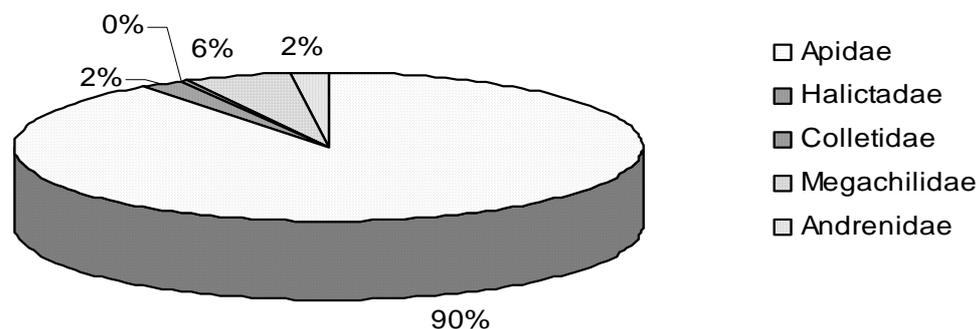


Figura 4: Percentual de indivíduos de abelhas por família registrados nas quatro áreas de caatinga no Nordeste do Brasil

Das 75 espécies, 39 foram amostradas em mais de que uma área e 35 ocorreram apenas em uma das quatro áreas (Tabela 3). Aproximadamente 1/3 as espécies ocorreram em todas.

Tabela 3: Distribuição das espécies de abelhas nas quatro áreas de caatinga no Nordeste do Brasil: a) Espécies que ocorreram em mais de uma área; b) Espécies que foram amostradas apenas em uma área

a) Nº de áreas amostradas	Espécies comuns	% de apifauna
4 áreas	14	19%
3 áreas	10	13%
2 áreas	15	20%
<b>Total</b>	<b>39</b>	

b) Áreas amostradas	Espécies restritas por área	% de apifauna
Caatinga arbórea densa	13	18%
Caatinga arbórea aberta	9	11%
Caatinga arbustiva	5	8%
Pasto	9	11%
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>100%</b>

Tabela 1: Inventário da apifauna e sua abundância por sexo registradas nas quatro áreas de caatinga no Nordeste do Brasil

Espécies	Caatinga Arbórea Densa		Caatinga Arbórea Aberta		Caatinga Arbustiva		Pasto	
	F	M	F	M	F	M	F	M
<b>ANDRENIDAE</b>								
<b>PANURGINAE</b>								
<b>Calliopsini</b>								
<i>Callonychium brasiliense</i> (Ducke, 1908)	2		1				1	
<b>Panurgini</b>							14	1
<i>Anthrenoides</i> sp. 1								
<b>Protandrenini</b>							16	4
<i>Psaenythia variabilis</i> Ducke, 1910								
<b>Protomeliturgini</b>								
<i>Protomeliturga turnerae</i> (Ducke, 1912)	2	3	1				3	5
<b>APIDAE</b>								
<b>APINAE</b>								
<b>Euglossini</b>								
<i>Euglossa (Euglossa) cordata</i> (Linnaeus, 1758)				1		1		
<i>Euglossa (Euglossa)</i> sp. n. 1		1						
<b>Meliponini</b>								
<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus, 1758)	246		156		238		262	
<i>Frieseomelitta doederleini</i> (Friese, 1900)	145		12				8	
<i>Melipona asilvae</i> (Moure, 1971)			1		1			
<i>Plebeia flavocincta</i> (Cockerell, 1912)	6		24		5		9	
<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	117		224		469		209	
<i>Trigonisca cf. intermedia</i> Moure, 1989	4		10		21		4	
<i>Trigonisca pediculana</i> (Fabricius, 1804)	86		1		2		1	
<b>Centridini</b>								
<i>Centris (Centris) aeNordestea</i> (Lepeletier, 1841)							1	1
<i>Centris (Centris) caxienseis</i> (Ducke, 1910)	3	1		13	3	10	1	2
<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith, 1874		10	10	2	1	9		1
<i>Centris (Hemisiella) trigonoides</i> Lepeletier, 1841		1		1		12		
<i>Centris (Paracentris) hyptidis</i> Ducke, 1908		6	8	3		5	20	31
<i>Centris (Trachina) fuscata</i> Lepeletier, 1841	1	4		2		8	3	5
<b>Emphorini</b>								
<i>Melitoma segmentaria</i> (Fabricius, 1804)					5			
<i>Melitomella grisescens</i> (Ducke, 1907)		1	10					
<i>Melitomini</i> Gen. n. sp. n.	2		1					
<b>Ericrocidini</b>								
<i>Mesocheira bicolor</i> (Fabricius, 1804)		1						
<i>Mesoplia rufipes</i> (Perty, 1833)								2
<i>Mesoplia (Mesoplia)</i> sp. 1		1						
<i>Mesoplia (Mesoplia)</i> sp. 2		1						
<b>Eucerini</b>								
<i>Alloscirtetica labiatarum</i>	3	22		1				
<i>Gaesischia (Gaesischia) similis</i> Urban, 1989		7						2
<i>Melissodes nigroaenea</i> (Smith, 1854)			1					
<i>Gaesischia</i> sp. 1								1
<i>Gaesischia</i> sp. 2		7						
<i>Gaesischia</i> sp. 3		1						
<b>Tapinotaspidini</b>								
<i>Caenonomada unicalcarata</i> Ducke, 1908	6	19	2	2	1	2	1	3
<i>Paratetrapedia (Paratetrapedia) connexa</i> (Vachal, 1909)								1
<b>Tetrapediini</b>								
<i>Coelioxoides</i> sp. 1		1						
<i>Tetrapedia</i> sp. 2	1				1	1		
<b>XYLOCOPINAE</b>								
<b>Ceratinini</b>								
<i>Ceratina (Crewella) maculifrons</i> Smith, 1854	1		2	1	4			
<i>Ceratinula muelleri</i> Friese, 1910	3			1				

F – fêmea  
M - macho

Espécies	Caatinga Arbórea Densa		Caatinga Arbórea Aberta		Caatinga Arbustiva		Pasto	
	F	M	F	M	F	M	F	M
<b>Xylocopini</b>								
<i>Xylocopa (Nordesteoxycopa) cearensis</i> Ducke, 1910			1					
<i>Xylocopa (Nordesteoxycopa) ordinaria</i> Smith, 1874			1	1				
<i>Xylocopa (Megaxylocopa) frontalis</i> (Olivier, 1789)	1							
<i>Xylocopa (Nordesteoxycopa) grisescens</i> Lepeletier, 1841	15							
<i>Xylocopa (cf. Cirroxylocopa) sp. n. 1</i>			1					
<b>COLLETIDAE</b>								
<b>XEROMELISSINAE</b>								
<b>Chilicolini</b>								
<i>Chilicola (Prosopoides) cf. minima</i> (Ducke, 1908)		1						
<b>DIPHAGLOSSINAE</b>								
<b>Caupolicanini</b>		1						
Gen sp.								
<b>HYLAEINAE</b>								
<i>Hylaeus sp. 7</i>			1					
<b>PARACOLLETINAE</b>								
<i>Bicolletes sp. 4</i>			5					
<b>HALICTIDAE</b>								
<b>HALICTINAE</b>								
<b>Augochlorini</b>								
<i>Augochlora (Oxystoglossella) sp. 1</i>	5		7				1	
<i>Augochlora (Oxystoglossella) sp. 3</i>			1					
<i>Augochlora (Oxystoglossella) sp. 5</i>	18		2				1	
<i>Augochlora (Oxystoglossella) sp. 6</i>					1			
<i>Augochloropsis sp. 1</i>	5		7					
<i>Augochloropsis sp. 2</i>	1					1	1	
<i>Augochloropsis sp.15</i>					1			
<i>Pseudaugochlora pandora</i> (Smith, 1853)	3	1	2	1	6	6	6	1
<i>Pereirapis semiaurata</i> (Spinola, 1851)		1	1					
<b>Halictini</b>								
<i>Dialictus (Chloralictus) opacus</i> (Moure, 1940)			5		1			
<b>MEGACHILIDAE</b>								
<b>ANTHIDINAE</b>								
<b>Anthidini</b>								
<i>Dicranthidium arenarium</i> (Ducke, 1907)	1		2					
<i>Dicranthidium luciae</i> Urban, 1992	4	3	2				1	
<i>Epanthidium muculatum</i> Urban, 1992			1			1		
<i>Larocanthidium emarginatum</i> Urban, 1997								1
<b>MEGACHILINAE</b>								
<b>Megachilini</b>								
<i>Coelioxys (Acrocoelioxys) sp. 1</i>	1	4						
<i>Coelioxys (Acrocoelioxys) sp. 2</i>						1		
<i>Coelioxys (Glyptocoelioxys) sp. 2</i>		2						
<i>Megachile (Acentron) sp. 1</i>				2				
<i>Megachile (Nordesteochelynia) sp. 1</i>		2		2				
<i>Megachile (Pseudocentron) sp. 1</i>	3	3	12	4	2	12	4	1
<i>Megachile (Pseudocentron) sp. 3</i>	8	8	8	12	4		1	1
<i>Megachile (Pseudocentron) sp. 5</i>							2	
<i>Megachile (Pseudocentron) sp. 6</i>							1	
<i>Megachile (Pseudocentron) sp. 7</i>			1					
<i>Megachile (Pseudocentron) sp.8</i>			5					
<i>Megachile (Sayapis) dentipes</i> Vachal, 1909	5	7	9	2	2	5		6
<i>Megachile (Tylomegachile) orba</i> Schrottky, 1913	1							
<i>Megachile cf. (Cressoniella) sp. 1</i>					1			
<b>TOTAL</b>	<b>699</b>	<b>120</b>	<b>536</b>	<b>51</b>	<b>769</b>	<b>74</b>	<b>571</b>	<b>69</b>

F – fêmea  
M - macho

### Abundância de indivíduos de abelhas coletadas nas quatro áreas estudadas

Dos 2871 indivíduos coletados, foi a caatinga arbustiva a área mais representativa com 30% e caatinga arbórea densa ficou com 28% do total dos indivíduos coletados (Figura 5).

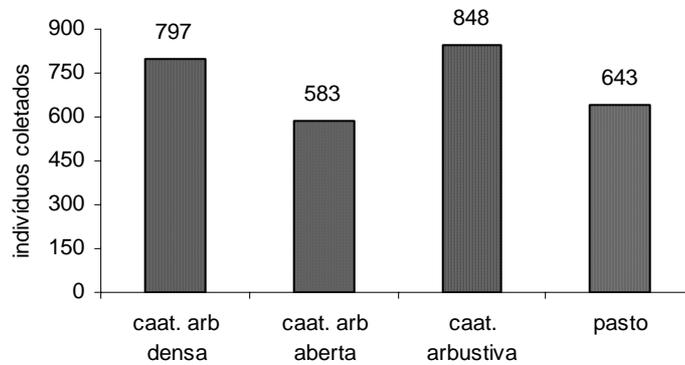


Figura 5: Números de indivíduos coletados nas quatro áreas de caatinga no Nordeste do Brasil

Espécies mais abundantes, com número de indivíduos maior ou igual a cinco, ocorreram na caatinga arbórea densa com 21 (32%) e caatinga arbórea aberta com 17 (27%). Caatinga arbustiva registrou 14 (22%) e no pasto 12 (19%) (Figura 6).

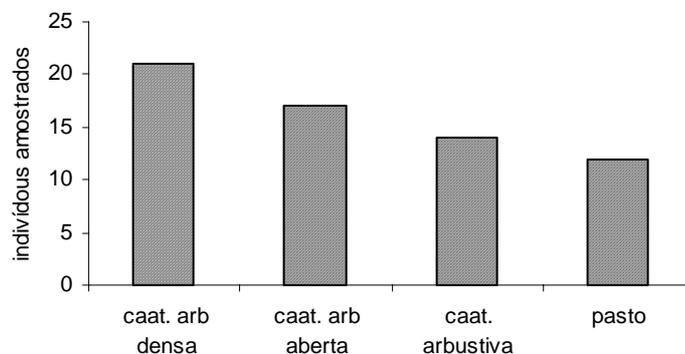


Figura 6: Número de indivíduos por espécies abundantes das quatro áreas estudadas no Nordeste do Brasil

### Distribuição de espécies abundantes por taxas

As tribos com maior número em espécies foram Megachilini com 14, Augochlorini com 9 e Meliponini e Centridini ambas com 7 espécies (Tabela 1). Representantes de Colletidae, só foram registrados nas caatingas arbórea densa e aberta desta família e apenas *Bicolletes* sp. 4 ocorreu como espécie abundante na arbórea (Figura 7).

Abelhas da subfamília Panurginae foram mais abundantes no pasto (Figura 7).

Na tribo Augochlorini as espécies que se destacaram foram *Augochlora (Oxystoglossella) sp. 1* e *Dialictus opacus* na caatinga arbórea aberta; *Augochlora (Oxystoglossella) sp. 5* na caatinga arbórea densa. No pasto e caatinga arbustiva, *Pseudaugochlora pandora* foi a mais abundante (Figura 7).

Centridini, as espécies que se destacaram foram *Centris (Hemisiella) tarsata* na caatinga arbórea densa e na arbustiva; *Centris (Hemisiella) trigonoides* na caatinga arbustiva; *Centris (Paracentris) hyptidis*, no pasto com 50 indivíduos e *Centris (Paremisia) fuscata* em todas as áreas (Figura 8).

Para a tribo Megachilini a espécie *Megachile (Pseudocentron) sp. 1* foi abundante nas caatingas arbórea aberta e na arbustiva. *Megachile (Pseudocentron) sp. 3* foi representada nas caatingas arbórea densa e aberta. *Megachile (Sayapis) dentipes* foi abundante em todas as áreas. Anthidini se destacaram nas caatingas arbóreas densa e aberta (Figura 7).

Na Ceratinini duas espécies foram registradas. *Ceratina (Crewella) maculifrons*, que foi abundante na caatinga arbustiva, enquanto para Xylocopini, *Xylocopa (Neoxylocopa) grisescens* foi abundante na caatinga arbórea densa (Figura 8).

Na Tapinotaspidini, a espécie abundante foi *Caenonomada unicalcarata*, que se destacou na caatinga arbórea densa. Nas outras áreas não passaram de 4 indivíduos (Figura 8).

Na Emphorini, *Melitoma segmentaria* foi representada na caatinga arbustiva e *Melitomella grisescens* na caatinga arbórea aberta (Figura 8).

Na Eucerini, *Alloscirtetica labiatarum* e *Gaesischia sp. 2* foram abundantes nas caatingas arbóreas densa e aberta (Figura 8).

Na Meliponini as espécies abundantes foram *Frieseomelitta doederleini*, com 60%, e *Trigonisca pediculana* com 36% na caatinga arbórea densa. *Plebeia flavocincta* destacou-se na caatinga arbórea aberta, e, *Trigonisca intermedia* na caatinga arbustiva (Figura 9).

Os indivíduos de *Apis mellifera* e *Trigona spinipes* foram mais abundantes em todas as áreas. Os maiores valores de *A. mellifera* ocorreram no pasto, com 262 e o menor 156 na caatinga arbórea aberta. Operárias de *T. spinipes* predominaram na caatinga arbustiva com 469. Na caatinga arbórea densa foram amostrados 117 indivíduos (Figura 9).

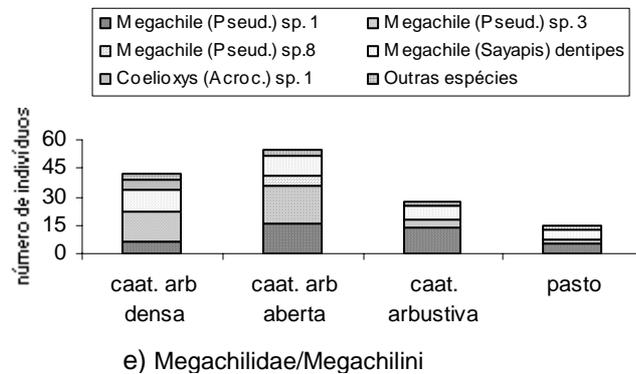
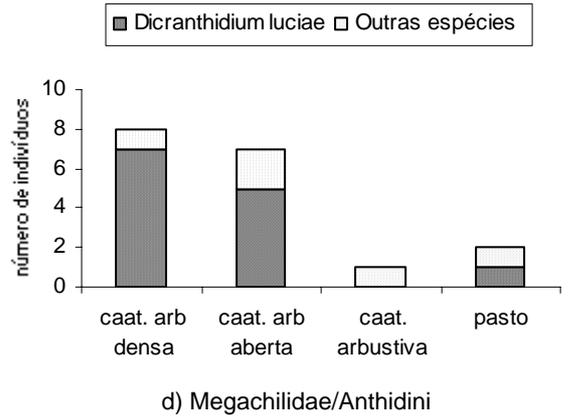
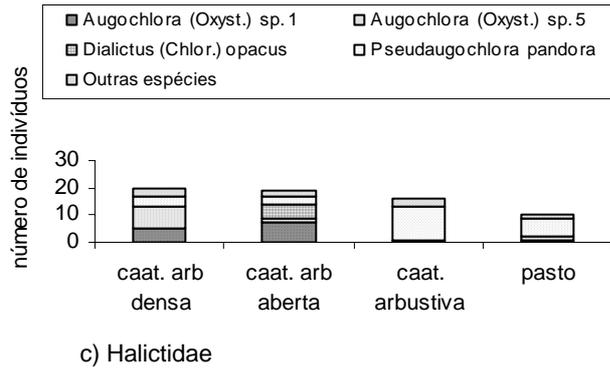
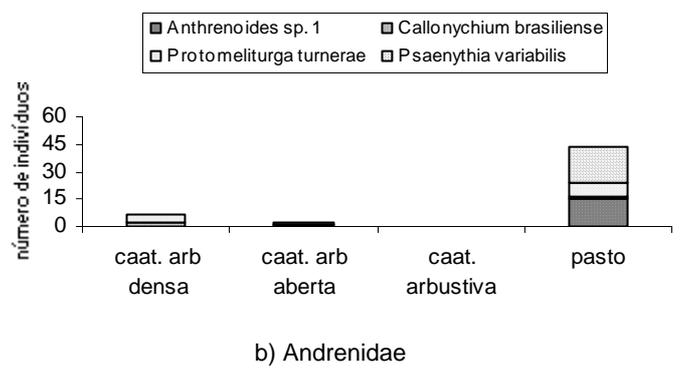
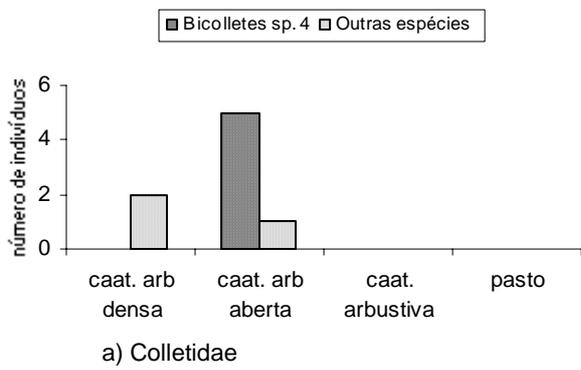


Figura 7: Espécies registradas com pelo menos 5 indivíduos das famílias Colletidae, Andrenidae, Halictidae e Megachilidae nas áreas estudadas no Nordeste do Brasil

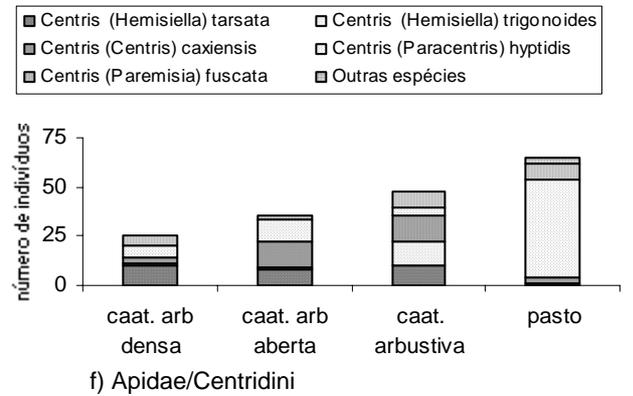
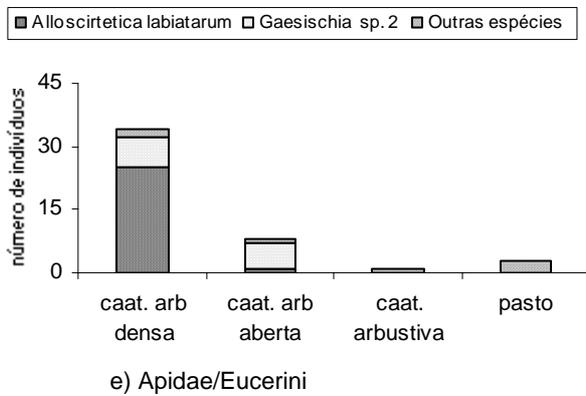
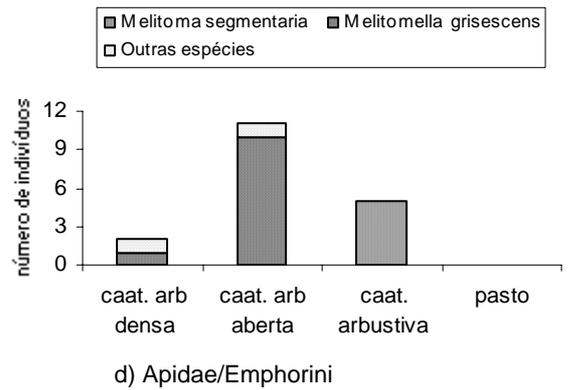
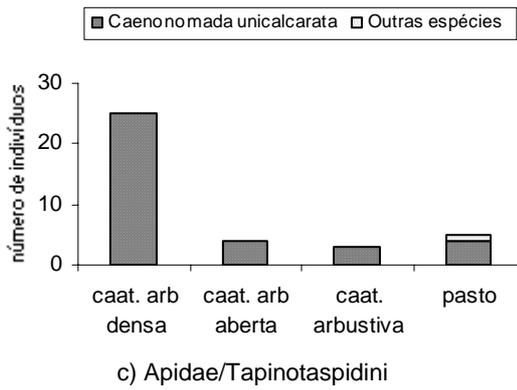
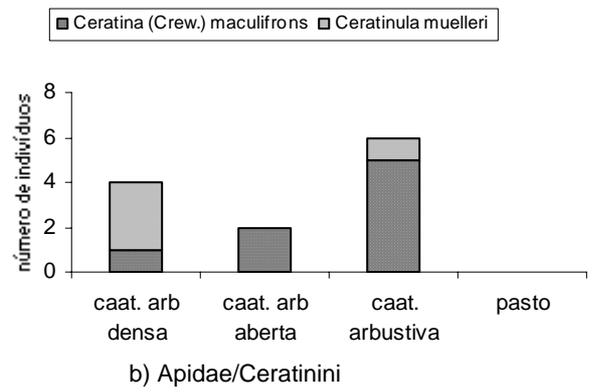
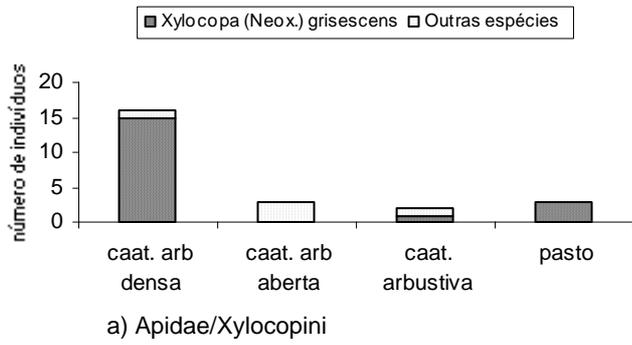


Figura 8: Espécies registradas com pelo menos 5 indivíduos da família Apidae e as tribos Xylocopini, Ceratinini, Tapinotaspidini, Emphorini, Eucerini e Centridini nas quatro áreas estudadas no Nordeste do Brasil

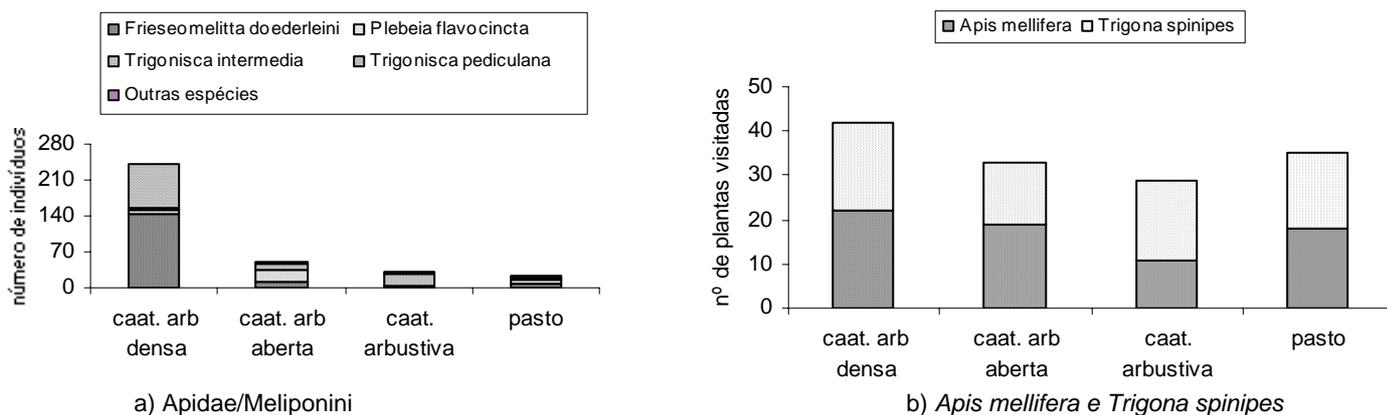


Figura 9: Espécies registradas com pelo menos 5 indivíduos da família Apidae, tribo Meliponini e *Apis mellifera* nas quatro áreas de caatinga no Nordeste do Brasil

### Distribuição de espécies raras, intermediárias e comuns das áreas estudadas

Baseados nos critérios propostos por (Palma, 1975 *apud* Abreu e Nogueira, 1989) do total geral das espécies de abelhas, duas espécies foram comuns (*Apis mellifera* e *Trigona spinipes*) para as quatro áreas. Das espécies consideradas intermediárias, foram registradas nas áreas de caatinga arbórea densa 29 e caatinga arbórea aberta 32 espécies. Entretanto, o maior número de espécies consideradas raras foi na caatinga arbórea densa, que registrou 13 espécies. Por outro lado, a caatinga arbórea aberta e o pasto registraram o mesmo número de espécies, nove, sendo a caatinga arbustiva a área com o menor valor, cinco espécies (figura 10).

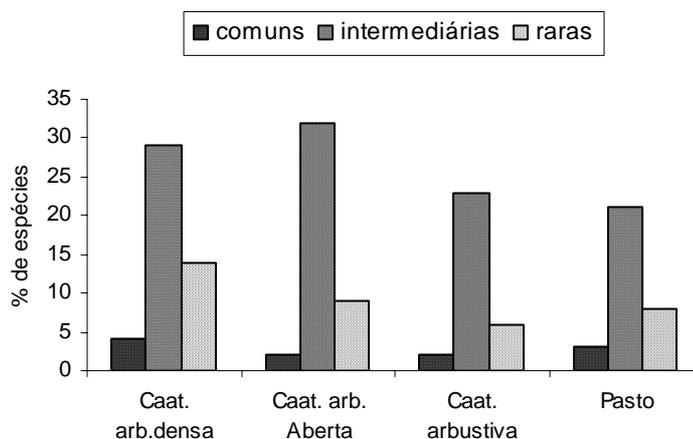


Figura 10: Distribuição de espécies raras, intermediárias e comuns nas quatro áreas de caatinga no Nordeste do Brasil

## Índices ecológicos

### Índice de diversidade e equitabilidade de abelhas

O índice de diversidade de Shannon-Wiener para abelhas, registrado nas quatro áreas, apresentou diferenças significativas na riqueza e abundância de indivíduos. Caatinga arbórea densa apresentou **2,36** e caatinga arbórea aberta **2,20** (Figura 11). A diversidade nas caatingas arbóreas densa e aberta registrou significativamente maior equitabilidade, do que nos outros sucessivos estágios da vegetação caatinga (Figura 11).

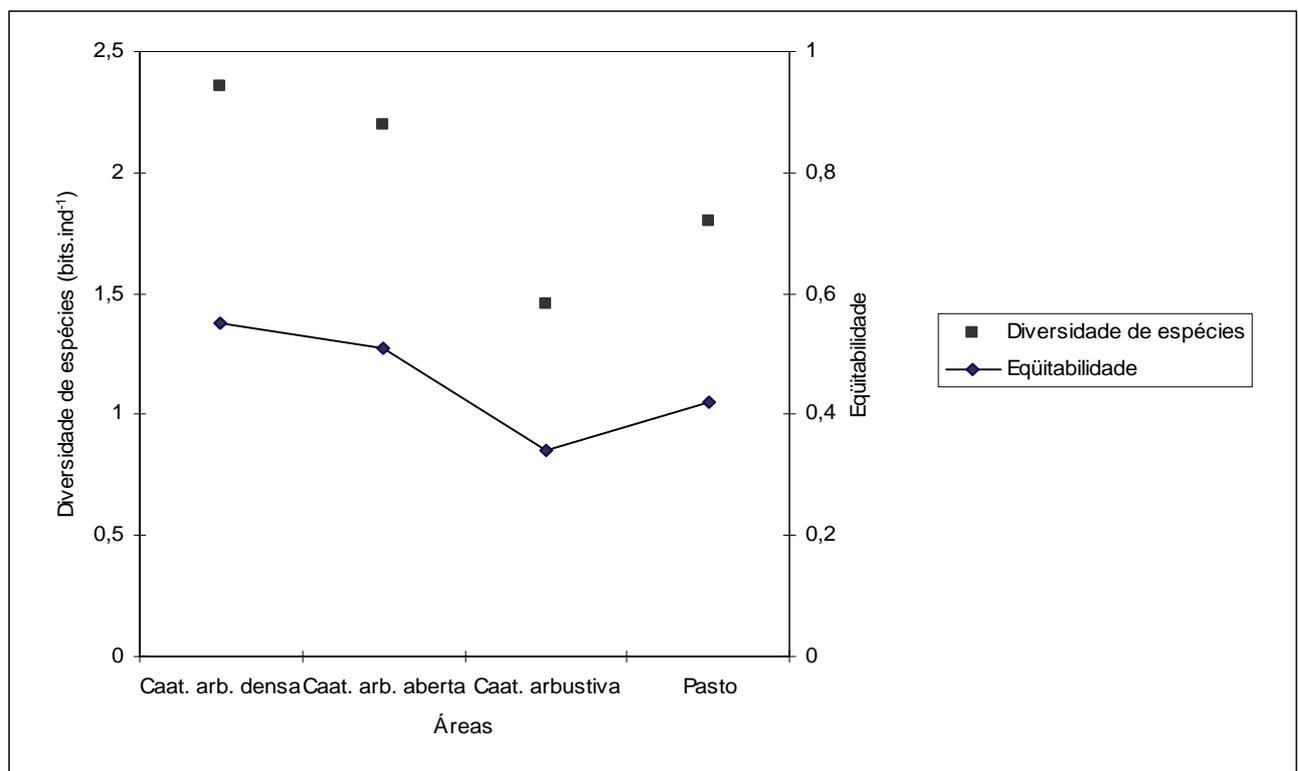


Figura 11: Índice de diversidade de espécies e equitabilidade de abelhas registrados nas quatro áreas de caatinga no Nordeste do Brasil

## Similaridade entre as áreas –comunidade apifauna

As áreas (caatinga arbórea aberta e arbustiva) foram agrupadas pelo método de ligação simples, e apresentaram índices de similaridade maior ou igual a (Morisita  $> 0.7$ ;  $p < 0,5$ ; 4000 replicações) (Tabela 4). A caatinga arbórea densa não apresentou similaridade com as demais áreas, pois registrou índice acima do limite de significância  $> 0,7$ , enquanto o pasto apresentou a menor similaridade entre as áreas agrupadas (Figura 12).

Tabela 4: Valores de similaridade/Morisita entre nas quatro áreas de caatinga para a comunidade de abelhas no Nordeste do Brasil

Similaridade/Morisita	Caat. arb. densa	Caat. arb. aberta	Caat. arbustiva	Pasto
Caat. arb. densa	1.0			
Caat. arb. aberta	0.7	1.0		
Caat. arbustiva	0.6	0.9	1.0	
Pasto	0.7	0.9	0.8	1.0

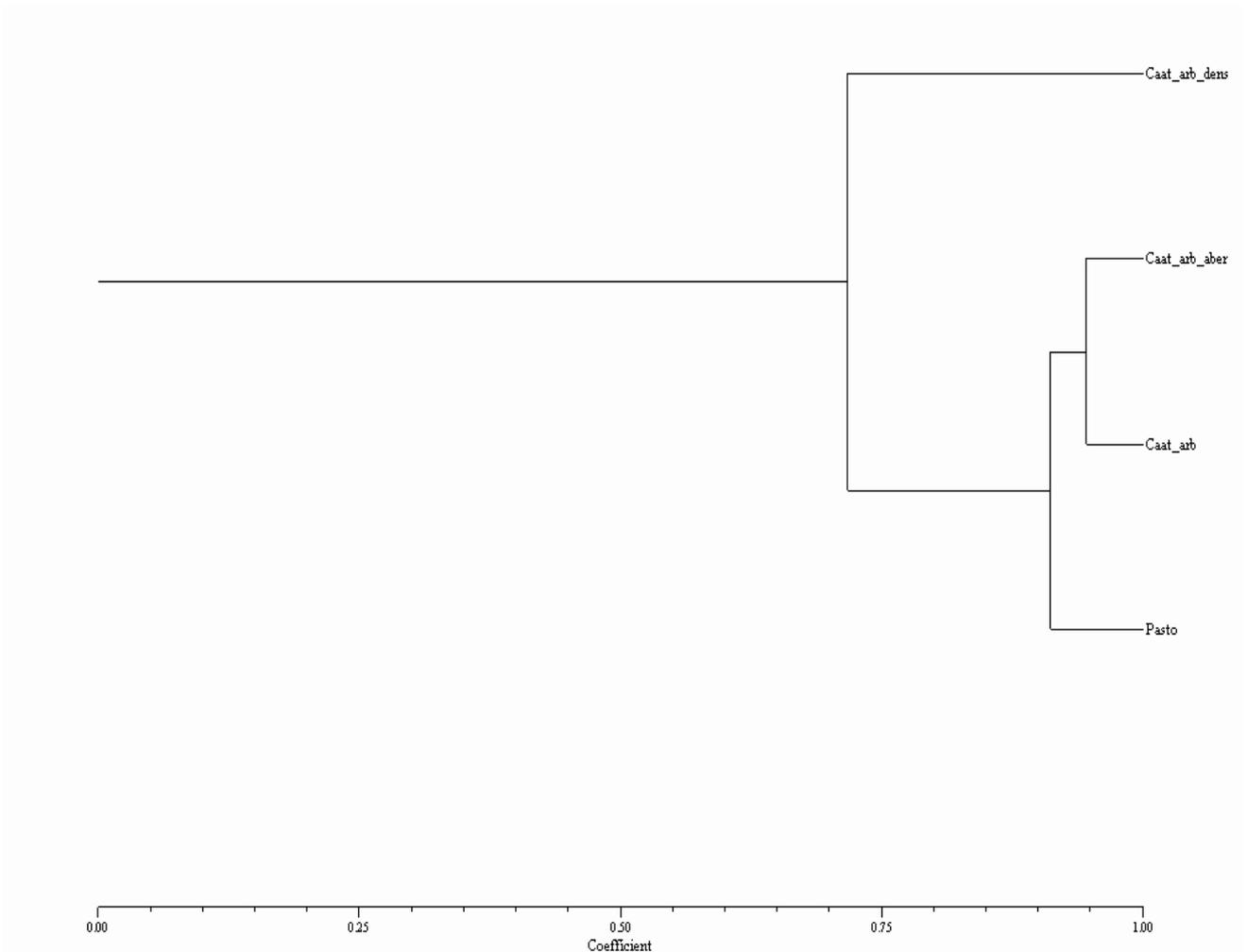


Figura 12: Dendrograma de similaridade/Morisita de abelhas registradas nas quatro áreas de caatinga no Nordeste do Brasil

Analisando a similaridade de Jaccard, as áreas mais preservadas (caatinga arbórea densa e aberta) foram as mais similares em diversidade de abelhas, com um coeficiente ( $> 0,4$ ,  $p < 0,5$ ; 4000 replicações) (Tabela 5). O pasto e a caatinga arbustiva apresentaram baixa similaridade em relação as duas áreas agrupadas, e tornaram-se mais próximas entre si, com um índice  $> 0,3$  (Figura 13).

Tabela 5: Valores de similaridade/Jaccard entre nas quatro áreas de caatinga para a comunidade de abelhas no Nordeste do Brasil

Similaridade/Jaccard	Caat. arb. densa	Caat. arb. aberta	Caat. arbustiva	Pasto
Caat. arb. densa	1.0			
Caat. arb. aberta	0.47	1.0		
Caat. arbustiva	0.36	0.39	1.0	
Pasto	0.41	0.36	0.34	1.0

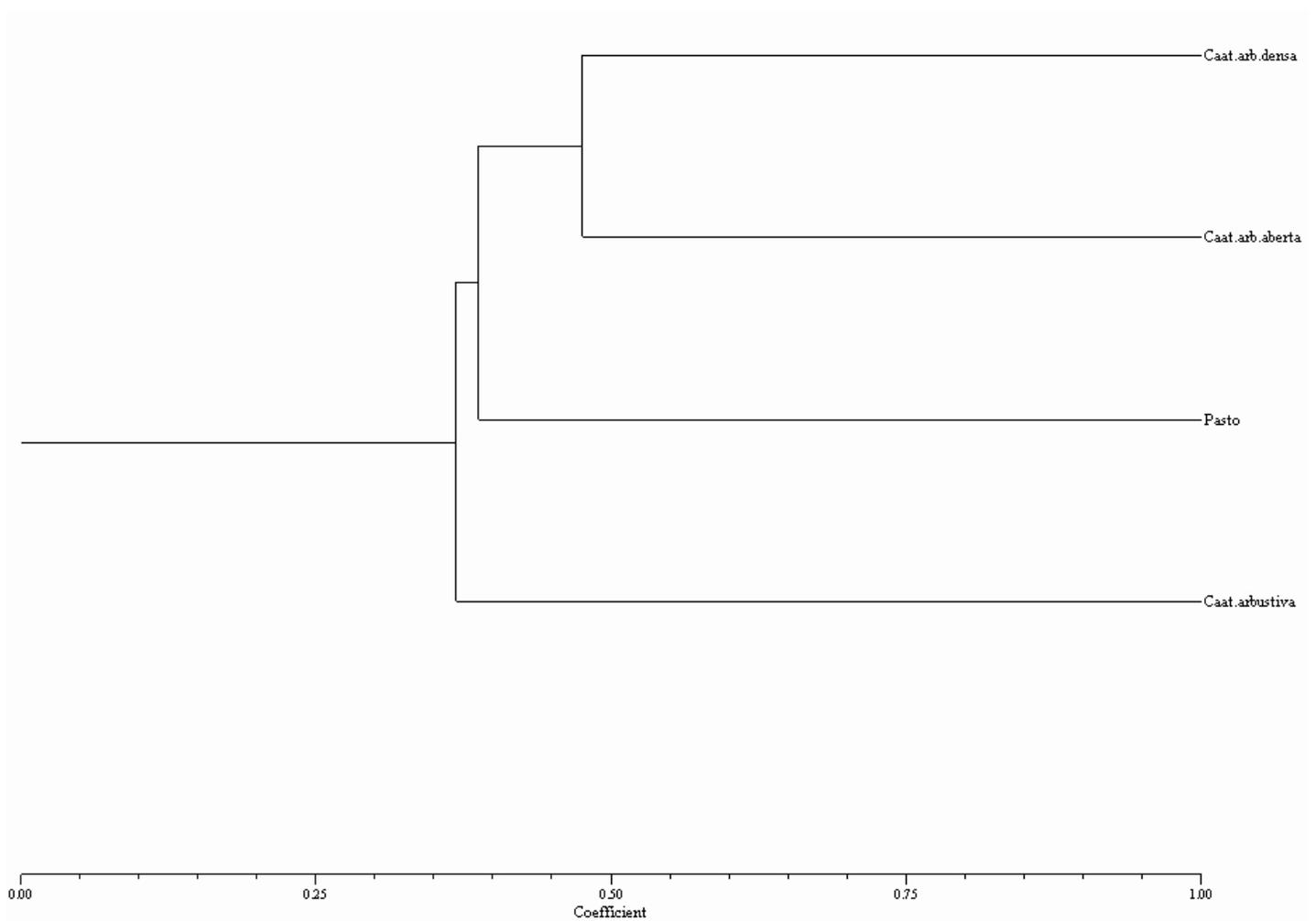


Figura 13: Dendrograma de similaridade/Jaccard de abelhas registradas nas quatro áreas de caatinga no Nordeste do Brasil

### Esforço de coleta

Das seis amostragens feitas, as caatingas arbóreas densa e aberta registraram números crescentes de espécies, mesmo quando os valores pluviométricos diminuía significativamente, de 90,5 mm em maio para 3,2 mm em setembro. Entretanto, esse foi o mês de maior registro em espécie. Já as áreas de caatinga arbustiva e pasto registraram uma estagnação no número de espécies nos meses de setembro e dezembro, do período de coleta (Figura 14).

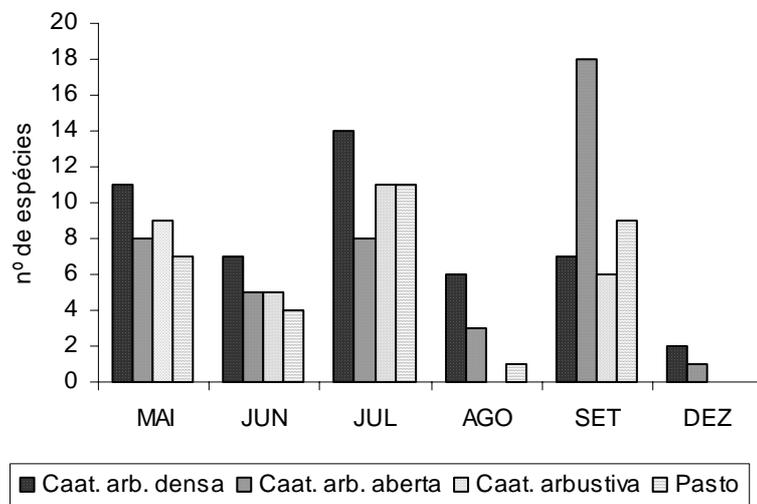


Figura 14: Número mensal de espécies de abelhas nas quatro áreas de caatinga no Nordeste do Brasil

### Diversidade de plantas melitófilas das quatro áreas

Foram coletadas plantas de 85 espécies melitófilas de 36 famílias nas quatro áreas. As plantas foram visitadas por 75 espécies de abelhas (Tabela 6). Nas áreas de caatinga arbórea densa e aberta foram registradas 61% das espécies (Figura 15).

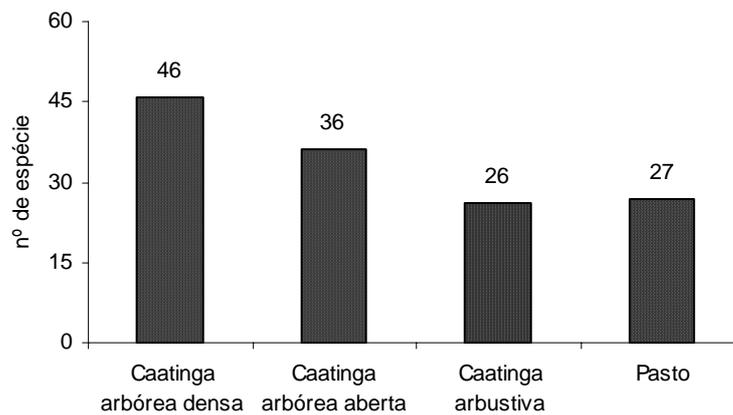


Figura 15: Número de espécies de plantas melitófilas registrado em quatro áreas de caatinga no Nordeste do Brasil

Fabaceae apresentou o maior número de espécies 8 (8%), seguida por Caesalpinaceae 6 (7%), Convolvulaceae e Euphorbiaceae 5 (6%). As famílias Anacardiaceae, Asteraceae, Bignoniaceae, Boraginaceae, Malvaceae e Mimosaceae ocorreram com 4 (5%) espécies restando 26 famílias com 37 (43%) espécies (Figura 16, Tabela 6).

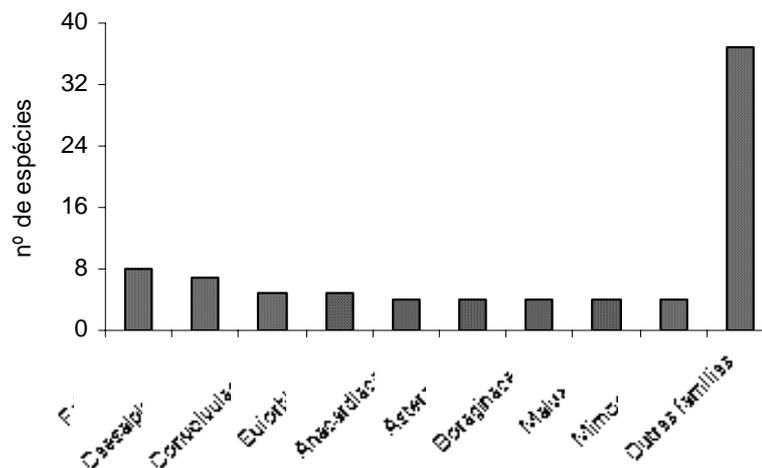


Figura 16: Distribuição de espécies melitófilas por famílias registradas em quatro áreas de caatinga no Nordeste do Brasil

Tabela 6: Plantas melitófilas e o número de espécies de abelhas que as visitaram registradas em quatro áreas de caatinga no Nordeste do Brasil. Formas de vida das plantas melitófilas: (A) árvore, (AR) arbusto, (L) liana, (P AR) Pequenos arbustos e (E) erva.

Família	Espécie	Caat. arb. densa	Caat. arb. aberta	Caat. arbustiva	Pasto	Formas de vida
Alismataceae	<i>Echinodoros grandiflora</i> (Cham. et Schlecht.) Micheli		6			E
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	2			1	A
	<i>Myracronduom urundeuva</i> Fr. All. Benth.			3		A
	<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.		5			A
	<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Cam.				1	A
Apocynaceae	<i>Allamanda blanchetii</i> A. DC.		1			AR
	<i>Aspidosperma pyriformium</i> Mart.			2		AR
	<i>Skytanthus hancornifolius</i> (DC.) Benth.	1	2			L
Asclepiadaceae	<i>Calotropis procera</i> (Willd.) R. Br.	1	1			AR
	<i>Ditassa hastata</i> E. Fourn.	5	1			L
Asteraceae	<i>Centratherum punctatum</i> Cass.		1	3	1	E
	<i>Conocliniopsis prassifolia</i> (DC.) R. King. e H. Robins.	4	1			AR
	<i>Vernonia chalybaea</i> Mart ex DC.	19	17	2	5	AR
	<i>Wedelia</i> sp. 1	4				AR
Bignoniaceae	<i>Arrabidaea</i> cf. <i>limae</i> A. Gentry	1				L
	<i>Tabebuia aurea</i> (Manso) Bentham & Hooker		1		3	A
	<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl.		2			A
	sp. 1		2			L
Boraginaceae	<i>Cordia insignis</i> Cham.	2				A
	<i>Cordia leucocephala</i> Moric.		1			AR
	<i>Cordia multispicata</i> Cham.	2				AR
	<i>Heliotropium angiospermum</i> Murray	6			1	E
Bombacaceae	<i>Pseudobombax marginatum</i> (A. ST. Hill) A. Royns			1		A
Bromeliaceae	<i>Hohenbergia catingae</i> Ule	3	1			E
Burseraceae	<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) Gillet			2		A
Cactaceae	<i>Opuntia inamoena</i> K. Schum.			1		AR
	<i>Opuntia palmadora</i> Britton & Rose			1		E
Caesalpiniaceae	<i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tul.			9		AR
	<i>Caesalpinia microphylla</i> Mart. Ex G. Don		2			AR
	<i>Chamaecrista hispidula</i> Mart ex DC.	3	3			P AR
	<i>Chamaecrista repens</i> (Vogel) Irwin & Barneby	5			7	E
	<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	11		3		A
	<i>Senna siamea</i> (Lam.) Irwin & Barneby				2	A
	<i>Senna splendida</i> (Vogel) Irwin & Barneby	4				A
Capparaceae	<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.				1	AR
Celastraceae	<i>Mayteus rigida</i> Mart.			1		A
Commelinaceae	<i>Colisia filiformis</i> (Martens & Galeotti) D. R. Hunt				2	E
Convolvulaceae	<i>Evolvulus</i> sp. 1	7			10	E
	<i>Ipomoea asarifolia</i> (Desr.) Roem. & Schult.	2	1	7		L
	<i>Ipomoea nil</i> (L.) Roth (L.) Roth	1				L
	<i>Jacquemontia</i> sp. 2	13	6			L

	<i>Merremea aegyptia</i> (L.) Urb.	2	3			L
Euphorbiaceae	<i>Cnidosculus quercifolius</i> Pohl.			2		A
	<i>Cnidosculus urens</i> (L.) Arthur	1		1		AR
	<i>Croton rhamnifolius</i> (Baill.) Müll. Arg.	1		3		AR
	<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.			4		AR
	<i>Manihot cf. pseudoglaziovii</i> Muell. Arg.			1		AR
Fabaceae	<i>Canavalia dictyota</i> Piper	12				L
	<i>Centrosema brasilianum</i> (L.) Benth.	2				L
	<i>Crotalaria holosericea</i> Nees & Mart.				1	P AR
	<i>Dioclea grandiflora</i> Mart. ex Benth	2				L
	<i>Indigofera suffruticosa</i> Mill.	3	5		3	AR
	<i>Stylosanthes viscosa</i> Sw.	1	14			AR
	<i>Tephrosia purpurea</i> (L.) Pers.	2				E
	<i>Zornia brasiliensis</i> Vog.	2				L
Lamiaceae	<i>Hypenia salzmännii</i> (Benth.) Harley	3				AR
	<i>Rhaphiodon echinus</i> (Nees & Mart.) Schau.				4	E
Loranthaceae	<i>Struthanthus</i> sp. 1	1	2			L
Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis</i> sp1		2			L
	<i>Byrsonima gardnerana</i> Juss.	3				AR
Malvaceae	<i>Herissantia tiubae</i> (K. Sch.) Briz.			2		P AR
	<i>Pavonia cancellata</i> Cav.				4	E
	<i>Sida ciliaris</i> L.				1	E
	<i>Sida galheirensis</i> Ulbr.	2	4	13	5	AR
Mimosaceae	<i>Anadenanthera columbrina</i> Benth		1			A
	<i>Mimosa acutistipula</i> (Mart.) Benth.	1		4		A
	<i>Mimosa tenuiflora</i> Benth		1			A
	<i>Prosopis juliflora</i> (SW.) DC.	3				A
Nyctaginaceae	<i>Boerhavia coccinea</i> Mill.	3			7	E
Oxalidaceae	<i>Oxalis frutescens</i> L.		3			AR
Plumbaginaceae	<i>Plumbago scandens</i> L.		1			L
Pontederiaceae	<i>Eichornia paniculata</i> (Mart.) Solms		4			E
Portulacaceae	<i>Portulaca elatior</i> Mart. ex Rohrb		7			E
	<i>Portulaca</i> sp. 1				2	E
Rhamnaceae	<i>Zizyphus joazeiro</i> Mart.	2			2	A
Rubiaceae	<i>Mitracarpus</i> sp. 1	6			2	E
	<i>Staelia virgata</i> (Cham. & Schltld.) K. Schum.		6	2	1	E
Sapindaceae	<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltld.)				15	E
	<i>Cardiospermum corindum</i> L.	3	2			L
	<i>Serjania glabrata</i> Kunth	4	6			L
Sapotaceae	<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. & Schult.)			3		A
Sterculiaceae	<i>Melochia tomentosa</i> L.	17	7	17	7	AR
	<i>Waltheria indica</i> L.	9	6	6	5	P AR
Turneraceae	<i>Turnera subulata</i> Sm.	9	3		6	E
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> Linn.	1			3	AR
Vitaceae	<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C.E. Jarvis			1		L

## Formas de vida das plantas melitófilas

Do total geral de plantas melitófilas, o maior número de espécies de árvores foi 33%, de arbustos 30% e de lianas 54% foram encontrados na caatinga arbórea densa. As caatingas arbórea aberta e arbustiva registraram os mesmos valores de árvores e arbustos, 25% e 28%. As lianas foram encontradas em maior proporção na caatinga arbórea aberta 38%, em relação a caatinga arbustiva 8%.

As ervas e pequenos arbustos foram predominantes no pasto com 40% e com menor valor na caatinga arbustiva 13% (Figura 17).

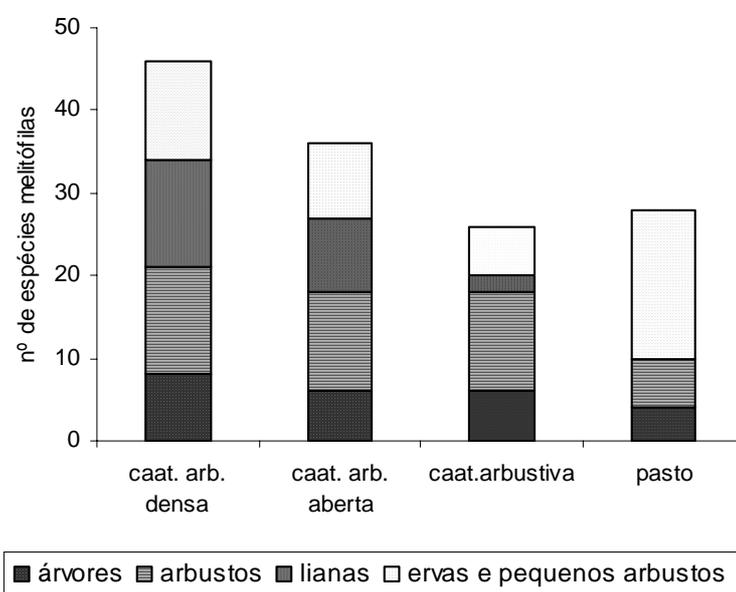


Figura 16: Formas de vidas das espécies melitófilas registradas em quatro áreas de caatinga no Nordeste do Brasil

## Similaridade da vegetação nas quatro áreas estudadas

As duas áreas mais semelhantes e mais próximas floristicamente foram caatinga arbórea densa e aberta, enquanto as mais distantes foram pasto e caatinga arbustiva (Figura 18, Tabela 7). O agrupamento destas áreas feitos pelo método de (Jaccard = 1 e > 0.3 em 4000 replicações), registrou que a caatinga arbustiva apresentou índice abaixo deste limite de significância > 0,1.

Tabela 7: Valores de similaridade/Jaccard entre as plantas melitófilas registradas em quatro áreas de caatinga no Nordeste do Brasil

Similaridade/Jaccard	Caat. arb. densa	Caat. arb. aberta	Caat. arbustiva	Pasto
Caat. arb. densa	1.00			
Caat. arb. aberta	0.32	1.0		
Caat. arbustiva	0.16	0.14	1.0	
Pasto	0.25	0.21	0.17	1.00

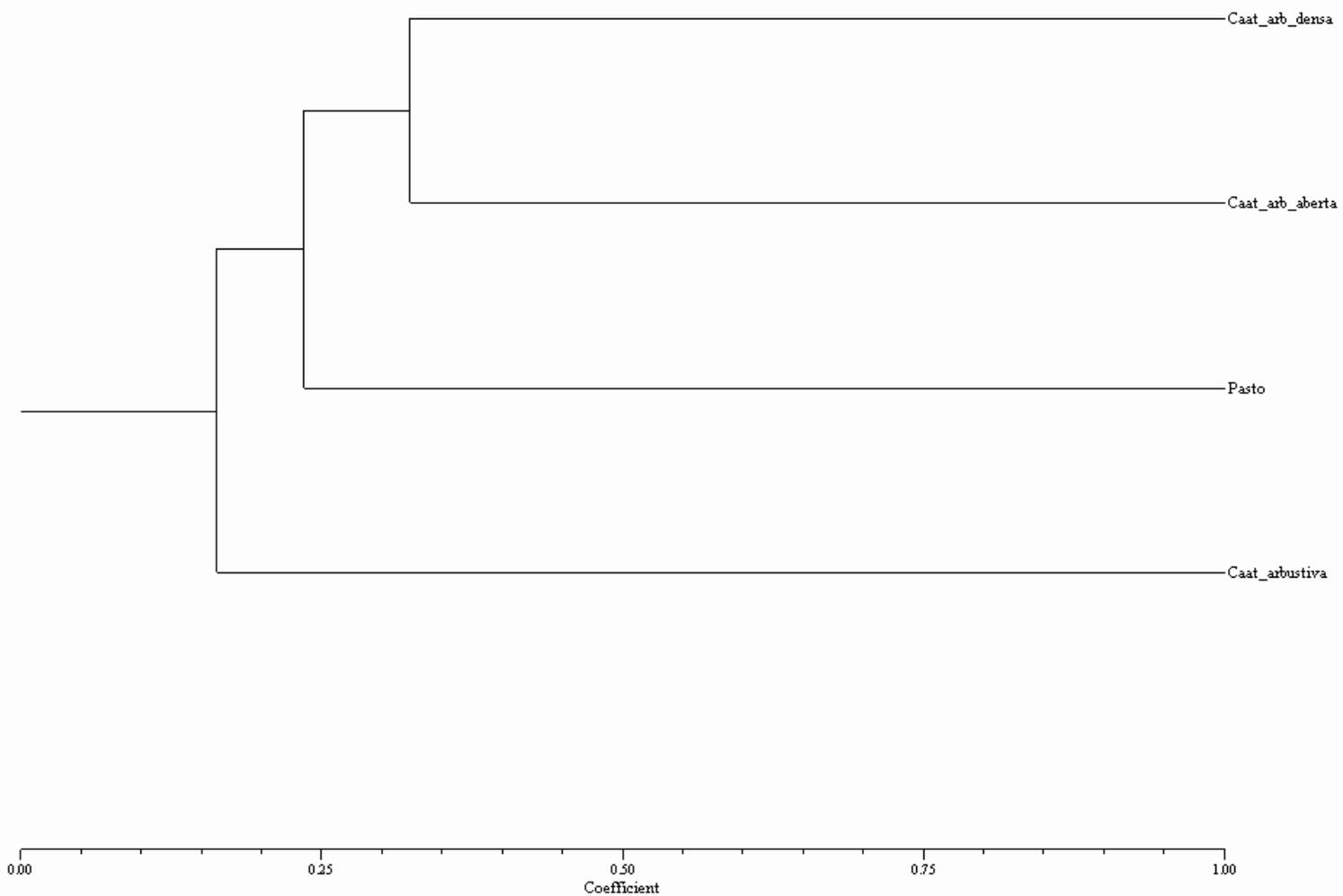


Figura 18 - Dendrograma de similaridade (Jaccard) entre as plantas melitófilas registradas em quatro áreas de caatinga no Nordeste do Brasil

### Relação entre abelhas e plantas

Quatro espécies de plantas melitófilas foram comuns em todas as áreas estudadas e obtiveram um número maior de visitas por espécies de abelhas. As flores de *Vernonia chalybaea* na caatinga arbórea densa foram visitadas por abelhas de 19 espécies, e na caatinga arbórea aberta por 17 espécies. Nas flores de *Sida galheirensis* na caatinga arbustiva foram encontradas 13 espécies de abelhas e pasto apenas 5 (Figura 19).

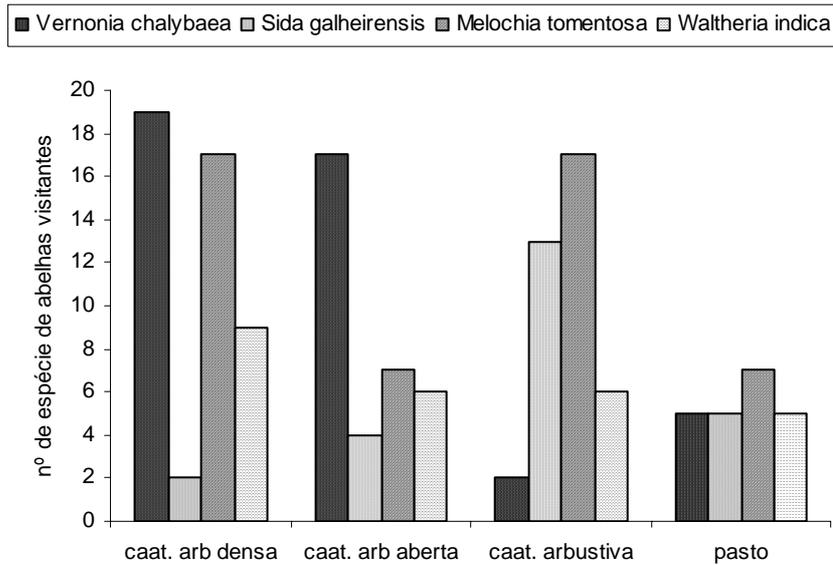


Figura 19: Número de espécies de abelhas que visitaram as plantas melitófilas registradas em quatro áreas de caatinga no Nordeste do Brasil

As plantas melitófilas que atraíram mais espécies de abelhas na caatinga arbórea densa foram *Vernonia chalybaea*, *Melochia tomentosa*, *Jacquemontia sp.*, *Canavalia dictyota* e *Parkinsonia aculeata* (Figura 20 a). Para a caatinga arbórea aberta, as plantas de destaque foram *Vernonia chalybaea*, *Stylosanthes viscosa*, *Portulaca elatior*, *Melochia tomentosa* e *Serjania glabrata* (Figura 20 b).

Na caatinga arbustiva, as plantas de preferência para abelhas foram *Melochia tomentosa*, *Sida galheirensis*, *Caesalpinia pyramidalis*, *Ipomoea asarifolia* e *Waltheria indica* (Figura 20 c). Já no pasto foram destaque *Richardia grandiflora*, *Evolvulus sp.*, *Chamaecrista repens*, *Boerhavia coccinea* e *Melochia tomentosa* (Figura 20 d).

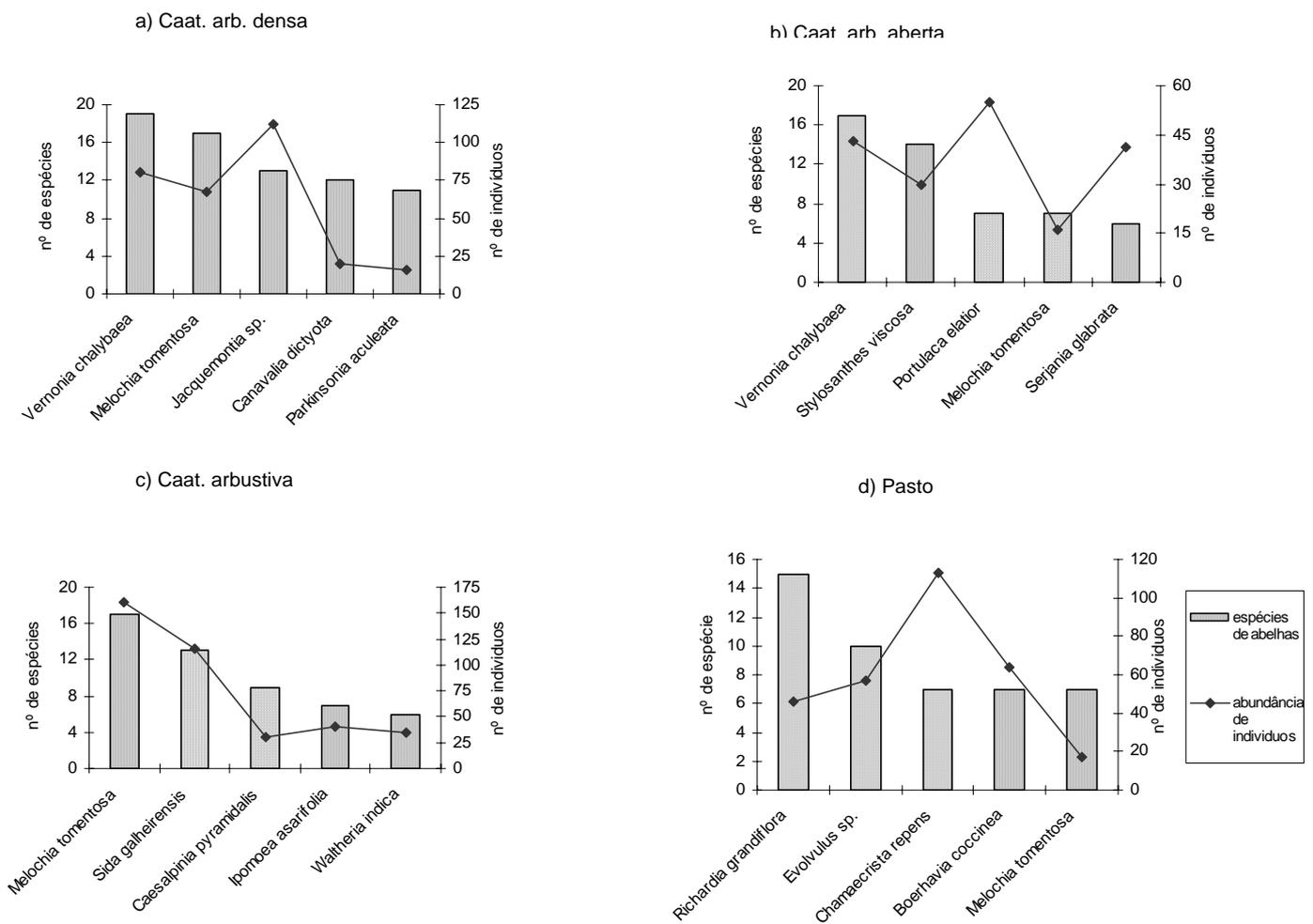


Figura 20: Plantas melitófilas que atraíram mais espécies de abelhas registradas em quatro áreas de caatinga no Nordeste do Brasil

Em Apidae houve registro de 39 espécies com abundância de 2583 indivíduos. Abelhas das tribos Centridini apresentaram relações com 27% das plantas melitófilas, Eucerini com 18%, Xylocopini 17% e Tapinostapidini 15%.

Para as espécies eussociais, operárias de *Frieseomelitta doederleini* visitaram 21 espécies de plantas melitófilas na caatinga arbórea densa, *Trigonisca pediculana* 19 e *Plebeia flavocincta* 16 (20%) (Figura 21). As plantas mais visitadas pelo meliponíneos foram *Melochia tomentosa*, *Vernonia chalybaea*, *Jacquemontia sp.*, *Stylosanthes viscosa*, *Sida galheirensis* e *Richardia grandiflora*.

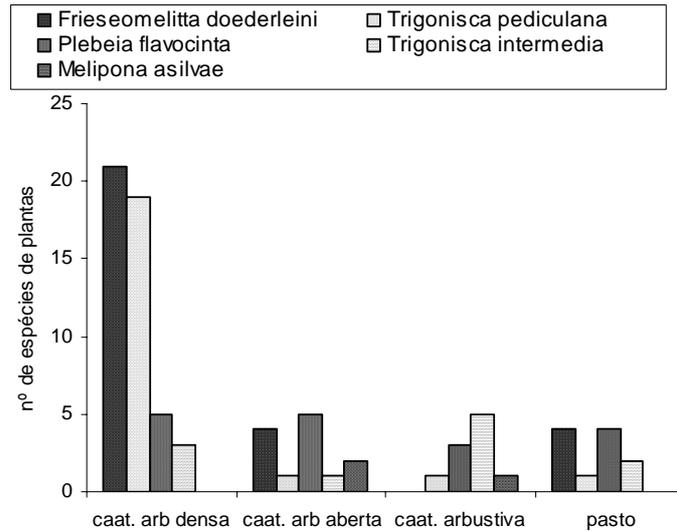


Figura 21: Plantas melitófilas que atraíram abelhas eussociais registradas em quatro áreas de caatinga no Nordeste do Brasil

Operárias de *Apis mellifera* e *Trigona spinipes* foram as abelhas mais abundantes em todas as áreas de estudo. Estas operárias visitaram 58% das flores melitófilas encontradas nas caatingas densa e aberta. As operárias de *T. spinipes* visitaram 51% das flores melitófilas nas áreas de caatinga arbustiva e pasto (Figura 22).

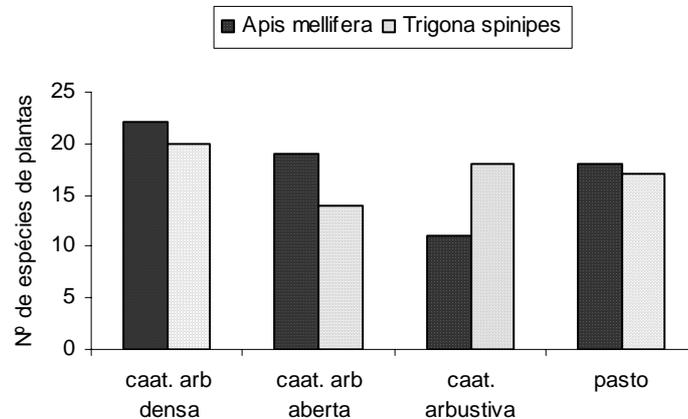


Figura 22: Plantas melitófilas visitadas por *Apis mellifera* e *Trigona spinipes* registradas em quatro áreas de caatinga no Nordeste do Brasil

Foram registradas 14 espécies melitófilas visitadas por abelhas de 10 espécies de Halictidae. O maior número de plantas visitadas foi na caatinga arbórea densa com 5 espécies de plantas e na caatinga arbórea aberta com 4. A espécie de Megachilidae visitaram na caatinga arbórea densa 14 espécies de plantas melitófilas e na caatinga arbórea aberta 10. O menor número de plantas visitadas ficou com a caatinga arbustiva com apenas duas espécies de plantas.

## Abelhas coletoras de óleos florais e suas relações com as plantas

Dez espécies de abelhas coletoras de óleos florais foram registradas. Quatro espécies de *Centris* e *Caenonomada unicalcarata* foram comuns nas quatro áreas. *Centris* (*Hemisiella*) *trigonoides* foi restrita a três áreas e *Centris* (*Centris*) *aenea* e *Paratetrapedia* (*Paratetrapedia*) *cf. lugubris* foram restritas ao pasto. *Tetrapedia* *sp. 2* ocorreu na caatinga arbórea densa visitando *Serjania glabrata* e na caatinga arbustiva visitando *Melochia tomentosa* e *Herissantia tiubae*. *Melochia tomentosa* ocorreu em todas as áreas e foi a planta cujas flores foram mais visitadas pelas abelhas coletoras de óleos florais (Tabela 8).

Tabela 8: Abelhas coletoras de óleos florais visitando plantas que forneceram N (néctar), P (pólen) e O (óleo floral) registradas nas quatro áreas de caatinga no Nordeste do Brasil

Espécies de abelhas	Caat. arb. densa	Caat. arb. aberta	Caat. arbustiva	Pasto
<i>Centris</i> ( <i>Centris</i> ) <i>caxiensis</i>	<i>Vernonia chalybaea</i> (N, P) <i>Parkinsonia aculeata</i> (N) <i>Byrsonima gardnerana</i> (O)	<i>Vernonia chalybaea</i> (N) <i>Tabebuia impetiginosa</i> (N) <i>Chamaecrista hispidula</i> (N, P) <i>Stylosanthes viscosa</i> (N, P) <i>Melochia tomentosa</i> (N, P)	<i>Sida galheirensis</i> (N) <i>Melochia tomentosa</i> (P) <i>Waltheria indica</i> (P)	<i>Mitracarpus</i> <i>sp. 1</i> (P) <i>Richardia grandiflora</i> (N) <i>Turnera subulata</i> (N)
<i>Centris</i> ( <i>Hemisiella</i> ) <i>tarsata</i>	<i>Vernonia chalybaea</i> (N) <i>Parkinsonia aculeata</i> (N) <i>Canavalia dictyota</i> (N) <i>Melochia tomentosa</i> (N)	<i>Indigofera suffruticosa</i> (N, P) <i>Melochia tomentosa</i> (N, P)	<i>Caesalpinia pyramidalis</i> (N) <i>Ipomoea asarifolia</i> (N) <i>Melochia tomentosa</i> (N) <i>Jatropha millissima</i> (N) <i>Melochia tomentosa</i> (N)	<i>Melochia tomentosa</i> (N)
<i>Centris</i> ( <i>Hemisiella</i> ) <i>trigonoides</i>	<i>Parkinsonia aculeata</i> (N)	<i>Melochia tomentosa</i> (N)		
<i>Centris</i> ( <i>Paracentris</i> ) <i>hyptidis</i>	<i>Canavalia dictyota</i> (N) <i>Mitracarpus</i> <i>sp. 1</i> (N) <i>Melochia tomentosa</i> (N) <i>Waltheria indica</i> (N)	<i>Chamaecrista hispidula</i> (P) <i>Stylosanthes viscosa</i> (P) <i>Banisteriopsis</i> <i>sp. 1</i> (O) <i>Sida galheirensis</i> (P) <i>Staelia virgata</i> (N) <i>Melochia tomentosa</i> (N)	<i>Melochia tomentosa</i> (N)	<i>Chamaecrista repens</i> (P) <i>Rhaphiodon echinus</i> (N, P) <i>Richardia grandiflora</i> (N, P) <i>Melochia tomentosa</i> (N, P) <i>Turnera subulata</i> (N, P)
<i>Centris</i> ( <i>Trachina</i> ) <i>fuscata</i>	<i>Parkinsonia aculeata</i> (N) <i>Canavalia dictyota</i> (N) <i>Byrsonima gardnerana</i> (O) <i>Melochia tomentosa</i> (N, P)	<i>Schinopsis brasiliensis</i> (N) <i>Allamanda blanchetti</i> (N)	<i>Melochia tomentosa</i> (N) <i>Ipomoea asarifolia</i> (N) <i>Caesalpinia pyramidalis</i> (N)	<i>Spondias tuberosa</i> (N) <i>Tabebuia aurea</i> (N, P) <i>Sida galheirensis</i> (N) <i>Melochia tomentosa</i> (P)
<i>Centris</i> ( <i>Centris</i> ) <i>aenea</i>				<i>Evolvulus</i> <i>sp. 1</i> (N, P)
<i>Caenonomada unicalcarata</i>	<i>Vernonia chalybaea</i> (N, P) <i>Heliotropium angiospermum</i> (N, P) <i>Jacquemontia</i> <i>sp. 2</i> (N) <i>Canavalia dictyota</i> (N, P) <i>Centrosema brasilianum</i> (N, P) <i>Melochia tomentosa</i> (N, P) <i>Waltheria indica</i> (N, P)	<i>Stylosanthes viscosa</i> (N, P) <i>Staelia virgata</i> (P) <i>Serjania glabrata</i> (N, P)	<i>Sida galheirensis</i> (N, P) <i>Melochia tomentosa</i> (N, P)	<i>Chamaecrista repens</i> (N, P) <i>Richardia grandiflora</i> (N, P) <i>Waltheria indica</i> (N)
<i>Paratetrapedia</i> ( <i>Paratetrapedia</i> ) <i>connexa</i>				<i>Boerhavia coccinea</i> (N)
<i>Tetrapedia</i> <i>sp. 2</i>	<i>Serjania glabrata</i> (P)		<i>Herissantia tiubae</i> (P) <i>Melochia tomentosa</i> (P)	

## DISCUSSÃO

### Riqueza e abundância de abelhas nas quatro áreas de caatinga estudada

Foram encontradas a maior riqueza e abundância de abelhas na caatinga arbórea densa. Nessa área ocorreram 13 espécies restritas. No entanto, se por um lado a presença das espécies restritas elevou a riqueza na caatinga arbórea densa, por outro, fez com que esta área não apresentasse grande similaridade/Morisita com as demais áreas amostrais, devido a influência da abundância. Entretanto pelo índice de Jaccard houve um agrupamento das áreas mais preservadas (caatinga arbórea densa e aberta), onde foi observado que o número de espécies entre estas áreas são mais próximas em relação ao pasto e caatinga arbustiva. Isto se justifica pelo fato das espécies encontradas terem sido, em sua maioria, distintas das outras áreas de estudo, com índice superior do limite de significância.

O pasto também apresentou sete espécies diferentes das outras áreas amostrais, o que pode estar relacionado à ocorrência de polinizadores específicos de ervas anuais. As abelhas de Andrenidae foram mais representadas em riqueza e abundância do que nas outras áreas de caatinga. Por outro lado, foi o local mais representativo de *Apis mellifera* com 29% do as outras áreas amostrais. O pasto apresentou a menor similaridade/Morisita com caatinga arbórea densa referente às abelhas e plantas. Entretanto para a similaridade/Jaccard essa área foi mais similar com a caatinga arbustiva, em relação as áreas mais preservadas.

A caatinga arbórea aberta apresentou 43 espécies de abelhas, sendo a segunda melhor área em diversidade e em equitabilidade de espécies. Esta área apresentou maior riqueza de Megachilidae e seguida por Apidae. A caatinga arbustiva foi a área com menor riqueza de abelhas e plantas melitófilas e menor índice de equitabilidade. A cobertura florestal arbustiva em regeneração apresentou menor número de espécies restritas. Contudo, nesta área foi registrado o maior número de indivíduos, principalmente de operárias de *Trigona spinipes*. Em consequência de a vegetação ser relativamente uniforme e densa, com baixa riqueza de plantas melitófilas, a caatinga arbustiva favoreceu as abelhas altamente eussociais mais comuns *Apis mellifera* e *Trigona spinipes*. Essas abelhas possuem grande capacidade de localizar e explorar efetivamente recursos abundantes, estas abelhas predominam nestes ambientes, talvez por sua grande capacidade competitiva. Como em estudos de outras regiões, estas abelhas são as espécies mais abundantes (Schlindwein 1998, Martins 1994).

Analisando o índice de ocorrência e dominância, propostos por Palma (1975 apud Abreu e Nogueira) as áreas mais preservadas registraram maior número de espécies raras, em relação as espécies comuns e intermediárias. Isso também foi observado para a ordem de insecta Cerambicídeos na região de Xingo Maia *et al* (2003) e para a apifauna da caatinga por Zanella e Martins (2003). As espécies de (*Apis mellifera e Tigona spinipes*), que foram registradas em todas as áreas amostrais apresentaram ampla distribuição. Também, essas abelhas foram dominantes em amostragens de Silveira e Campos (1995), Martins (1994) e Aguiar e Martins (1998), enquanto que a maioria das espécies apresentou um pequeno número de indivíduos. As espécies que foram restritas a apenas uma área, para o método de Palma (1975) foram consideradas como raras, pela compilação de espécies e abundância serem acidentais.

Diante dos resultados encontrados foi possível determinar que em biotas que apresentam flora ou fauna, ao longo de um gradiente de melhores condições ambientais, ou locais mais preservados, como as áreas de caatingas arbóreas densa e aberta, abrigam grupos de espécies de abelhas e plantas que não ocorrem nos ambientes mais restritivos. Desta forma, os ambientes mais preservados possuem maior riqueza de espécies vegetal e animal (Atmar e Patterson 1993).

A baixa riqueza de espécies encontradas na caatinga em relação aos outros ecossistemas tem sido demonstrada por diversos autores (Zanella 2001; Castro 2001; Aguiar *et al* 2003).

Numa revisão, Zanella (2001) apresentou a composição e riqueza de espécies de abelhas da caatinga, registrando 193 espécies pertencentes a 79 gêneros. Nas quatro áreas de caatinga estudadas neste trabalho, a riqueza em espécie foi alta, quando comparados aos dados obtidos por Martins (1994) e Aguiar *et al.* (1995), Aguiar e Martins (1997). Vale ressaltar que foram registradas nas áreas de estudo espécies não descritas, como: *Anthrenoides sp.* (Andrenidae), *Euglossa (Euglossa) sp.*, *Xylocopa (cf. Cirroxylocopa) sp.* (Apidae); dois gêneros novos, um de Caupolicanini (Colletidae) e outro de (Emphorini), e novas ocorrências para a caatinga, como *Euglossa (Euglossa) cordata* (Linnaeus, 1758), *Trigonisca cf. intermedia* Moure, 1989 e *Xylocopa (Neoxylocopa) ordinaria* Smith, 1874, comuns em ecossistema de cerrado e mata atlântica. Com estes registros a lista de abelhas da caatinga aumenta para 201 espécies.

O registro destas espécies pode estar relacionado à amostragem realizada em quatro áreas com diferentes estágios de degradação da caatinga, enquanto os trabalhos supra referidos foram realizados em transectos, de uma área uniforme.

### **Relações entre abelhas e plantas**

As 85 espécies de plantas ofereceram recursos florais às 75 espécies de abelhas. Nas duas áreas mais preservada de caatinga arbórea densa e aberta foram encontradas 61% das espécies de plantas melitófilas apresentando mais semelhanças florísticas. A caatinga arbustiva e o pasto apresentaram menor índice de similaridade, provavelmente por uma estar em processo de regeneração e a outra ter espécies de ervas ruderais restritas a essa área.

Por ser a área mais preservada, a caatinga arbórea densa registrou todas as formas de vida - árvores, arbustos, lianas, ervas e pequenos arbustos. No pasto houve uma maior abundância de ervas anuais e apenas algumas árvores isoladas.

Para os levantamentos realizados de abelhas eussociais na caatinga, Teixeira (2001) e Castro (2001) encontraram uma dominância de *Frieseomelitta silvestrii* e Martins *et al* (2000) de *Melipona subnitida* e *M. asilvae*. Na caatinga as espécies de *Melipona subnitida* e *M. asilvae* são endêmicas, ou são restritas à caatinga e ao cerrado (Castro 2001). No presente estudo, não foi encontrados *M. subnitida* e apenas poucos indivíduos de *M. asilvae* foram registrados. Isto provavelmente seja relacionado à degradação da caatinga em volta da Usina Hidroelétrica de Xingó e à atividade de meleiros, exploração predatória destas espécies pelo homem.

A heterogeneidade da cobertura vegetal da caatinga somada ao fator antrópico, determina a riqueza e abundância de meliponíneos. As áreas de caatinga densa proporcionam a presença e abundância de espécies como, *Frieseomelitta doederleini* e *Melipona asilvae*, que preferem este tipo de ambiente (Castro 2001). Nas quatro áreas estudadas foram registradas cinco espécies de meliponíneos: *Frieseomelitta doederleini*, *Melipona asilvae*, *Trigonisca pediculana*, *T. intermedia* e *Plebeia flavocincta*. No entanto, a abundância de abelhas e o número de plantas visitadas foram mais altos nas áreas mais preservadas que nos locais degradados.

As operárias de *F. doederleini* e *T. pediculana* foram abundantes, comuns na caatinga arbórea densa, enquanto que na caatinga arbórea aberta e pasto foram encontrados apenas um indivíduo de *T. pediculana* e não houve registro de *F. doederleini* na caatinga arbustiva.

De acordo com meliponicultores da região, as espécies que eram comuns nas caatingas estudadas como *Melipona subnitida* e *M. mandaçaia*, já não são mais encontradas, sendo registradas apenas só em meliponários particulares com abelhas trazidas de fora do local estudado.

Considerando o conjunto das espécies melitófilas das áreas amostrais, as plantas mais importantes foram *Melochia tomentosa*, *Vernonia chalybaea*, *Jacquemontia sp.*, *Stylosanthes viscosa*, *Sida galheirensis* e *Richardia grandiflora*. A caatinga arbórea densa, por apresentar maior substratos para nidificação incluindo troncos de árvores e madeiras mortas, para as abelhas eussociais forneceu mais recursos florais ao longo do ano ambiente. Proporcionando um ambiente mais adequado para sua manutenção.

Devido à redução da disponibilidade de substrato para nidificarem e de recursos florais específicos, esta havendo uma dispersão ou abandono de ninhos destas abelhas fato também referido por Castro (2001).

Ambientes mais degradadas parecem apresentar uma maior abundância de *Trigona spinipes* e *Apis mellifera*. Mesmo sendo presentes nas quatro áreas de caatinga, estas foram abundantes também na caatinga arbustiva e no pasto. Estas espécies, por serem comuns em todos os ecossistemas neotropicais, e possuírem uma maior capacidade de adaptação em ambientes perturbados, (segundo Castro 2001) apresentam uma nidificação flexível em substratos rochosos ou a galhos de árvores. As demais espécies de abelhas eussociais registradas dependem de troncos de árvores para nidificação.

### **Apifauna como bioindicadores**

Para utilizar um grupo de espécies como bioindicadoras, este precisa ser altamente diversificado em riqueza e abundância, possuir alta fidelidade ecológica, ser endêmico e/ou longamente distribuído em uma grande área. Além disso, bioindicadores devem possuir ciclos populacionais curtos e respostas rápidas às alterações ambientais (Freitas *et al.*, 1999 e McGeoch, 1998).

Na caatinga, algumas espécies de abelhas são endêmicas como *Ceblurgus* (Zanella 2000) e possuem fidelidade ao habitat. No período chuvoso as abelhas solitárias são abundantes, em função do período de floração, pois possuem um ciclo curto de vida. Assim, a riqueza de abelhas permite uma avaliação dos efeitos da ação humana. Algumas espécies de abelhas registradas nas quatro áreas de caatinga são candidatas a serem avaliadas como bioindicadores, devido como sua abundância nos seis períodos de coleta e ocorrência restrita em áreas mais preservadas ou degradadas, áreas abertas.

As espécies de abelhas eussociais registradas apresentaram maior abundância nas áreas mais preservadas (*Trigonisca*, *Melipona* e *Frieseomelitta*), pois estas áreas apresentam maior disponibilidade de locais de nidificação, proteção dos ninhos contra a predação e obtenção dos recursos alimentares. Segundo Castro (2001) estas são extremamente importantes para as espécies de menor tamanho, que voam curtas distâncias e são menos competitivas, as *Trigonisca*. Aguiar e Martins (1998) registraram apenas quatro espécies de abelhas eussociais (*A. mellifera*, *T. spinipes*, *F. doederleini* e *T. pediculana*), mas essas representaram 39% da abundância total das abelhas, principalmente *A. mellifera*, *T. spinipes*. Essa pobreza de espécies está associada à carência de locais de nidificação, por ser a vegetação do ambiente de coleta arbustivo e sofrer ação antrópica.

Operárias de *Trigonisca pediculana* e *Frieseomelitta doederleini* foram registradas em grande abundância nas seis coletas amostrais da caatinga arbórea densa. Por outro lado, nas outras áreas foram amostrados apenas (4) indivíduos em uma coleta.

A ocorrência de um indivíduo de *Chlicola (Prosopoide) cf. minima* na área mais preservada, (caatinga arbórea densa), corrobora as análises de Zanella e Martins (2003) que menciona a ocorrência desse gênero com a espécie encontrada em um enclave de floresta perenifolia na Serra do Baturité (CE), e a relação desta com as espécies encontradas na América Central e Amazônia Colombiana. A distribuição desse gênero é restrita às áreas de formação florestais fechadas, associadas a áreas xéricas.

Espécimes de *Alloscirtetica labiatarum* e *Megachile (Pseudocentron) sp. 3* foram abundantes em cinco coletas na caatinga arbórea densa, visitando flores de *Vernonia chalybaea*. Por outro lado, esta planta melitófila foi registrada nas quatro áreas, apesar das abelhas terem sido só registradas nos locais mais preservados. *Dicranthidium luciae* foi abundante nas caatingas arbóreas densa e aberta visitando flores de *Vernonia chalybaea* e *Stylosanthes viscosa*. Essas espécies melitófilas também foram registradas nas outras áreas, as abelhas, porém foram observadas apenas nas caatingas arbóreas.

Em virtude das áreas mais preservadas proporcionarem maior oferta de recursos floral para as abelhas, nessas áreas foi registrada uma maior diversidade. Para Brown (1997) os insetos fitófagos dependem exclusivamente da composição florística do habitat. Então apesar de ser a caatinga pobre em espécies de abelhas, em relação aos outros ecossistemas, na área de caatinga arbórea densa foi relativamente mais diversificada em relação às outras áreas amostrais.

O maior número de espécies de *Xylocopa*, foram encontradas nas áreas de caatinga arbórea densa e aberta. Essas espécies exigem um ambiente arbóreo para nidificar, pois constrói ninhos em madeira morta (Moure e Hud 1963, Schlindwein *et al* 2003). Nessas áreas mais preservadas encontraram locais apropriados para a construção de ninhos e abundantes recursos alimentares.

As quatro espécies de Colletidae foram registradas apenas nas caatingas arbóreas densa e aberta. Cada espécie de abelha visitou uma espécie de planta específica. *Chilicola* (*Prosopoides*.) *cf. minima* visitou flores de *Mitracarpus sp. 1*, *Diphaglossini. Caupolicanini. sp.* Coletou em *Waltheria indica*, *Bicolletes sp. 4* de *Echinodorus grandiflora* e *Hylaeus sp. 7* de *Schinopsis brasiliensis*.

As espécies de *Augochlora* (*Oxystoglossella*) *sp. 1* e *Augochlora* (*Oxystoglossella*.) *sp. 5* foram comuns nas áreas mais preservadas e abundantes em 5 coletas amostrais, não sendo registradas em áreas mais degradadas.

No pasto foram registradas quatro espécies de Andrenidae, duas foram exclusivas. Espécimes de *Anthrenoides sp. 1* foram coletados visitando *Boerhavia coccinea*. As espécies de Andrenidae quase exclusiva têm relações diretas com ervas ou arbustos pequenos, que foram restritos a essa área (Schlindwein 2003). Na caatinga, sobretudo em área de pastagem com maior proporção de ervas, observou-se a maior riqueza e abundância dessas abelhas. Desta maneira podem ser considerados indicadores de ambientes abertos, como as pastagens.

Diante dos resultados obtidos de riqueza e abundância de abelhas e suas relações com as plantas nas quatro áreas, as espécies raras foram predominantes em locais mais preservados. Entretanto, as abelhas sem ferrão (altamente eussociais) são indicadores de ambientes mais preservados, principalmente as espécies que necessitam de substratos, como ocos em troncos de árvores. Além disto, estas colônias perenes precisam de recursos florais abundantes durante todo ano. Por outro lado, espécies de Andrenidae indicam ambientes abertos, com maior interferência antrópica.

## **CONCLUSÃO**

Os resultados obtidos, afirmam que a riqueza de espécies abelhas foi semelhante às aquelas encontradas em estudos realizados por outros autores na caatinga.

Para analisar a relação específica entre a apifauna e as plantas melitófilas, necessitam de estudos complementares. Estes deverão abordar estudos de caso de polinização e de espécies oligolépticas e suas plantas específicas,

Em apenas seis amostragens foram registradas 75 espécies de abelhas e 85 espécies de plantas melitófilas. Em ambientes mais preservados concentra-se maior riqueza e abundância abelhas e plantas quando comparado com ambientes degradados.

O uso e o manejo inadequado da vegetação de caatinga tem provocado uma redução das áreas vegetadas e a expansão de pastagens extensivas. A formação de campos abertos e a ocupação por ervas anuais, no período chuvoso, mantém a população de abelhas que tem uma relação direta com esta vegetação.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos aos especialistas de plantas: Rita Correia – IPA, Marcondes Oliveira - UPE, André Laurênio e Margareth Sales da UFRPE. Pela ajuda na identificação das abelhas Jesus Santiago Moure, Danúncia Urban e Antonio Aguiar-UFPR. A Fundação de Amparo a Pesquisa de Alagoas-FAPEAL, pela concessão de bolsa de mestrado. Instituto Xingó, pelo apoio logístico a D. C. Moura. A André M. Santos e Sigrid Neuman pela contribuição na análise estatística.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, C., MARTINS, C., MOURA, A. 1995. Recursos florais utilizados por abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em áreas de caatinga (São João do Cariri, Paraíba). Rev. Nordestina de Biologia. 10 (2): 101-102.
- AGUIAR, C. M. L., MARTINS, C. F. 1997. Abundância relativa, diversidade e fenologia de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) na caatinga, São João do Cariri, Paraíba, Brasil. Iheringia, Rev. Brasileira de Zoologia. 83: 125-131.
- AGUIAR, C. M. L. 2003. Utilização de recursos florais por abelhas (Hymenoptera, Apoidea) em uma área de caatinga (Itatim, Bahia, Brasil). Rev. Brasileira de Zoologia. 20 (3): 457-467.
- AGUIAR, C. M. L., ZANELLA, F. C. V., MARTINS, C. F., CARVALHO, C. A. L. 2003. Plantas visitadas por *Centris* sp. (Hymenoptera: Apoidea) na caatinga para obtenção de recursos florais. Rev. Neotropical Entomology. 32 (2): 247-259.
- ANDRADE-LIMA, D. 1981. The caatinga dominium. Rev. Brasileira de Botânica 4: 149-153.
- ASSIS, J.S. 2000. Biogeografia e conservação da biodiversidade. Projeções para Alagoas. Maceió: Ed. Catavento. 200.
- ATMAR, W. E B. D. PATTERSON. 1993. Measure of order and disorder in the distribution of species in fragmented habitats. Ecology. 96: 373-382.
- BRAZÃO, J. E. M., SANTOS, M. M. 1997. Recursos naturais e meio ambiente. IBGE, Rio de Janeiro, Brasil.
- CASTRO, M. S. 2001. A comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) de uma área de caatinga arbórea entre inselbergs de Milagres. Bahia, 191. Tese (Doutorado). Inst. De Biociências. USP, São Paulo, SP.
- CASTRO, M. S. 2002. Meliponicultura e conservação ambiental. Anais do 2º Congresso Baiano de Apicultura. Paulo Afonso-BA. 92-96.
- DUCKE, A. 1907. Contribution à la connaissance de la faune hyménoptérologique du nord-est du Brésil. Rev. Entomologic. 26: 73-96.
- DUCKE, A. 1908. Contribution à la connaissance de la faune hyménoptérologique du nord-est du Brésil. II. Hyménoptères révoltés dans l'État de Ceara em 1908. Rev. Entomologic. 27: 57-87.
- DUCKE, A. 1910. Explorações botânicas e entomológicas no estado do Ceará. Rev. Trimestral do Inst. do Ceará. 24: 3-61.
- FERRI, M. G. 1980. A Vegetação Brasileira. EDUSP, São Paulo, Brasil. 35-37.
- FREIRE, N. 2003. Desertificação na região de Xingó: análise e mapeamento espectro-temporal. Dissertação de Mestrado. UFPE, Recife.
- FREITAS, A. V. L., FRANCINI, R. B., BROWN JR., K. S. 1999 Insetos como indicadores ambientais. Rev. Brasileira de Entomologia. 3: 75-86.
- INPE, 2001. Boletim Meteorológico. 3: 25.
- KREBS, C. J. 1989. Ecological Methodology. Harper Collins publishers, Massachusetts, U.S.A.
- MARTINS, C. F. 1994. Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) da caatinga e do cerrado com elementos de campo rupestre do estado da Bahia, Brasil. Rev. Nordestina de Biologia. 9 (2): 225-257.
- MARTINS, C. F. 1995. Flora apícola e nichos tróficos de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) na Chapada Diamantina (Lençóis, BA, Brasil). Rev. Nordestina de Biologia. 10 (2): 119-140.

- MARTINS, C. F., CORTOPASSI-LAURINO, M. KOEDAM, D. E IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. 2000. Espécies arbóreas utilizadas para nidificação por abelhas sem ferrão na caatinga. Anais. IV Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto, SP. 289.
- McGEOCH, M. A. 1998. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. Printed in the United Kingdom. Combridge Philosophical Society. Rev. Biology. 73. 181-201.
- NIMER, E. 1977. Clima. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geografia do Brasil; região Nordeste. Rio de Janeiro, Brasil. 47-48.
- Programa de Levantamento Geológico Básico do Brasil. 1988. Piranhas-folhas SC.24-x-c- VI Sergipe/Alagoas/Bahia, Brasília, Brasil.
- RADAMBRASIL. 1983. Levantamento de recursos naturais (anexo); folhas SC. 24/25 Aracaju/Recife. Vol. 30. Rio de Janeiro, Brasil.
- RICKLEFS, R. E. 1996. A economia da Natureza. Guanabara Koogan, Pennsylvania, U.S.A.
- RIZZINI, C. T. 1997. Tratado de fitogeografia do Brasil. Âmbito cultural Edição Ltda, Rio de Janeiro, Brasil.
- SCHLINDWEIN, C. 2003. Panurginae (Hymenoptera, Andrenidae) in northeastern Brazil. (Prelo).
- TEIXEIRA, A. F. R. 2001. Abelhas indígenas residentes em uma área de caatinga na margem esquerda do rio São Francisco. Monografia (Bacharelado), Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia. 42.
- VALENLTIN, J. L. 2000. Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos. Interciência, Rio de Janeiro, Brasil.
- VELOSO, H. P., RANGEL-FILHO, A. L. R., LIMA J. C. A., 1992. Classificação da Vegetação Brasileira, adaptada a um sistema universal. IBGE, Rio de Janeiro, Brasil.
- ZANELLA, F. C. V. 1999. Apifauna da Caatinga (NE do Brasil): Biogeografia histórica, incluindo um estudo sobre a sistemática, filogenia e distribuição das espécies de *Caenonomada* Ashmead, 1899 e *Centris (Paracentris)* Cameron, 1903 (Hymenoptera, Apoidea, Apidae). Tese de Doutorado, USP, Ribeirão Preto. 162.
- ZANELLA, F. C. V. 2000. The bees of the caatinga (hymenoptera, Apoidea, Apiformes): a species list and comparative notes regarding their distribution. Apidologie. 31: 579-592.

## CONCLUSÃO GERAL

Através da classificação supervisionada do Spring foi possível observar, que as áreas ainda preservadas possuem uma maior diversidade e equitabilidade de espécies melíferas e de abelhas.

O levantamento das comunidades abelhas e plantas na caatinga, em diversos estágios de degradação, possibilitaram conhecer o potencial da vegetação para a manutenção da apifauna.

Nas áreas preservadas a riqueza de plantas que fornecem pólen e néctar por períodos prolongados, foi maior, que nas áreas degradadas. Essas áreas são importantes para que se elabore um plano de manejo, pois proporcionam um equilíbrio ecológico para a manutenção de abelhas, especialmente das espécies altamente eussociais que têm colônias perenes.

Um monitoramento ambiental das áreas estudadas é imprescindível. Os cálculos dos índices ecológicos obtidos neste trabalho mostra que as áreas de caatingas arbóreas densa e aberta são menores que a área de pastagem e solo exposto. Diante disso, faz-se necessária a inclusão destas áreas na Unidade de Conservação existente, que é a Estação Ecológica de Xingó, mantida pela Companhia Hidroelétrica do São Francisco como medida de compensação - resolução do CONAMA nº 10/87.

A manutenção das áreas preservadas pela Estação Ecológica de Xingó possibilitará, que as abelhas endêmicas, mais raras e localmente ameaçadas de extinção não sejam comprometidas com a devastação acentuada que ocorre na caatinga.

**ANEXOS**

## **NORMAS DA REVISTA PARA O MANUSCRITO 1**

### **4.1. Manuscrito 1**

## Manuscripts Journal of Biogeography

Manuscripts should bear the title of the contribution, name(s) of the author(s) and complete address of the place where the work was carried out. The full postal and e-mail address of the author who will receive correspondence and check the proofs should also be included, as well as the present address of any author if different from the place where the work was carried out. A short Biosketch (30–100 words; 150 for three authors or more) describing the research interests of the authors should be provided. A brief informative Abstract of up to 500 words, presented for standard papers as a series of factual statements under the headings Aim, Location, Methods, Results and Main Conclusions (as appropriate), should be provided after the title page, along with a list of up to 10 Keywords. Authors may also provide a second Abstract and set of Keywords in another language, such as Spanish, *where this is of particular regional significance*. These should appear after the English Abstract and Keywords and must be a direct translation of the English version. Manuscripts are preferably written in English; where this is not the author's first language they should be carefully checked by an English speaker *before* submission. Contributions in French, German or Spanish will be considered; such papers should include an additional Abstract of 300–600 words in English, along with Keywords likewise in English. All pages should be numbered in the top right hand corner. A short running title should be provided. There is a range of three different headings and authors should indicate the level of each heading by formatting them as bold-capital, bold-lowercase or italics-lowercase for main, second and third level heading, respectively (or labelling them (A), (B) and (C) if this is not possible). The correct nomenclatural authorities for all the taxa must be given on their first appearance in the text, in the Abstract, in Tables and in the legends to Figures. Where specific equipment or software is mentioned, please give the manufacturer/company's name, town and country. Abbreviations and units SI units (m, km<sup>2</sup>, kg, etc.) are preferred. Statistics and measurements should always be given in figures, i.e. 10 km, except where the number begins the paragraph. When the number does not refer to a unit of measurement, it is spelt out (e.g. three samples), except where the number is greater than or equal to 10 (e.g. 25 samples). Use: negative exponents (e.g. t year<sup>-1</sup>, not t/year); L for litres; 24 hour clock format; and format dates as 31 March 1999. The word 'Figure' should be abbreviated in the text, e.g. Fig. 1, Figs 2 and 3.

Tables and figures Tables should be cited consecutively in the text and included at the end of the paper; they should be constructed using 'tabs' (not spaces or software options). Table column headings should be brief, with units of measurement in parentheses. All illustrations (including photographs) are classified as figures and should be numbered consecutively. Figure legends should be inserted at the end of the paper, as should the figures themselves if they are embedded within the paper. Figure legends should make the

material completely understandable. If the position of a table or figure is not to be near its first mention in the text, indicate its preferred position within the paper.

Please ensure that figures are prepared such that, after reduction, all lettering and symbols will be clear and easily read. Photographic figures should be saved in bmp or tif format at 300 d.p.i. Line figures should be saved in encapsulated postscript (eps) format. If this is not possible they should be saved in bmp or tif format at 800 d.p.i., as should combination figures. Colour figures should be saved in CYMK rather than RGB. Label multi-panel figures (a), (b), (c), etc., preferably in the upper left corner, and refer to them in the text as, for example, Fig. 1(a). Bar scales for maps and photographs are preferred to numerical scales and must be given on all such items. Full artwork guidelines are given on the publisher's web site (<http://www.blackwellpublishing.com/authors/digill.asp>). The journal welcomes colour figures. A [Colour Work Agreement Form](#) must be completed by authors submitting colour artwork and returned to The Production Editor, *Journal of Biogeography*, Blackwell Publishing, 9600 Garsington Road, Oxford, OX4 2DQ, UK. If you are unable to download the form please contact the Editorial Office. The charge for colour printing is £250 for the 1st figure, £175 each for the 2nd, 3rd and 4th figures, and £100 each for all additional figures. Full details are given on the form. Under exceptional circumstances, authors may request these charges to be waived. This must be done, in writing, at the time of submission of the manuscript, and authors must justify to the Editor that inclusion of the figure(s) in colour is essential for interpretation of the results presented. If authors wish to apply for funds to cover the costs of colour printing, the Editor will provide relevant support letters to funding bodies, indicating acceptance of the paper. Authors are encouraged to submit potential cover illustrations. These should be scanned to be 300 d.p.i. when enlarged/reduced to reproduction size (typically 11 x 16 cm). If photo or slides are submitted, these should be copies rather than originals.

*Postal submission of artwork:* If online submission of artwork is not possible, always submit high-quality hardcopy figures by post. If there are originals lightly mark them as such on the reverse; all figures should likewise be marked with their author name(s) and manuscript number, when known. Good quality prints of photographs should be sent without lettering unless this can be done to a professional standard; any required lettering should be given on an accompanying photocopy.

References References should be made by giving the author's name with the year of publication in parentheses. When reference is made to a work by more than two authors, the first name and *et al.* should be used. If several papers by the same author and from the same year are cited, the letters a, b, c, etc., should be put after the year of publication. References should be listed in alphabetical order at the end of the paper in the following standard form:

Cox, C. B. & Moore, P. D. (1999) *Biogeography: an ecological and evolutionary approach*, 6th edn. Blackwell Science Ltd, Oxford. May, R. M. (1994) The effects of spatial scale on

ecological questions and answers. *Large-scale ecology and conservation biology* (ed. by P. J. Edwards, R. M. May and N. R. Webb), pp. 1–17. Blackwell Scientific Publications, Oxford. Watt, A. S. (1947) Pattern and process in the plant community. *Journal of Ecology*, 35, 1–22.

All author names of multi-authored works should be given. Abbreviate editor to ed., editors to eds and edition to edn. Page extents of single-volume works are not required. Titles of journals should be given in full. Unpublished data, works in preparation and papers submitted but not yet accepted may be cited, giving the author's initials and surname, but should not be included in the reference list.

Appendices and Supplementary Material Appendices may be provided for important primary data, which needs to be included in the paper. If, however, these data are very extensive, or if they are of only indirect relevance to the paper, they will normally be made available in an electronic form through the Journal's pages on the world wide web. Such supplementary material should be referred to in the text as, for example, "see Appendix S1 in Supplementary Material". Authors should then include a 'Supplementary Material' section immediately before their References section, which should be in the following form

## **NORMAS DA REVISTA PARA O MANUSCRITO 2**

### **Instructions to Authors**

#### General Information

Basic and Applied Ecology seeks reviews and original

contributions from all areas of basic and applied ecology. Ecologists from all countries are invited to publish ecological research of international interest on its pages. There is no bias with regard to taxon or geographical area. Basic and Applied Ecology is

the official journal of the "Gesellschaft für Ökologie". Manuscripts should present new scientific findings that have not been published before and are not being considered for publication elsewhere. The acceptance of a paper implies that it has been reviewed and recommended by at least two reviewers of which at least one is from the Editors or the Editorial Board.

Manuscripts should be addressed to the Editor-in-Chief:

Teja Tscharnkte  
Basic and Applied Ecology  
Agroecology  
University of Goettingen  
Waldweg 26  
D-37073 Goettingen  
Germany  
Phone: +49-551-399209 (-05)  
Fax: +49-551-398806  
E-mail: ttschar@gwdg.de

Decisions on peer review and publication itself will be quick.

Authors will generally be notified of acceptance, rejection, or need for revision within ten weeks of receipt. Accepted manuscripts will be usually published within fifteen weeks of receipt by the publisher, but delays in obtaining reviews etc. may prolong that period.

#### Preparation of Manuscripts

Authors should submit three copies of the text and figures and retain a fourth reserve copy. Do not send original figures or disks before the paper has been accepted for publication. Type manuscripts double-spaced throughout and with wide margins. Number pages consecutively. Type genus and species names in italics. Manuscripts should be as short as possible, but not longer than 5500 words, and with titles < 15 words and abstracts < 300 words.

In addition to the paper version, authors are requested to submit a disk (3 ½ inch) with the final version of the text. Format (MS-DOS or Macintosh) and word processing program used for preparing the text should be indicated on the disk.

Language: Manuscript should be written in English. Linguistic usage should be correct.

Title page: The title page should include the names of the authors, title of the paper, running title, number of words (altogether, title, abstract), address for correspondence, phone number, fax number, and e-mail address.

Title: The title should be short and informative and contain words useful for indexing.

Abstract and key words: The second page of the manuscript contains the abstract in which the main points are summarized. The English abstract should be followed by a German abstract. The German translation may be provided by the Editors. Immediately following the abstract, up to ten key words (excluding words used in the title) should be supplied indicating the scope of the paper.

Introduction: State the reason for doing the work, the hypotheses or theoretical predictions under consideration, and the essential background.

Materials and Methods: Provide sufficient details of the techniques to enable the work to be repeated.

Results: State the results drawing attention in the text to important details shown in tables and figures.

Discussion: Point out the significance of the results, and place the results in the context of other work.

Acknowledgments: These should be a brief statement at the end of the text and may include funding information.

References: In the text references should be in chronological order and with the year in parentheses: Wiegleb (1993), Pfadenhauer (1995), Pfadenhauer & Otte (1995), Kappen et al. (1998); at the end of a sentence: (Wiegleb 1993, Pfadenhauer 1995, Pfadenhauer & Otte 1995, Kappen et al. 1998). Avoid excessive citations; cite only essential resources; avoid citing unpublished material. In the list of references, the following usage should be conformed to:

Journal: Scheu S (2001) Plants and generalist predators as links between the belowground and above-ground system. *Basic and Applied Ecology* 2: 3-13. Do not abbreviate names of journals.

Book: Nentwig W (1995) *Humanökologie*. Springer Verlag, Berlin.

Chapter: Poschlod P, Bakker J, Bonn S, Fischer S (1996) Dispersal of plants in fragmented landscapes. In: Settele J, Margules CR, Poschlod P, Henle K (eds) *Species survival in fragmented landscapes*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp 123-127.

Tables: Each table should be numbered, printed on a separate page, and accompanied by a title at the top.

Illustrations: The maximum type area is 17 cm width and 22.5 cm height. Figures should be designed to fit either one-column size (8.2 cm) or two-columns size (17 cm) in width. Figures must be ready for reproduction with clear lettering in suitable size. In addition to the printed version figures can be supplied in digital format (EPS or TIFF format, final resolution 300 dpi for halftones, 1270 dpi for black/white line drawings). Color figures can be printed only if part of the costs are covered by the author (approximately 500 Euro for one color plate, for more than one plate ask for a cost estimate). Label each figure with authors' names and figure number. The same data should not be presented in both graph and table form. Figures and tables should be self-explanatory.

Submit books for review to the Book Review Editor, Wolfgang Nentwig, Institute of Zoology, University of Berne, Baltzerstr. 6, CH-3012 Berne (Switzerland) (Phone: 0041-31-631-4520 or -4511, Fax +41-31-631-4511, email: wolfgang.nentwig@zos.unibe.ch). We welcome offers to review books for BAE.

Proofreading: Proofs of the article will be sent to the authors in duplicate. One copy should be corrected (using proofreader's marks) and returned to the publisher within two days after receipt. No alterations should be made to proofs other than those needed to correct typographical errors. Costs for extensive additional alterations will be charged to the authors.

Offprints: 50 offprints will be sent free of charge to members of the "Gesellschaft für Ökologie", and 25 to non-members. Additional reprints may be ordered at a cost at the time when the proofs are returned. There is no page charge for published papers.