

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ESTUDO FLORÍSTICO E ESTRUTURAL DA FAMÍLIA ORCHIDACEAE EM TRÊS INSELBERGUES DA
PARAÍBA, BRASIL.

ANDREA ALMEIDA

AREIA - PB

Abril - 2004

ANDREA ALMEIDA

ESTUDO FLORÍSTICO E ESTRUTURAL DA FAMÍLIA ORCHIDACEAE EM TRÊS INSELBERGUES DA
PARAÍBA, BRASIL.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, para obtenção do título de mestre em Agronomia, Área de Concentração: Ecologia Vegetal e Meio Ambiente.

Orientador: Leonaldo Alves de Andrade

Co-orientador: Leonardo Pessoa Felix

Areia, 2004

ESTUDO FLORÍSTICO E ESTRUTURAL DA FAMÍLIA ORCHIDACEAE EM TRÊS INSELBERGUES DA
PARAÍBA, BRASIL.

Andrea Almeida

Dissertação apresentada à banca examinadora

Orientador: _____

Prof. Dr. Leonaldo Alves de Andrade, Centro de Ciências Agrárias/UFPB

Co-orientador: _____

Prof. Dr. Leonardo Pessoa Felix, Centro de Ciências Agrárias/UFPB

Examinador: _____

Prof. Dr. Everardo Valadares de Sá Barreto Sampaio, UFPE

Areia, 2004

AGRADECIMENTOS

À Capes pelo apoio financeiro para o desenvolvimento do estudo

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia

Aos funcionários do Departamento de Fitotecnia e do Setor de Botânica

Ao Prof. Genildo Bandeira Bruno pela ajuda constante durante estes tempo de trabalho

Ao Prof. Leonaldo Alves de Andrade pela orientação junto ao Programa de Pós-graduação em Agronomia

Ao Prof. Leonardo Pessoa Felix pela orientação e constante contribuição na melhoria da qualidade deste manuscrito

Ao Prof. Dr. Everardo Sampaio pela disponibilidade em melhorar a qualidade deste manuscrito

Ao Prof. Walter Esfraim Pereira pelas colaborações na análise multivariada

Aos amigos do RS, que mesmo de longe permaneceram sempre ao meu lado, especialmente a Demetrius e Mi, Lulu e Peri, Márcia e Clóvis

Aos colegas de mestrado e doutorado que convivi este período

A Gentil Trajano por ser incansável durante o trabalho de campo e contribuir muito para que esta idéia fosse concluída

A Silvia Pitrez, Flávia Cartaxo, Bruno e Bárbara pelo convívio e amizade

As minhas duas famílias, a do sul e a do nordeste, por tudo que acreditaram e enfrentaram para esta etapa ser concluída

Em especial a minha mãe, Maria da Graça Almeida, meus irmãos, Anderson e Cynthia Almeida, meu marido Winston Felix e meus filhotes, Matheus e Pedro Felix

SUMÁRIO

Lista de tabelas.....	iii
Lista de figuras.....	iv
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	05
2.1. Inselbergues.....	05
2.2. Estudos em inselbergues.....	07
2.3. Inselbergues no Brasil.....	10
2.4. Orquídeas em inselbergues.....	12
2.5. Importância dos estudos em inselbergues.....	13
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1. Caracterização geral das áreas de estudo.....	14
3.2. Florística e fitossociologia.....	22
3.2.1. Caracterização morfológica das espécies estudadas.....	22
3.2.2. Mensuração e amostragem dos diferentes grupos morfológicos.....	26
3.3. Variações em microhabitats.....	27
3.4. Riqueza e diversidade.....	30
3.5. Similaridade florística.....	35
4. RESULTADOS.....	37
4.1. Análise geral.....	37
4.2. Análise por área.....	41
4.2.1. Inselbergue de Esperança.....	41
4.2.2. Inselbergue de Fagundes.....	42
4.2.3. Inselbergue de Serraria.....	43
4.2.4. Similaridade florística.....	44
5. DISCUSSÃO.....	48
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	51
7. CONCLUSÕES.....	53

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
9. ANEXOS.....	69
9.1. Matriz de presença e ausência	70

Lista de tabelas

Tabela 1. Cálculo de Balanço Hídrico. (CAD) = 5 mm. Local: Esperança/PB, no período de 1991-1998; onde: T = temperatura; Eto = evapotranspiração potencial; Prec = precipitação; NegAc = negativa acumulada; Armaz = armazenamento; Etr = evapotranspiração real; Exc = excedente.....	18
Tabela 2. Cálculo de Balanço Hídrico. (CAD) = 5 mm. Local: Fagundes/PB, no período de 1991-2000; onde: T = temperatura; Eto = evapotranspiração potencial; Prec = precipitação; NegAc = negativa acumulada; Armaz = armazenamento; Etr = evapotranspiração real; Exc = excedente.....	20
Tabela 3. Cálculo de Balanço Hídrico. (CAD) = 5 mm. Local: Serraria/PB, no período de 1991-2000; onde: T = temperatura; Eto = evapotranspiração potencial; Prec = precipitação; NegAc = negativa acumulada; Armaz = armazenamento; Etr = evapotranspiração real; Exc = excedente.....	21
Tabela 4. Levantamentos utilizados na análise de similaridade florística entre inselbergues do Brasil e de outras regiões do mundo.	36
Tabela 5. Localização das áreas estudadas, principais parâmetros estruturais e índices de diversidade, onde Coord. = coordenadas geográficas; NI = número de indivíduos; NE = número de espécies; H' = Índice de Shannon-Wiener; D = Índice de Simpson; J = Índice de Pielou.....	39
Tabela 6. Espécies de orquídeas registradas nos inselbergues estudados, organizadas em ordem crescente de valor de importância, onde ESP = Esperança; FAG = Fagundes; SER = Serraria; NI = número de indivíduos; MH = microhabitat de ocorrência; Sr = superfície de rocha; F = fendas; DR = depressões na rocha; VE = vegetação efêmera; TV = tapete de vegetação; FRi = frequência relativa; DoRi = dominância relativa; DRi = densidade relativa; VI = valor de importância; VC = valor de cobertura.....	39
Tabela 7. Lista de espécies registradas no inselbergue de Lagoa de Pedra, município de Esperança/PB, organizadas em ordem crescente de valor de importância, seus principais parâmetros estruturais e fitossociológicos, onde: NI = número de indivíduos; FAi = frequência absoluta; FRi = frequência relativa; DoAi = dominância absoluta; DoRi = dominância relativa; DRi = densidade relativa; VI = valor de importância; VC = valor de cobertura.....	42
Tabela 8. Lista de espécies registradas no inselbergue da Pedra de Santo Antônio, Município de Fagundes/PB, organizadas em ordem crescente de valor de importância, seus principais parâmetros estruturais e fitossociológicos, onde: NI = número de indivíduos; FAi = frequência absoluta; FRi = frequência relativa; DoAi = dominância absoluta; DoRi = dominância relativa; DRi = densidade relativa; VI = valor de importância; VC = valor de cobertura.....	43
Tabela 9. Lista de espécies registradas no inselbergue da Fazenda Santa Helena, Município de Serraria/PB, organizadas em ordem crescente de valor de importância, seus principais parâmetros estruturais e fitossociológicos, onde: NI = número de indivíduos; FAi = frequência absoluta; FRi = frequência relativa; DoAi = dominância absoluta; DoRi = dominância relativa; DRi = densidade relativa; VI = valor de importância; VC = valor de cobertura.....	44
Tabela 10. . Matriz de similaridade entre afloramentos do Brasil e de outras regiões do mundo	42

Lista de figuras

Figura 1. Localização dos Municípios estudados no Estado da Paraíba, Região Nordeste do Brasil.....	17
Figura 2. a) Vista parcial do inselbergue de Lagoa de Pedra, Município de Esperança/PB; b) Detalhe da área de entorno do inselbergue de Lagoa de Pedra.....	17
Figura 3. Diagrama de balanço hídrico, Município de Esperança/PB, no período de 1991-1998.....	18
Figura 4. a) Vista parcial do inselbergue da Pedra de Santo Antônio, no Município de Fagundes/PB; b) Detalhe de uma das faces da rocha onde foram instaladas as parcelas.....	19
Figura 5. Diagrama de balanço hídrico, Município de Fagundes/PB, no período de 1991-2000.....	20
Figura 6. Diagrama de balanço hídrico, Município de Serraria/PB, no período de 1991-2000.....	21
Figura 7. <i>Cyrtopodium polyphyllum</i> a) Aspecto geral da planta em seu microhabitat sobre o inselbergue; b) Detalhe da flor; c) Detalhe do fruto.....	23
Figura 8. <i>Encyclia longifolia</i> a) Aspecto geral da planta em seu microhabitat sobre o inselbergue; b) Detalhe da flor; c) <i>Epidendrum cinnabarinum</i> , detalhe da flor; d) <i>Epidendrum secundum</i> , detalhe da flor.....	24
Figura 9. a) <i>Prescottia phleoides</i> , aspecto geral da planta em seu microhabitat sobre o inselbergue; b) <i>Brassovola tuberculata</i> , aspecto geral da planta rupícola; c) Detalhe da flor.....	25
Figura 10. a) Alguns aspectos de <i>Pleurothallis ochreatea</i> no inselbergue de Lagoa de Pedra formando um tapete de vegetação sobre a superfície da rocha; b) Detalhe do gabarito sobre colônia de <i>P. ochreatea</i>	25
Figura 11. a) Detalhe adaptativo de espécies rupícolas, raízes fixadas diretamente à estrutura vertical da rocha; b) Detalhe dos canais de drenagem formados na rocha; c) <i>Cyrtopodium polyphyllum</i> localizado em depressões da rocha.....	29
Figura 12. Percentual de espécies registradas em relação ao tipo de microhabitat de ocorrência sobre os inselbergues estudados, onde: SR = superfície de rocha; F = fendas; DR = depressões na rocha; TV = tapete de vegetação; VE = vegetação efêmera.....	40
Figura 13. Dendograma de similaridade florística, em nível de espécie, entre 25 inselbergues, com os agrupamentos por UPGMA, utilizando índice de Jaccard.....	45

Resumo

Foram analisadas a composição e a estrutura das populações de orquídeas em três inselbergues do Estado da Paraíba, Brasil. Para o levantamento florístico foram coletadas plantas férteis, entre abril de 2002 e julho de 2003, cujas amostras foram incorporadas ao Herbário Jayme Coelho de Moraes (EAN), Centro de Ciências Agrárias/UFPB, e para o levantamento fitossociológico foi utilizado o método de parcelas fixas (dez parcelas de 10x10 m), distribuídas aleatoriamente nos inselbergues. Foram registrados, no total, 1029 indivíduos em Esperança, 957 em Serraria e 840 em Fagundes, pertencentes a sete gêneros e nove espécies. *Cyrtopodium polyphyllum* (Vell.) Pabst ex. F. Barros apresentou o maior número de indivíduos (923), seguido de *Prescottia phleoides* Lindl. (564) e *Epidendrum cinnabarinum* Jacq. (449), enquanto as demais espécies tiveram menos que 350 indivíduos cada. *Cyrtopodium polyphyllum*, *Epidendrum cinnabarinum* e *Prescottia phleoides* ocorreram nos três ambientes estudados, enquanto *Epidendrum secundum* Jacq., *Habenaria obtusa* Lindl. e *Pleurothallis ochreatea* Lindl., ocorreram em dois e *Brassovola tuberculata* Hook., *Cyrtopodium intermedium* Brade e *Encyclia longifolia* Schlechter, em apenas um. A espécie com melhor distribuição foi *E. cinnabarinum*, ocorrendo em 24 parcelas (FRi = 21,43%). Registrou-se cinco tipos de microhabitats, dos quais o tipo depressões na rocha apresentou maior riqueza e o tapete de vegetação foi o mais pobre. A maior diversidade na flora de orquídeas ocorreu no inselbergue de Fagundes, seguido de Esperança e Serraria e parece relacionada ao tamanho do afloramento. Uma comparação da flora de orquídeas entre os inselbergues da América do Sul confirmou que os afloramentos brasileiros apresentam-se floristicamente distintos, mesmo quando localizados geograficamente próximos. Este fato também foi evidenciado para afloramentos estudados nos Estados de Pernambuco e da Paraíba, região nordeste do Brasil.

PALAVRAS CHAVE: afloramentos rochosos, diversidade, inselbergues, orquídeas.

Abstract

The composition and structure of the orchids populations in three inselbergs of the Paraíba State, Brazil, been analyzed. Floristics survey plants been collected fertile, between April of 2002 and July of 2003, whose samples been incorporated the Herbarium Jayme Coelho de Moraes (EAN), Centro de Ciências Agrárias/UFPB, and for phytosociology survey the parcels fixed method was used (ten parcels of 10x10 m), randoming distributed in inselbergs. Registered seven genus and nine species. *Cyrtopodium polyphyllum* (Vell.) ex Pabst. F. Barros it presented the number biggest of individuals (923), followed of *Prescottia phleoides* Lindl. (564) and *Epidendrum cinnabarinum* Jacq. (449), while the too much species less than 350 individuals each. *Cyrtopodium polyphyllum*, *Epidendrum cinnabarinum* and *Prescottia phleoides* had occurred in three studied environments, while *Epidendrum secundum* Jacq., *Habenaria obtusa* Lindl. and *Pleurothallis ochreatea* Lindl., occurred in two and *Brassovola tuberculata* Hook., *Cyrtopodium intermedium* Brade and *Encyclia longifolia* Schlechter, only one. The species with better distribution was *E. cinnabarinum*, occurring 24 parcels (FRi = 21.43%). Registered five types of microhabitats, which type depressions in the rock presented higher diversity and the poor monocots mats. The high phytodiversity in the orchids flora occurred in inselbergs of Fagundes, followed of Esperança and Serraria and seems influenced to the outcrop size or situation of the inselbergs along a steep macroclimatical gradient. A comparison between orchids flora inselbergs of the South America confirmed that the outcrops Brazilian are presented distinct floristics, exactly when located geographically next. This fact also was evidenced for studied outcrops in the Pernambuco and Paraíba States, northeast region of Brazil.

Key words: rocky outcrops, diversity, inselbergs, orchids.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, existe uma tendência mundial direcionada para estudos relacionados com a diversidade de espécies em diferentes ecossistemas. Este fato é importante, pois consiste em conhecer a riqueza específica de cada ambiente para que se compreendam os mecanismos adaptativos das populações. Estima-se que das 250.000 espécies de Angiospermas descritas, cerca de 70% (180.000) estão distribuídas nas zonas intertropicais (Gimaret-Carpentier, 1999). A distribuição das comunidades vegetais está associada às interações estabelecidas entre espécies e as características do habitat e isso determina a riqueza de um bioma.

Estudos demonstram que a estabilidade das populações em um ecossistema está diretamente vinculada aos fatores abióticos que atuam como limitantes no desenvolvimento das comunidades (Koh *et al.*, 2002). Espécies com maior distribuição tendem a apresentar maior abundância local e isso reduz as chances de uma extinção. Contudo, a fragmentação na distribuição de uma espécie, pelo desenvolvimento de uma barreira física, por exemplo, conduz a divisão da população em diferentes unidades isoladas para reprodução, podendo desta forma direcionar uma evolução separada destas populações tornando-as distintas ou especializadas para seu tipo específico de habitat. Desta maneira, a especiação alopátrica corresponderia a um fenômeno de vicariância geográfica (Grant, 1989).

Ecossistemas isolados como ilhas ou montanhas destacam-se em diferentes regiões por constituírem elementos de paisagem estabilizada e muitas vezes pelo número elevado de espécies endêmicas (Romero & Nakajima, 1999; Barthlott & Porembski, 2000^b; Crisp *et al.*, 2001). Tanto as ilhas oceânicas como os inselbergues são particularmente vulneráveis à

destruição de seus habitats e conseqüentemente, à perda de sua diversidade biológica. Porém, é importante destacar que muitas vezes este isolamento serve como refúgio para espécies que estejam limitadas a desenvolverem-se em regiões adjacentes.

São bastante frequentes eventos de perturbações nos ecossistemas mundiais e o resultado é um desequilíbrio e conseqüente maior competição entre espécies. As perturbações e a intensidade destas no ambiente é que determinam a dominância das espécies. Cada vez que um processo de desequilíbrio ocorre é necessário uma recolonização, e as espécies favorecidas certamente serão aquelas com maior plasticidade adaptativa (Schwartz, 1991; Gimaret-Carpentier, 1999).

As ilhas, assim como outros ecossistemas, estão submetidas a perturbações de suas características originais, e geralmente, variações climáticas ou competição por recursos resultam em desequilíbrio, conduzindo a perda da biodiversidade. Irregularidades topográficas podem dividir as espécies em populações localizadas favorecendo os processos de especiação pela derivação genética (Charlet, 2002) e neste caso a diferenciação de uma espécie em outra morfologicamente distinta constitui uma etapa do processo de especiação.

Inselbergues são encontrados por todo território brasileiro, sendo muito freqüentes no nordeste brasileiro nas áreas coberta pela vegetação de caatinga. Esta variação na área de ocorrência torna os inselbergues potencialmente importantes para estudos de relações entre diversidade local e regional (Caley & Schulter, 1997), aspectos fundamentais para que se compreendam os mecanismos adaptativos e evolutivos das populações.

O conhecimento dos padrões de distribuição e estrutura das populações vegetais, bem como suas relações com os fatores ambientais, possibilitará inferir sobre como estes

fatores determinam a ocorrência das espécies, estabelecendo suas preferências pelos diferentes tipos de habitats que caracterizam estes ambientes.

A família Orchidaceae é formada por plantas especialmente adaptadas ao habitat epifítico (Dressler, 1993), sendo também extensamente encontrada como rupícola tanto no Brasil (Pabst & Dungs, 1975, 1977), como em outras regiões geográficas (Schweinfurth, 1959, 1960; Garay & Sweet, 1974; Andrews & Gutiérrez, 1988; Werkhoven, 1992; Ackerman, 1995). Além disso, apresenta um padrão de diversidade amplamente influenciado pelas variações do clima, chegando mesmo a constituir verdadeiras províncias de orquídeas, estabelecidas principalmente com base na variante climática (Pabst & Dungs, 1975, 1977). As orquídeas, portanto, constituem excelentes elementos para estudos de biodiversidade, especialmente em inselbergues, onde a família quase sempre representa um dos principais componentes da flora (Porembski & Barthlott, 2000^a).

Na Paraíba, apesar de se concentrarem principalmente nas regiões de clima semi-árido, os inselbergues também ocorrem, mesmo que de maneira mais esparsa, nas regiões úmidas do Estado, principalmente na Microrregião do Brejo Paraibano. Esta microrregião por se localizar nas encostas de barlavento, supostamente apresentaria em seus inselbergues, uma diversidade de orquídeas maior do que nas regiões semi-áridas. Todavia, além do clima, outros fatores como área total do inselbergue, variações de microhabitats, declividade e posição em relação aos ventos úmidos (Grau & Veblen, 2000; Lomolino & Weiser, 2001; Wardle, 2002), parecem ser variáveis com destacada influência na riqueza e diversidade de inselbergues.

Para testar essas hipóteses, foi realizado um estudo florístico e estrutural, das populações de orquídeas em três inselbergues no Estado da Paraíba, com diferentes declividades, extensões físicas, variações em microhabitats e submetidos a diferentes

níveis de pluviosidade e temperatura. Estes dados permitiram identificar as espécies dominantes em cada uma das áreas e sua ocorrência nos microhabitats específicos sobre a rocha, bem como a relação de similaridade florística com inselbergues do Brasil e de outras regiões geográficas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Inselbergues

Inselbergues (do alemão *insel* = ilha e *berg* = montanha) são afloramentos rochosos, principalmente de origem granítica e gnáissica, que surgem em diferentes paisagens formando ecossistemas isolados. O termo foi criado por Bornhardt, em 1900, e designa rochas muito antigas, geralmente com milhões de anos de idade, nas quais ocorre uma vegetação claramente delimitada em termos ecológicos (Porembski & Barthlott, 2000^a; Krieger *et al.*, 2003), caracterizando-os como sistemas independentes. *Bornhardt* e *monadnocks* são termos utilizados como sinônimos para inselbergues, embora se restrinjam a forma da rocha (Bremer & Sanders, 2000).

Os afloramentos variam muito na forma, tamanho e isolamento nas paisagens, embora este fato não influencie em termos morfogenéticos, pois a forma do inselbergue depende da intensidade das intempéries a que foi submetido ao longo dos anos. Contudo, o número e a distribuição são conseqüências da gênese do relevo (Barthlott & Porembski, 2000^b; Bremer & Sanders, 2000). Alguns autores os definem como remanescentes de processos erosivos formando montanhas isoladas com tamanho, forma e distribuição variadas (Burke, 2003^a). Atualmente, alguns autores consideram inselbergues como formações isoladas em paisagens naturais, independente de sua origem geológica (Burke, 2002^b).

Inselbergues são particularmente freqüentes em regiões tropicais, mas também ocorrem em zonas temperadas (Porembski & Barthlott, 2000^b). Na maioria das regiões, a sua vegetação é influenciada por características de sazonalidade climática.

Inselbergues não representam ecossistemas uniformes, mas claramente uma fragmentação em subhabitats expostos na superfície da rocha (Kluge & Brulfert, 2000). De acordo com Porembski *et al.* (2000), os inselbergues apresentam um conjunto de microhabitats distintos fisionomicamente, que são os responsáveis pelo estabelecimento das espécies vegetais. A diferença em microhabitats está relacionada com as condições edáficas e fatores microclimáticos que levam à alta diversidade regional das comunidades vegetais (Kluge & Brulfert, 2000).

Possivelmente, esses ecossistemas insulares sejam os ambientes terrestres em melhor estado de preservação tornando-se os principais refúgios (Danin, 1999; Burke 2002^a; Porembski, 2002) para diversas espécies vegetais e animais, principalmente considerando a intensa atividade antrópica a que os ecossistemas mundiais estão submetidos.

Os isolamentos em relação a outras formações semelhantes e as condições abióticas adversas são fatores determinantes na adaptação das inúmeras espécies encontradas sobre os inselbergues (Kluge & Brulfert, 2000) e atuam na formação de raças locais, raças geográficas ou espécies biológicas (Grant, 1989). Assim, os inselbergues estabilizaram-se como importantes áreas de endemismos e muitas vezes destacam-se pela elevada diversidade biológica (Porembski, 2002) e divergência intra e inter populacionais (Borba *et al.*, 2001).

Estudos sobre ilhas têm sido fundamentais para que se compreendam os processos ecológicos e evolutivos que afetam a biodiversidade dos ecossistemas (Carlquist, 1972; Stuessey, 1990). Atualmente, ambientes insulares têm sido destacados em estudos de biologia da conservação e normalmente estão relacionados com a manutenção das espécies e seus respectivos habitats isolados (Drake *et al.*, 2002). Assim como as ilhas oceânicas, os

inselbergues são modelos para estudos de mecanismos e adaptações ecológicas, pois são isolados, pouco complexos e de fácil monitoramento (Barthlott *et al.*, 1993; Barthlott & Porembski, 2000^b), constituindo desta forma sistemas naturais para pesquisas com biodiversidade (Seine *et al.*, 1998; Kluge & Brulfert, 2000; Porembski, 2002; Vitousek, 2002).

2.2. Estudos em inselbergues

Estudos em inselbergues vêm sendo desenvolvidos desde a década de 70, mas os primeiros trabalhos estavam relacionados a aspectos estruturais de geologia, morfogênese dos afloramentos e características dos tipos de solos presentes nesse tipo de ambiente (Bocquier, 1971; Navolic & Humbel, 1971; Boulet, 1975). Osborn (1985) relacionou os estudos de geologia com a influência das variações climáticas e a importância dos processos erosivos como determinantes na origem dos inselbergues.

Com o decorrer dos anos, passou-se a destacar a composição florística das comunidades vegetais, as estratégias adaptativas das espécies e os fatores ecológicos sobre inselbergues de diferentes regiões geográficas.

Na África, o continente melhor estudado em suas características geológicas e florísticas, foram desenvolvidos trabalhos na porção leste, incluindo os inselbergues da ilha de Madagascar (Fisher & Theisen, 2000), Malawi (Porembski, 1996; Seine & Becker, 2000), Tanzânia, Quênia, Somália (Seine & Becker, 2000) e Zimbabwe (Seine *et al.*, 1998; Seine & Becker, 2000), onde já foram registradas mais de 900 espécies de plantas vasculares, estimando-se um total de 2000 para essa região (Seine & Becker, 2000). Na

parte oeste, as principais pesquisas se concentram na Namíbia (Burke *et al.*, 1998; Burke, 2001; Burke, 2002^{a, b, c}; Burke, 2003^b), Gabão, Guiné Equatorial (Parmantier, 2003), Camarões, Nigéria, Benine (Porembski, 2000) e Costa do Marfim (Porembski *et al.*, 1995; Porembski *et al.*, 1996; Porembski & Barthlott, 1997; Krieger *et al.*, 2000; Porembski, 2000; Krieger *et al.*, 2003), onde a paisagem está dominada por extensas planícies que são interrompidas ocasionalmente por pequenos afloramentos e grandes platôs de rocha. Na parte central do continente africano, destacaram-se os trabalhos de Porembski *et al.*, (1997) em Ruanda e Zaire, onde foram evidenciadas as afinidades florísticas entre os tipos de habitats e a respectiva ocorrência de espécies, com ênfase para os tapetes de monocotiledôneas e de vegetação efêmera.

Estudos foram desenvolvidos por Biendiger & Fleischmann (2000) sobre inselbergues graníticos localizados na ilha oceânica de Seychelles, no Oceano Índico. Seychelles é uma ilha bastante isolada e os afloramentos estão a aproximadamente 930 Km do norte de Madagascar e 1600 Km a leste do continente africano. A vegetação possivelmente desenvolveu-se ao longo de milhões de anos, através de mecanismos naturais de imigração e processos evolutivos. Nela já foram registradas 240 espécies, incluindo endemismos para a região.

Nos Estados Unidos da América, a vegetação adaptada a inselbergues foi descrita no trabalho de Wyatt & Allison (2000). Gröger & Barthlott (1996) destacaram aspectos de biogeografia e diversidade da flora em 58 inselbergues venezuelanos situados em zona de transição de duas regiões fitogeográficas, a do Caribe e das Guianas. Outras considerações sobre a região foram compiladas por Gröger (2000) e evidenciam a riqueza de espécies nos diferentes habitats destes afloramentos.

Sarthou & Villiers (1998) caracterizaram as comunidades vegetais de inselbergues nas Guianas, utilizando a metodologia descritiva proposta por Braun-Blanquet. Este estudo foi um dos primeiros registros estruturais de populações sobre inselbergues. Na Bolívia, os primeiros registros sobre a flora e vegetação de inselbergues foram realizados na Região de Ñuflo de Chavez e Velasco, onde ocorrem afloramentos ricos em espécies endêmicas, embora a maioria das espécies apresente uma ampla distribuição e ocorra em outros habitats (Ibisch *et al.*, 1995).

Na Ásia, um dos poucos estudos sobre inselbergues está restrito a alguns afloramentos de Israel e da Jordânia (Danin, 1999). A análise destes ecossistemas em suas características topográficas, climáticas, geológicas, florísticas e fisionômicas, indicam que esses ambientes atuam como refúgios xéricos para as espécies vegetais. Também foram abordados aspectos ecológicos, fitogeográficos e padrões de distribuição das espécies em microhabitats e avaliada a influência das oscilações climáticas ocorridas no Pleistoceno e Holoceno sobre a vegetação atual dos afloramentos.

Na Austrália, os inselbergues estão principalmente nas paisagens áridas e são evidenciados em estudos para esclarecer a evolução paralela entre animais e plantas nas regiões. A ocorrência de um grande número de espécies endêmicas reflete um período de evolução insular do período Terciário e Quaternário, embora alguns gêneros e famílias ocorram em outros continentes, especialmente na América do Sul, Nova Zelândia, África e Madagascar (Hopper, 2000). Pigott & Sage (1997) destacaram a vegetação de inselbergues como eficientes refúgios em regiões de condições climáticas extremas e a influência da invasão de novas espécies nesses ecossistemas. Recentemente, Hunter (2003^b) investigou a importância das formas de vida e a capacidade de desenvolvimento de espécies vegetais de inselbergues, comparando esses dados com a vegetação adjacente. Entre os resultados foi

proposto um modelo que descreve a influência dos mecanismos adaptativos diferenciados para manutenção da abundância de espécies nos dois tipos de ecossistemas.

Aspectos ecológicos passaram a ser observados para descrever as relações cíclicas entre ambiente-planta-animal que ocorrem em inselbergues (Porembski & Barthlott, 2000^b; Raghoenandan, 2000). A topografia, a disponibilidade de substrato, a latitude e a altitude destacaram-se como principais fatores determinantes na riqueza específica local (Barthlott *et al.*, 1993; Porembski *et al.*, 1995; Burke *et al.*, 1998; Twidale & Bourne, 1998; Gaudil & Eckardt, 1999; Twidale *et al.*, 1999; Santos *et al.*, 1999; Burke, 2002^{a, c}; Hunter, 2003^a).

2.3. Inselbergues no Brasil

No Brasil, a formação dos inselbergues está associada aos processos de pediplanação, bastante comuns em regiões áridas, como a caatinga nordestina (Bigarella *et al.* 1994). Em termos florísticos, os estudos em inselbergues passaram a ser realizados a partir da comparação da diversidade em inselbergues tropicais, localizados nos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo, assim com as formações de campos rupestres em Minas Gerais, Bahia e Goiás (Barthlott *et al.*, 1993). A flora dos inselbergues brasileiros é bastante diferenciada e caracteriza-se por um grande número de espécies bem adaptadas com uma restrita distribuição, ou seja, muitas vezes inselbergues geograficamente próximos apresentam inventários florísticos bastante distintos (Barthlott *et al.*, 1993). Este fato indica que eventos pontuais de perturbações ambientais podem ser os responsáveis pela colonização desses ecossistemas.

Em 1997, um estudo de caracterização florística de inselbergues foi realizado em dois afloramentos na Região de Milagres, BA (França *et al.*, 1997). Os resultados comparados com a vegetação de afloramentos africanos destacaram que os inselbergues brasileiros apresentam uma maior riqueza de famílias e espécies.

Porembski *et al.* (1998) avaliaram a diversidade e padrões ecológicos de espécies saxícolas em inselbergues localizados nos Estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo e Bahia. Para analisar a estrutura das populações foi utilizado o método fitossociológico por percentual de cobertura de Braun-Blanquet, o que tornou possível calcular os índices de diversidade, para cada um dos afloramentos estudados. Esse trabalho foi complementado com os dados florísticos de Safford & Martinelli (2000), para dois afloramentos do Rio de Janeiro.

Na Região de Milagres, BA, foi desenvolvido um estudo sobre a importância da família Euphorbiaceae em inselbergues (Carneiro *et al.*, 2002). Este trabalho registrou a ocorrência das espécies da família e propôs chaves de identificação para as mesmas. A grande representatividade desta família em relação as demais que compõe a flora de inselbergues brasileiros demonstra uma melhor adaptação em ambiente xéricos.

Inselbergues são frequentemente encontrados na Região Nordeste do Brasil (Bigarella *et al.*, 1994) e destacam-se por suas características florísticas e fisionômicas, constituindo portanto, fitocenoses bastante diferenciadas do entorno. Na região central do Ceará, mais especificamente em Quixadá, caracterizado por uma concentração de inselbergues inseridos no clima semi-árido, foi realizado um estudo florístico e a flora dos inselbergues comparados com a de outras regiões da África e Austrália (Oliveira, 2002).

Estudos sobre a estrutura da vegetação de inselbergues são pouco registrados, mas, começam a ser desenvolvidos, como no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB),

MG (Caiafa, 2002), em Pernambuco (Krause, 2000) e na Paraíba, no Município de Esperança (Porto, 2003).

Todos estes registros evidenciam a grande diversidade da flora que está associada a essas formações rochosas e a importância de sua conservação para a manutenção da biodiversidade das espécies.

2.4. Orquídeas em inselbergues

Entre os grupos vegetais, as monocotiledôneas possuem melhor representatividade do que as dicotiledôneas nos inselbergues brasileiros, com destacada participação para a família Orchidaceae (Safford & Martinelli, 2000). Provavelmente, este fato seja consequência tanto das adaptações morfológicas das plantas como da fácil propagação de suas formas vegetativas, o que as tornam especialistas bem sucedidas em locais abertos de condições xéricas (Barthlott & Porembski, 2000^b), estabelecendo desta forma estratégias eficientes em ambientes fragmentados (Biedinger *et al.*, 2000).

A família Orchidaceae destaca-se como um dos quatro grupos de plantas com maior diversidade de espécies em inselbergues da América do Sul (Barthlott *et al.*, 1993; Barthlott & Porembski, 2000^a). São plantas perenes com destacada potencialidade para ornamentação. Apesar de serem consideradas ecologicamente frágeis (Dressler, 1993), a família como um todo parece ser fenotipicamente plástica, o que ocasionou o aparecimento de características adaptativas bastante eficientes para a ocupação dos inselbergues (Barthlott & Porembski, 2000^b). Gêneros como *Bifrenaria* Lindl., *Epidendrum* L., *Habenaria* Willd., *Laelia* Lindl., *Oncidium* Sw., *Angraecum* Bory e *Polystachia* Hook,

possuem representantes perfeitamente adaptados aos inselbergues, sendo muitas vezes pioneiras de rochas nuas, promovendo a desintegração da rocha, o que favorece o acúmulo de substrato orgânico, propiciando o desenvolvimento de espécies secundárias (Safford & Martinelli, 2000; Barthlott & Porembski, 2000^a).

2.5. Importância dos estudos em inselbergues

Estudos populacionais em inselbergues tornam-se mais importantes considerando que esse tipo de ecossistema está fragmentado em subhabitats distintos florística e fisionomicamente (Krieger *et al.*, 2000). Também é comum a ocorrência de populações descontínuas que parecem refletir, de um lado, uma heterogênea distribuição dos recursos e, de outro, uma intensa influência da atividade humana, podendo representar o primeiro estágio para a extinção local de algumas espécies (Kent & Coker, 1992; Rodriguez & Delibes, 2003) que têm nesse ecossistema um refúgio para seu desenvolvimento (Barthlott *et al.*, 1993).

Conhecer a riqueza e os padrões de distribuição das espécies em ambientes fragmentados, como inselbergues, é essencial para o uso correto e a proteção desses ecossistemas no Nordeste do Brasil.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização geral das áreas de estudo

O trabalho foi desenvolvido em três municípios da Paraíba: Serraria, na microrregião do Brejo Paraibano, Esperança e Fagundes (Fig. 1), no Agreste Paraibano, inseridos, respectivamente, nos biomas Mata Atlântica (Floresta Ombrófila) e Caatinga (Savana Estépica) (Fernandes & Bezerra, 1990; IBGE, 2000).

Os dados de pluviosidade e temperatura foram fornecidos pelo Departamento de Ciências Atmosféricas (DCA), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), a partir dos quais efetuou-se o cálculo do balanço hídrico para todas as áreas estudadas através do programa BH Clima versão 1.0 (Neto & van Lier, 1991). Os dados obtidos na análise são detalhados nas tabelas e nos diagramas correspondentes. A temperatura na Região Nordeste apresenta uma pequena amplitude de variação, permanecendo elevada durante quase todos os meses do ano, com exceção das áreas de altitude mais elevada que sofrem a influência direta do relevo (Andrade, 1998).

O inselbergue localizado no Município de Esperança, na localidade Lagoa de Pedra ($7^{\circ} 0' 0.65''$ S, $35^{\circ} 53' 0.98''$ W) (Fig. 2a), com cerca de 10 ha, é circundado por uma área descampada plana de solo arenoso (Fig. 2b), destituída de sua cobertura vegetal primária, atualmente utilizada com diversos cultivos de subsistência. O afloramento alcança uma altitude máxima de 699 m e possui faces que variam, tanto na inclinação como na presença e distribuição das espécies. Entre a base e o topo do inselbergue existe uma variação altimétrica de aproximadamente 40 m. O clima é quente, com temperaturas médias anuais de $21,9^{\circ}\text{C}$, e está associado à baixos índices pluviométricos (média de 700 mm/ano) e com

elevada evapotranspiração. O clima, segundo a classificação de Thornthwaite é C1 d B'4 a' (mesotérmico, subúmido seco, com excesso de água pequeno ou nulo) (Vianello & Alves, 1991) (Tab. 1; Fig. 3). Sobre o inselbergue estas condições se tornam ainda mais severas, principalmente pelo pouco desenvolvimento de substrato e as altas temperaturas da rocha.

O outro inselbergue da microrregião Agreste Paraibano está localizado na Pedra de Santo Antônio (7° 20.640' S, 35° 47.755' W) (Figs. 4a, 4b), Município de Fagundes. Esta área está formada por um conjunto de afloramentos distribuídos, na sua maioria, de forma descontínua na paisagem. Na vegetação do entorno predominam as capoeiras com espécies arbustivo-arbóreas, além da vegetação ruderal herbáceo-lenhosa. A área alcança uma altitude máxima de 730,60 m e apresenta faces bastante distintas, com inclinações acentuadas que dificultaram o acesso para a instalação das parcelas. Neste município as temperaturas médias anuais são de 22,7°C e a precipitação média é de 850 mm/ano. De acordo com Thornthwaite, o clima é classificado como C1 d B'4 a' (Tab. 2; Fig. 5), semelhante ao que ocorre no Município de Esperança.

No Município de Serraria, o inselbergue estudado apresentou uma altitude de 562 m, e está localizado na Fazenda Santa Helena a 6° 49.735' S, 35° 38.390' W. Este afloramento apresenta uma variação entre base e topo de aproximadamente 25 m e ocorre isolado, porém com características de clima e vegetação de entorno bastante diferenciadas das observadas nos outros dois afloramentos. A região na qual está inserido apresenta uma vegetação florestal de entorno relativamente bem preservada, com ocorrência de espécies epifíticas principalmente orquídeas, bromélias e aráceas, representando um remanescente da Mata Atlântica dos Brejos de Altitude. Nesta região, as médias climáticas são mais amenas, com média pluviométrica de 1277 mm/ano. Segundo a classificação de

Thornthwaite, o Município de Serraria tem um clima do tipo C2 w A' a' (megatérmico, subúmido, com deficiência de água moderada no inverno) (Vianello & Alves, 1991).

A temperatura média anual, embora mais elevada que nos outros dois inselbergues (23,7°C), está combinada com taxas de evapotranspiração menores, o que ocasiona um maior excedente hídrico com conseqüente menor deficiência de água no substrato dos microhabitats sobre o inselbergue (Tab. 3; Fig. 6). Contudo, sobre o afloramento, a alta irradiação e o pouco desenvolvimento do substrato estabelecem características semelhantes às de outros inselbergues de regiões mais xéricas. Estruturalmente, a rocha apresenta-se com pequenas inclinações e suas faces mais íngremes não atingem ângulos de mais de 50°, podendo ser considerado o menos íngreme dos ambientes estudados.

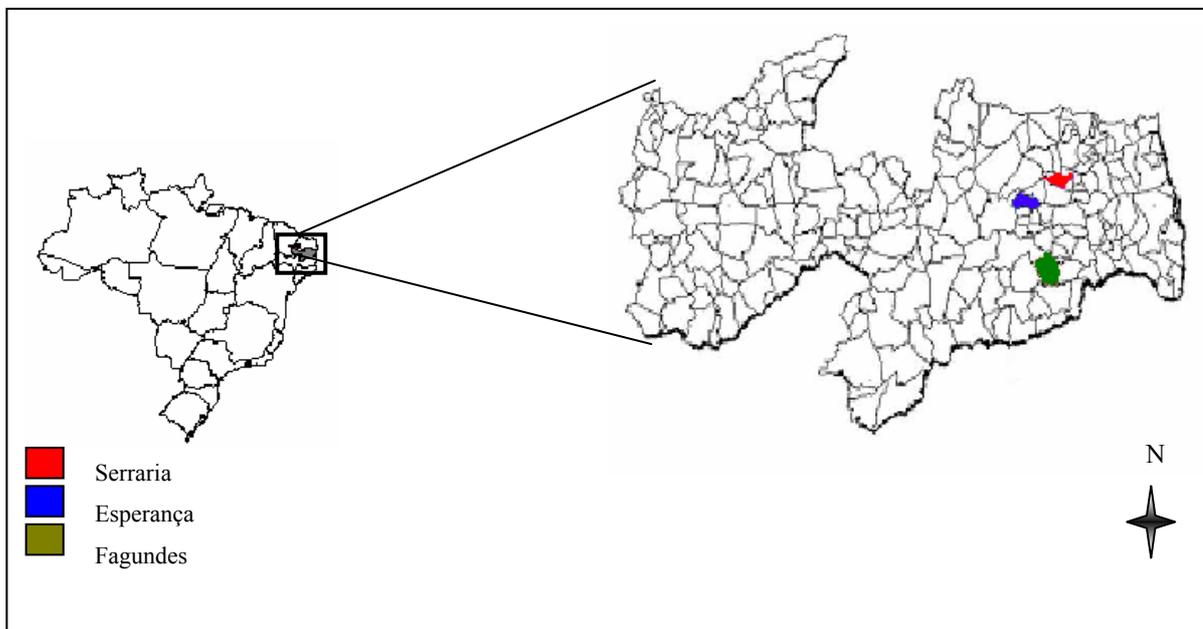


Fig. 1. Localização dos Municípios estudados no Estado da Paraíba, Região Nordeste do Brasil.



Fig. 2 a) Vista parcial do inselbergue de Lagoa de Pedra, Município de Esperança/PB; b) Detalhe da área de entorno do inselbergue de Lagoa de Pedra.

Tab. 1. Cálculo de Balanço Hídrico. (CAD) = 5 mm. Local: Esperança/PB, no período de 1991-1998; onde: T = temperatura; Eto = evapotranspiração potencial; Prec = precipitação; NegAc = negativa acumulada; Armaz = armazenamento; Etr = evapotranspiração real; Exc = excedente.

Mês	T	ETo	Prec	Saldo	NegAc	Armaz	ETr	Déficit	Exc
Jan	22.1	86.3	40.0	46.3	244.1	0.0	40.0	46.3	0.0
Fev	22.8	85.3	46.5	38.8	282.9	0.0	46.5	38.8	0.0
Mar	23.1	99.1	74.9	-24.2	307.2	0.0	74.9	24.2	0.0
Abr	23,2	98,6	80,1	-18,5	325,6	0,0	80,1	18,5	0,0
Mai	23,3	104,3	79,9	-24,4	350,0	0,0	79,9	24,4	0,0
Jun	23,1	102,8	112,9	10,1	0,0	5,0	102,8	0,0	5,1
Jul	22,6	93,9	98,9	5,0	0,0	5,0	93,9	0,0	5,0
Ago	21,7	86,7	72,4	-14,3	14,3	0,3	77,1	9,6	0,0
Set	20,5	71,7	33,5	-38,2	52,5	0,0	33,8	37,9	0,0
Out	19,8	66,9	17,0	-49,9	102,4	0,0	17,0	49,9	0,0
Nov	20,0	65,4	21,0	-44,4	146,8	0,0	21,0	44,4	0,0
Dez	20,8	73,9	22,9	-51,0	197,8	0,0	22,9	51,0	0,0
Ano	21,9	1034,9	700,0				689,9	345,0	10,1

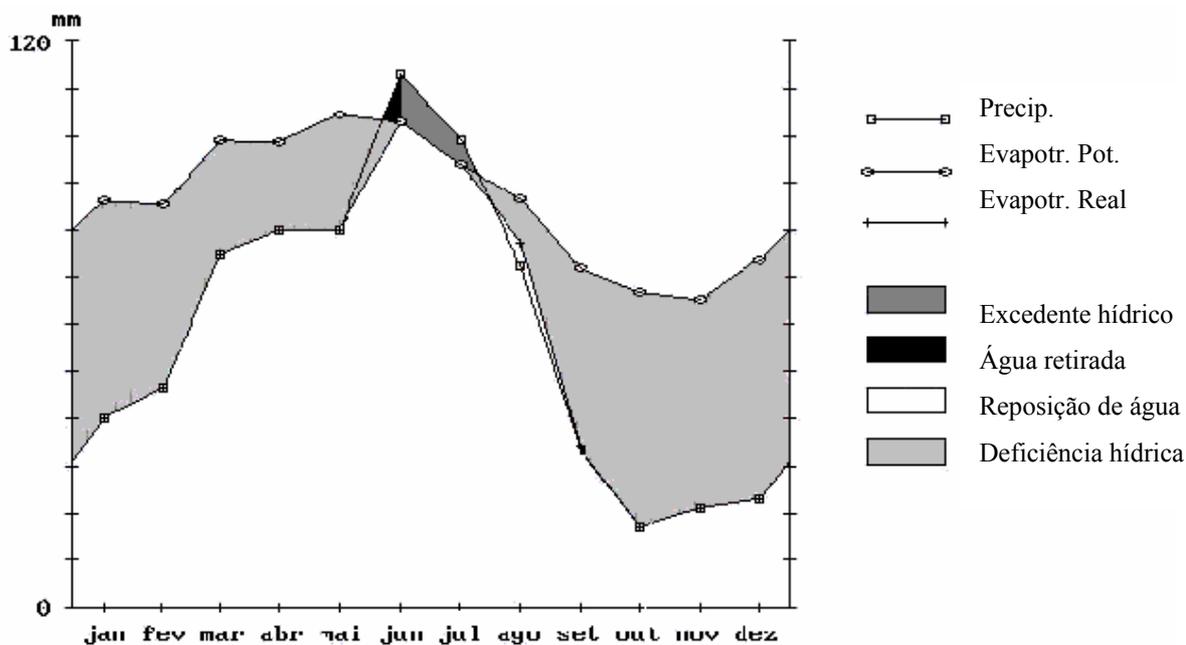


Fig. 3. Diagrama de balanço hídrico, Município de Esperança/PB, no período de 1991-1998.

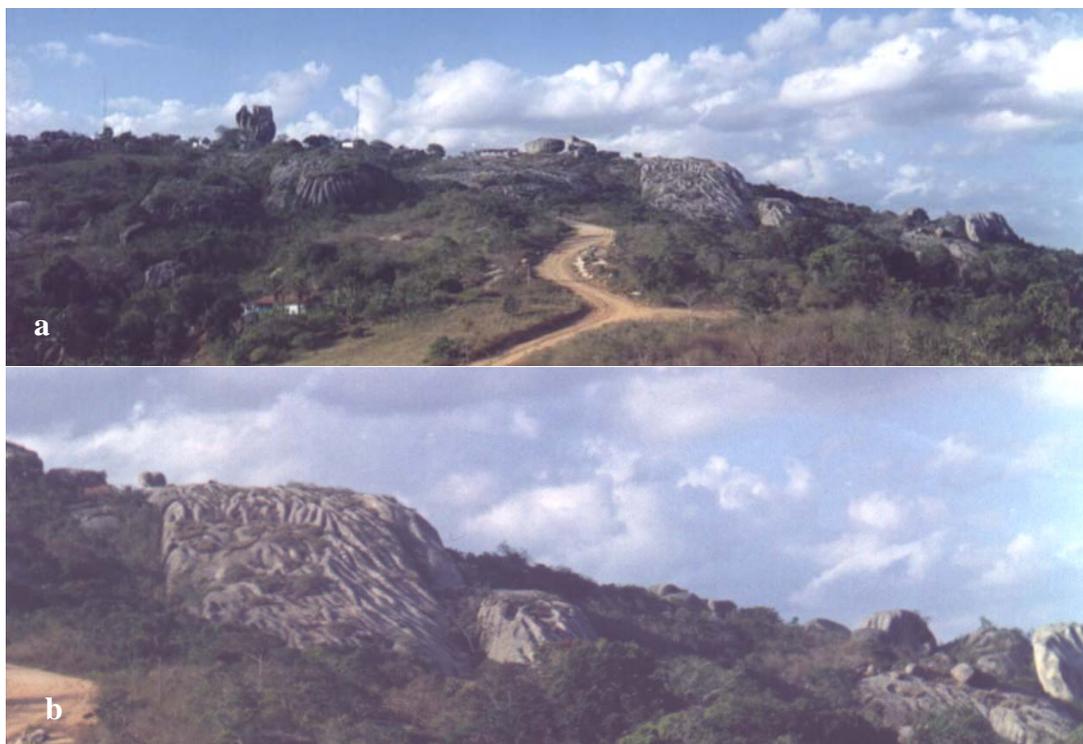


Fig. 4. a) Vista parcial do inselbergue da Pedra de Santo Antônio, no Município de Fagundes/PB; b) Detalhe de uma das faces da rocha onde foram instaladas as parcelas.

Tab. 2. Cálculo de Balanço Hídrico. (CAD) = 5 mm. Local: Fagundes/PB, no período de 1991-2000; onde: T = temperatura; Eto = evapotranspiração potencial; Prec = precipitação; NegAc = negativa acumulada; Armaz = armazenamento; Etr = evapotranspiração real; Exc = excedente.

Mês	T	ETo	Prec	Saldo	NegAc	Armaz	ETr	Déficit	Exc
Jan	22,9	92,0	32,4	-59,6	268,7	0,0	32,4	59,6	0,0
Fev	23,6	91,2	45,8	-45,4	314,1	0,0	45,8	45,4	0,0
Mar	24,0	107,3	137,5	30,2	0,0	5,0	107,3	0,0	25,2
Abr	24,0	105,7	85,8	-19,9	19,9	0,1	90,7	15,0	0,0
Mai	24,0	110,7	100,1	-10,6	30,5	0,0	100,2	10,5	0,0
Jun	23,8	109,0	132,1	23,1	0,0	5,0	109,0	0,0	18,1
Jul	23,4	100,5	121,3	20,8	0,0	5,0	100,5	0,0	20,8
Ago	22,5	92,5	88,9	-3,6	3,6	2,4	91,5	1,0	0,0
Set	21,3	76,1	42,4	-33,7	37,3	0,0	44,8	31,3	0,0
Out	20,7	71,7	11,8	-59,9	97,2	0,0	11,8	59,9	0,0
Nov	20,8	69,2	16,7	-52,5	149,7	0,0	16,7	52,5	0,0
Dez	21,7	79,4	19,9	-59,5	209,1	0,0	19,9	59,5	0,0
Ano	22,7	1105,3	834,7				770,7	334,6	64,0

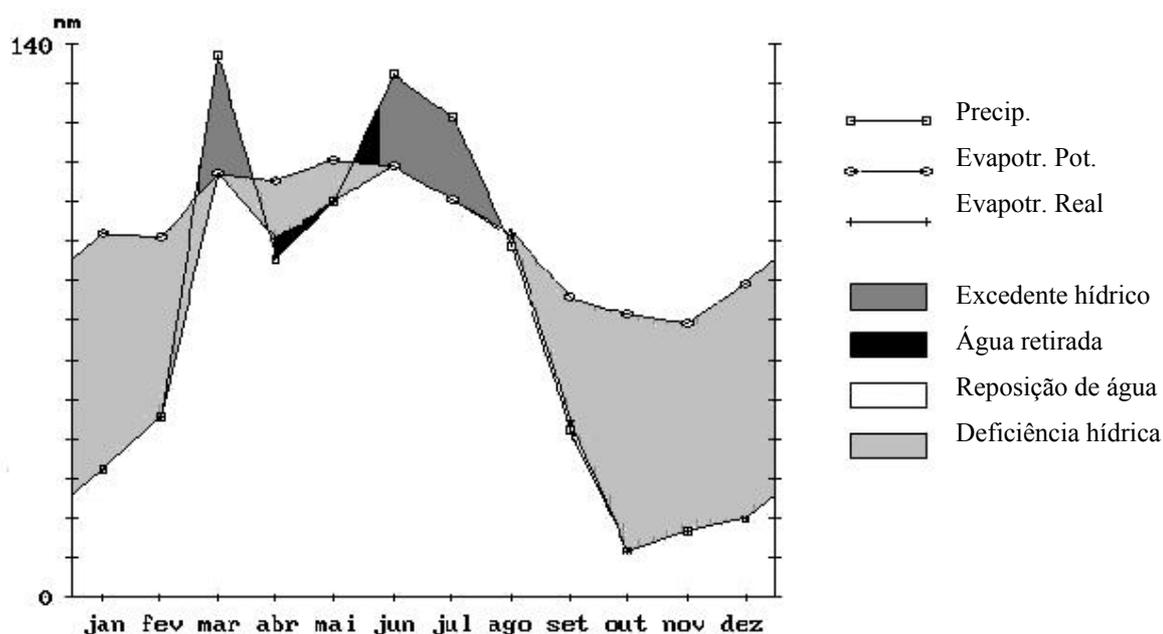


Fig. 5. Diagrama de balanço hídrico, Município de Fagundes/PB, no período de 1991-2000.

Tab. 3. Cálculo de Balanço Hídrico. (CAD) = 5 mm. Local: Serraria/PB, no período de 1991-2000; onde: T = temperatura; Eto = evapotranspiração potencial; Prec = precipitação; NegAc = negativa acumulada; Armaz = armazenamento; Etr = evapotranspiração real; Exc = excedente.

Mês	T	ETo	Prec	Saldo	NegAc	Armaz	ETr	Déficit	Exc
Jan	23,8	99,7	68,2	-31,5	209,2	0,0	68,2	31,5	0,0
Fev	24,4	98,0	100,4	2,4	3,6	2,4	98,0	0,0	0,0
Mar	24,8	115,4	151,7	36,3	0,0	5,0	115,4	0,0	33,7
Abr	24,9	114,8	36,0	-78,8	78,8	0,0	41,0	73,8	0,0
Mai	25,0	121,5	162,8	0,0	0,0	5,0	121,5	0,0	36,3
Jun	24,8	119,5	208,5	0,0	0,0	5,0	119,5	0,0	89,0
Jul	24,3	108,7	183,5	0,0	0,0	5,0	108,7	0,0	74,8
Ago	23,6	102,1	114,0	0,0	0,0	5,0	102,1	0,0	11,9
Set	22,5	84,8	56,3	28,5	28,5	0,0	61,3	23,5	0,0
Out	21,9	79,7	24,3	83,9	83,9	0,0	24,3	55,4	0,0
Nov	22,0	77,0	37,9	123,0	123,0	0,0	37,9	39,1	0,0
Dez	22,8	87,7	32,9	177,8	177,8	0,0	32,9	54,8	0,0
ano	23,7	1208,8	1176,5				930,8	278,0	245,7

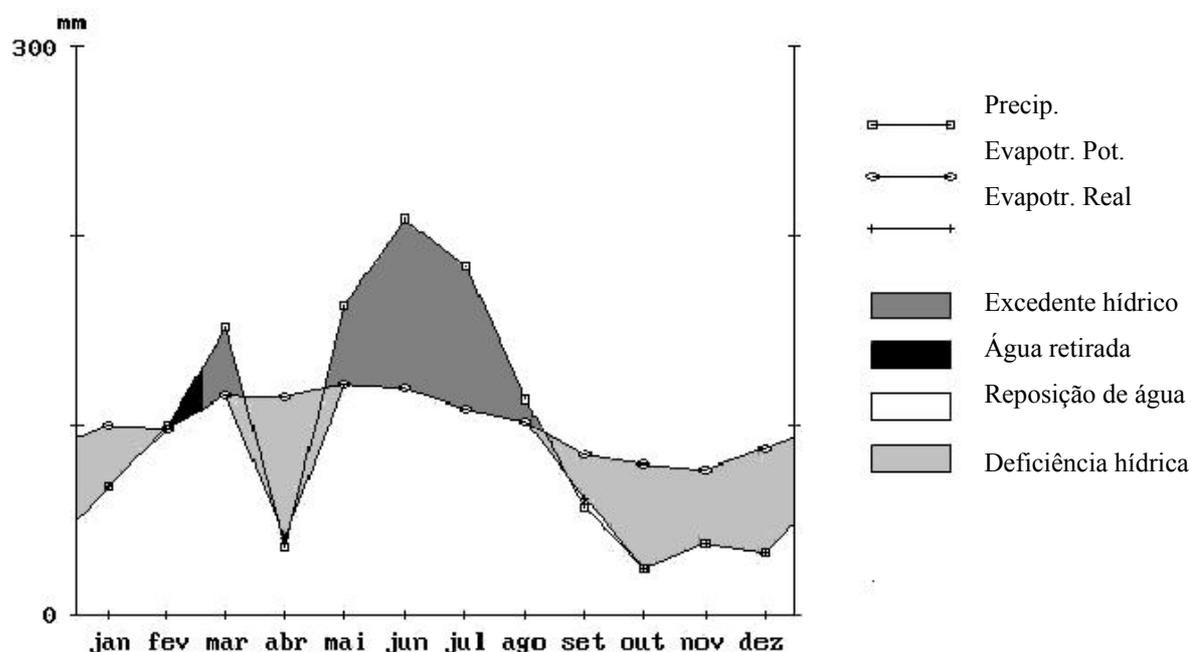


Fig. 6. Diagrama de balanço hídrico, Município de Serraria/PB, no período de 1991-2000.

3.2. Florística e fitossociologia

Foram coletadas plantas em estágio reprodutivo, entre maio de 2002 e julho de 2003. Parte deste material foi herborizado através das técnicas recomendadas por [Mori *et al.* \(1989\)](#) e incorporadas ao acervo do Herbário Prof. Jayme Coelho de Moraes (EAN), do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Outra parte do material foi mantida em cultivo no orquidário do CCA da UFPB, para análises posteriores. A identificação das espécies foi realizada através de consultas a literatura especializada ([Cogniaux, 1893](#); [Hoehne, 1940, 1949](#); [Pabst & Dungs, 1977](#)) ou por comparação com materiais previamente identificados do Herbário EAN.

O levantamento fitossociológico foi realizado utilizando o método de parcelas ([Daubenmire, 1968](#); [Müller-Dombois & Elleberg, 1974](#); [Kent & Coker, 1992](#)), através da instalação de dez parcelas fixas (10x10 m) distribuídas de forma aleatória, objetivando cobrir um percentual significativo da flora orquidológica destes ambientes. A alocação das parcelas, e o tamanho da área amostral foram definidos baseados na composição fragmentada da vegetação que se desenvolve formando mosaicos sobre a rocha nua ([Kluge & Brulfert, 2000](#)).

3.2.1. Caracterização morfológica das espécies estudadas

Para a obtenção dos dados biométricos foram caracterizados quatro grupos de espécies, para os quais definiu-se uma metodologia específica de amostragem com base no seu hábito de crescimento.

Grupo I: *Cyrtopodium intermedium*, *C. polyphyllum* (Figs. 7a, 7b), e *Encyclia longifolia* (Figs. 8a, 8b), plantas robustas e pseudobulbosas relativamente bem individualizada. Grupo II: *Epidendrum cinnabarinum* (Fig. 8c), e *E. secundum* (Fig. 8d) plantas com ramicaules tipo cana, bastante ramificados. Grupo III: *Habenaria obtusa* e *Prescottia phleoides* (Fig. 9a), plantas geófitas e Grupo IV: *Brassovola tuberculata* (Figs. 9b, 9c) e *Pleurothallis ochreatea* (Fig. 10a), espécies epilíticas que ocorrem de forma agrupada formando tapetes mais ou menos contínuos sobre a rocha.



Fig. 7. *Cyrtopodium polyphyllum* a) Aspecto geral da planta em seu microhabitat sobre o inselbergue; b) Detalhe da flor; c) Detalhe do fruto.



Fig. 8. *Encyclia longifolia* a) Aspecto geral da planta em seu microhabitat sobre o inselbergue; b) Detalhe da flor; c) *Epidendrum cinnabarinum*, detalhe da flor; b) *Epidendrum secundum*, detalhe da flor.

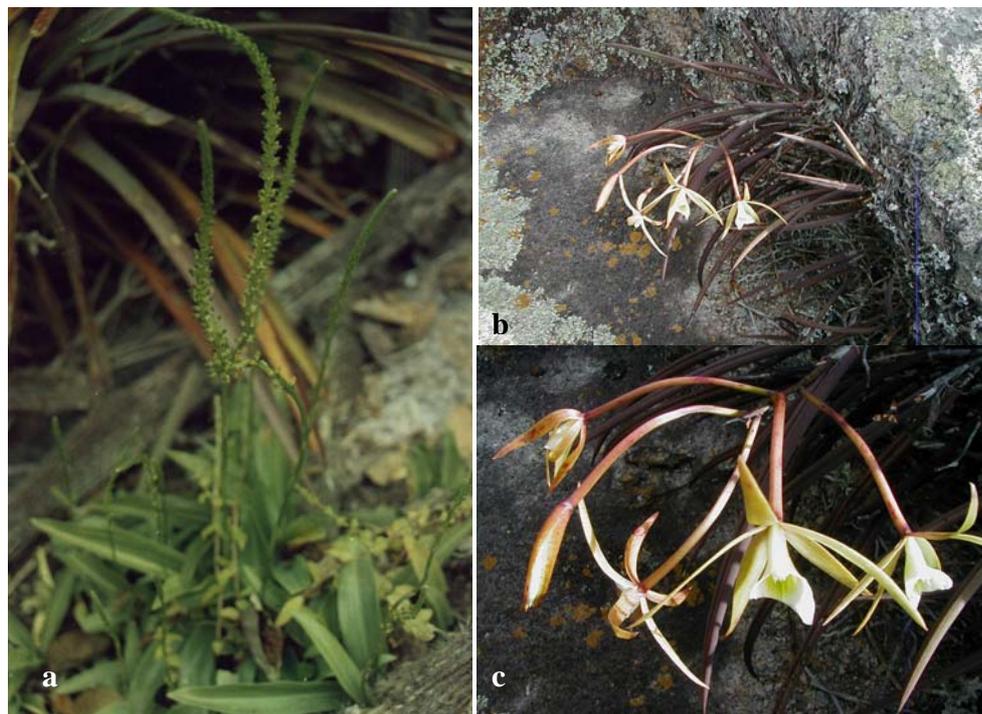


Fig. 9. a) *Prescottia phleoides*, aspecto geral da planta em seu microhabitat sobre o inselbergue; *Brassovola tuberculata* b) Aspecto geral da planta rupícola, c) Detalhe da flor.



Fig. 10. a) Alguns aspectos de *Pleurothallis ochreatea* no inselbergue de Lagoa de Pedra formando um tapete de vegetação sobre a superfície da rocha; b) Detalhe do gabarito sobre colônia de *P. ochreatea*.

3.2.2. Mensuração e amostragem dos diferentes grupos morfológicos

Para todos os grupos, a medida de altura foi feita a partir da base dos ramicaules ou pseudobulbos, até o final da folha. O diâmetro foi aferido na região mediana dos mesmos. Para se obter a medida total de cada indivíduo (para indivíduos com vários pseudobulbos e ramicaules de *P. ochreata*), a média desses dados foi multiplicada pelo número total de pseudobulbos ou ramicaules.

Para o Grupo I não foi necessária a adoção de nenhuma adaptação metodológica específica de amostragem uma vez que as plantas apresentavam-se bem individualizadas.

No Grupo II, formado por plantas profusamente ramificadas e com brotações nas longas inflorescências, definiu-se como sendo um indivíduo, o conjunto de ramicaules visualmente ligados por um rizoma ou por brotações de inflorescências. A partir desse conceito foram realizadas as contagens das ramificações, tomando-se as medidas na proporção de 25% dos ramicaules, conforme descrito anteriormente. Aferiu-se a altura dos ramos partindo da rocha ou do substrato, até a extremidade vertical mais distal da planta, sendo o diâmetro do caule aferido na região mediana dos ramos.

O Grupo III é constituído por espécies geófitas, de folhas membranáceas, rosuladas ou distribuídas ao longo da inflorescência. Assim como no Grupo I, as plantas do grupo são claramente individualizadas e, por isso, os dados biométricos correspondem a totalização de sua ocorrência nas amostras. A medida da altura foi tomada desde a parte basal da planta até a parte apical da inflorescência ou, na sua ausência, até o ápice da folha, sendo sempre o diâmetro medido na base da planta.

No Grupo IV, estão duas espécies epilíticas: *B. tuberculata* e *P. ochreata*, que formam densos tapetes de vegetação sobre a superfície da rocha. Para ambas foi difícil

delimitar os indivíduos separadamente, sendo por isso cada agregado de ramicaules contínuos considerados como um indivíduo. Estes contínuos ramicaules cobrindo a rocha foram divididos em subamostras através da utilização de um gabarito de ferro, medindo 50x50 cm e subdividido em células de 10x10 cm (Fig. 10b). O gabarito era colocado sobre o agregado de ramicaules de modo a cobrir, sem sobreposição, toda a área. Em cada célula do gabarito foi determinada visualmente a percentagem de preenchimento pelos ramicaules. A célula foi considerada cheia quando suas quatro laterais eram tocadas internamente pelos ramicaules. Para cada quatro células cheias escolheu-se uma para a contagem do número de ramicaules da célula dos quais aferidas as medidas em 25% dos mesmos.

3.3. Variações em microhabitats

Assim como em outros inselbergues, nas rochas estudadas foi observada a ocorrência de diversos microhabitats descritos detalhadamente a seguir, de acordo com Barthlott *et al.* (1993), com retificações de Ibisch *et al.* (1995) e Safford & Martinelli (2000).

Superfície de rocha (SR): nesse tipo de microhabitat, as espécies estão adaptadas a sobreviver diretamente na rocha, com um mínimo de matéria orgânica, através de seu sistema radicular amplo (Fig. 11a), que fixa detritos orgânicos. A presença de orquídeas é freqüente, ocorrendo em canais de drenagem (Fig. 11b) (vias de escoamento de água) como em superfícies planas (espécies epilíticas), onde o processo de erosão ainda não foi iniciado.

Fendas (F): podem ocorrer tanto no sentido vertical como horizontal da rocha. O substrato tem origem tanto da esfoliação da própria rocha, como do acúmulo de matéria orgânica. Esse microhabitat é colonizado por espécies vasculares de diferentes grupos, principalmente por espécies herbáceas. Em alguns casos, fendas horizontais podem formar rachaduras na rocha e desta maneira conseguem suportar espécies de maior porte, como alguns arbustos e pequenas árvores.

Depressões da rocha (DR) (Fig. 11c): neste tipo de habitat existe acúmulo de uma maior quantidade de substrato com textura arenosa e pedregosa que favorece o desenvolvimento de um número maior de espécies. Embora possam ocorrer depressões encharcadas sazonalmente, depressões constantemente encharcadas, depressões em rochas fragmentadas e depressões com substrato (Barthlott *et al.*, 1993), no presente trabalho foi observada apenas a ocorrência de depressões sazonalmente encharcadas, depressões com substrato e em rochas fragmentadas.

Tapetes de vegetação (Tv): geralmente a ocorrência destes tapetes de vegetação é uma associação monoespecífica de espécies de monocotiledôneas que se destacam na vegetação tipo mosaico ocorrendo sobre a rocha. No presente estudo, a espécie *Pleurothallis ochreata* foi característica desse tipo de microhabitat.

Vegetação efêmera (VE): este tipo de cobertura surge sazonalmente sobre a superfície da rocha, geralmente associada a depressões e está diretamente relacionada aos períodos de chuva que ocorrem na região.

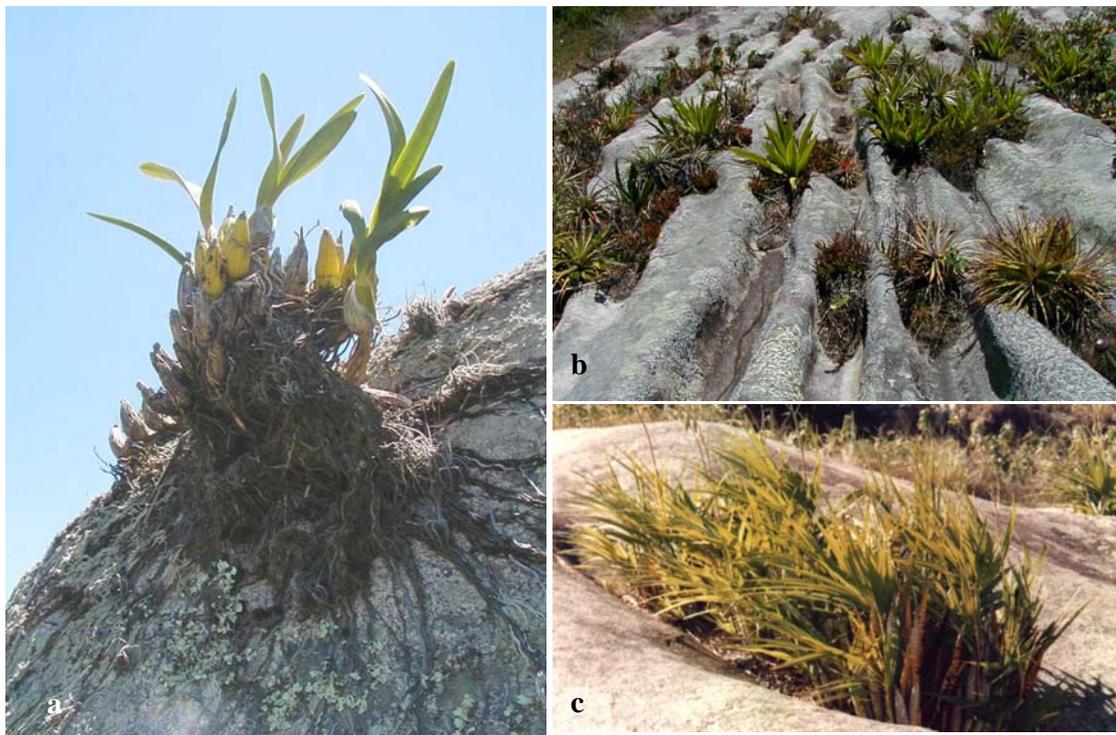


Fig. 11. a) Detalhe adaptativo de espécies rupícolas, raízes fixadas diretamente a estrutura vertical da rocha; b) Detalhe dos canais de drenagem formados na rocha; c) *Cyrtopodium polyphyllum* localizado em depressões da rocha.

3.4. Riqueza e diversidade

O levantamento das espécies, assim como os dados biométricos coletados no campo foram utilizados para obter a riqueza em espécies para cada inselbergue e os valores de abundância, para estimar a diversidade através do Índice de Shannon-Wiener (H'), do Índice de Concentração de Simpson (D) e do Índice de Equabilidade de Pielou (J) (Müller-Dombois & Elleberg, 1974; Krebs, 1986; Rodal *et al.*, 1992). O índice de Shannon-Wiener é utilizado para avaliar a diversidade florística a partir do número de espécies presentes em uma comunidade e permite fazer inferências sobre o grau de desenvolvimento da vegetação. Quanto maior o valor do índice, maior é a diversidade florística da região estudada. Já a interpretação para o índice de Simpson é antagônica, ou seja, quanto menor o valor, maior a diversidade regional da vegetação.

$$H' = \frac{N \cdot \ln(N) - \sum_{i=1}^s n_i \cdot \ln(n_i)}{N}$$

onde:

N = número total de indivíduos amostrados

n_i = número de indivíduos amostrados da i -ésima espécie

S = número de espécies amostradas

\ln = logaritmo de base neperiana

$$\mathbf{J} = \frac{H'}{H_{\max}}$$

onde:

\mathbf{J} = Índice de Pielou

$H_{\max} = \ln(S)$ = diversidade máxima

S = número de espécies amostradas = riqueza

$$\mathbf{J} = \frac{\sum_{i=1}^s n_i \cdot (n_i - 1) / [N(N - 1)]}{N}$$

onde:

n_i = número de indivíduos amostrados da i -ésima espécie

N = número total de indivíduos amostrados

S = número de espécies amostradas

A estrutura das populações foi analisada através do cálculo de parâmetros descritos a seguir, para todas as espécies (Müller-Dombois & Elleberg, 1974; Rodal *et al.*, 1992).

- Frequência absoluta (FA_i)

$$FA_i = \left[\frac{u_i}{u_t} \right] \cdot 100$$

- Frequência relativa (FR_i)

$$FR_i = \left[\frac{FA_i}{\sum_{i=1}^P FA_i} \right] \cdot 100$$

onde:

FA_i = frequência absoluta da i -ésima espécie na comunidade vegetal

FR_i = frequência relativa da i -ésima espécie na comunidade vegetal

u_i = número de unidades amostrais em que a i -ésima espécie ocorre

u_t = número total de unidades amostrais

P = número de espécies amostradas

- Dominância relativa ($DoRi$)

$$DoRi = 100 \cdot DoA/DoT$$

- Dominância absoluta (DoA_i)

$$\mathbf{DoA}_i = AB_i / A$$

- Dominância total (DoT)

$$\mathbf{DoT} = ABT / A$$

$$ABT = \sum_{i=1}^s AB_i$$

onde:

DoA_i = dominância absoluta da i-ésima espécie, em m²/ha

AB_i = área basal da i-ésima espécie, em m²/ha, na área amostrada

DoR_i = dominância relativa (%) da i-ésima espécie

DoT = dominância total, em m²/ha (soma das dominâncias de todas as espécies)

A = área amostrada em hectares

- Densidade relativa (DR_i)

$$\mathbf{DR}_i = (DA_i / DT) \cdot 100$$

- Densidade absoluta (DA_i)

$$DA_i = n_i / A$$

- Densidade total (DT)

$$DT = N / A$$

onde:

DA_i = densidade absoluta da i -ésima espécie, em número de indivíduos por hectare

n_i = número de indivíduos amostrados da i -ésima espécie

N = número total de indivíduos amostrados

A = área amostrada em hectares

DR_i = densidade relativa (%) da i -ésima espécie

DT = densidade total, em número de indivíduos por hectare (soma das densidades de todas as espécies amostradas)

- Valor de importância (VI)

$$VI = DR_i + FR_i + DoR_i$$

$$VI (\%) = VI / 3$$

- Valor de cobertura (VC)

$$VC = DR_i + DoR_i$$

$$VC (\%) = VC / 2$$

Todos estes parâmetros foram calculados utilizando o *Software* FITOPAC 1 (Shepherd, 1996) e constituem ferramentas essenciais para análise de vegetação (Kent & Coker, 1992).

3.5. Similaridade florística

Para identificar a similaridade florística entre as áreas calculou-se o Índice de Jaccard [$IS_j = (c/a + b + c) \cdot 100$] (Müller-Dombois & Elleberg, 1974) utilizando análise de agrupamento por média de grupo (UPGMA). O mesmo índice e o mesmo tipo de agrupamento também foram utilizados para comparar as semelhanças entre as floras orquidológicas dos inselbergues estudados com outros levantamentos em inselbergues de diferentes regiões, sendo dezoito no Brasil, dois na África, um na Venezuela, um na Guiana Francesa e um na Bolívia (Tab. 4).

Tab. 4. Levantamentos utilizados na análise de similaridade florística entre inselbergues do Brasil e de outras regiões do mundo.

Código	Abreviatura	Referência
1	PB1*	Presente trabalho
2	PB2*	Presente trabalho
3	PB3*	Presente trabalho
4	PB4*	Porto 2003
5	PB5*	Dados em preparação
6	PB6*	Dados em preparação
7	PB7*	Dados em preparação
8	PE1*	Krause 2000
9	PE2*	Krause 2000
10	PE3*	Krause 2000
11	PE4*	Krause 2000
12	PE5*	Krause 2000
13	PE6*	Krause 2000
14	PE7*	Krause 2000
15	PE8*	Krause 2000
16	PE9*	Krause 2000
17	BA*	França <i>et al.</i> 1997
18	MG*	Caiafa 2002
19	CE*	Oliveira 2002
20	RJ*	Safford & Martinelli 2000
21	AF1**	Porembski 1996
22	AF2**	Porembski <i>et al.</i> 1996
23	VZ°	Gröger 2000
24	GF°°	Sarthou & Villiers 1998
25	BL▲	Ibisch <i>et al.</i> 1995

* Brasil; ** África; ° Venezuela; °° Guiana Francesa; ▲ Bolívia

4. RESULTADOS

4.1. Análise Geral

Foram registrados 2826 indivíduos da família Orchidaceae nas parcelas das três áreas estudadas, pertencentes a nove espécies e sete gêneros, dos quais 1029 indivíduos ocorreram no inselbergue de Esperança, 957 no de Serraria e 840 no afloramento de Fagundes (Tab. 5). A espécie que apresentou maior número de indivíduos foi *C. polyphyllum* com 923, seguida de *P. phleoides*, com 564, e de *E. cinnabarinum*, com 449. As demais espécies tiveram menos que 350 indivíduos registrados (Tab. 6). As três espécies mais abundantes (*C. polyphyllum*, *E. cinnabarinum* e *P. phleoides*) ocorreram nos três ambientes estudados, enquanto que *E. secundum*, *H. obtusa* e *P. ochreatea* ocorreram em duas das áreas estudadas e *B. tuberculata*, *C. intermedium* e *E. longifolia* em apenas uma. Entre as nove espécies, *E. cinnabarinum* teve a melhor distribuição ocorrendo em 24 parcelas, com frequência absoluta de 80%. Já *B. tuberculata*, por aparecer apenas em uma parcela teve a mais baixa frequência absoluta (FAi = 3%). As espécies de maior importância em cada um dos ambientes foram respectivamente: *P. ochreatea* (135,69% em Esperança e 136,12% em Fagundes) e *C. polyphyllum* (186,59% em Serraria) (Tabs. 7, 8 9).

Foram registrados cinco tipos de microhabitats; todos ocorrendo nos inselbergues de Fagundes e Esperança e somente o tipo tapete de vegetação, não ocorreu no inselbergue de Serraria (Fig. 12). Entre os microhabitats, o que apresentou maior diversidade de espécies foi o tipo depressões da rocha, e apenas uma espécie destacou-se como exclusivamente epilítica. O microhabitat com menor diversidade foi tapete de vegetação,

caracterizado por apenas uma espécie dominante. A espécie *P. phleoides* destacou-se por sua melhor distribuição nos tipos de microhabitats, ocorrendo em quatro deles: superfície, fendas, depressões e vegetação efêmera.

Tab. 5. Localização das áreas estudadas, principais parâmetros estruturais e índices de diversidade, onde COORD. = coordenadas geográficas; NI = número de indivíduos; NE = número de espécies; H' = Índice de Shannon-Wiener; D = Índice de Simpson; J = Índice de Pielou

LOCAL	COORD.	NI	NE	(H')	(D)	(J)
Esperança	7° 0' 0.65" S, 35° 53' 0.98" W	1029	8	1,57	0,256	0,755
Fagundes	7° 20.640' S, 35° 47.755' W	840	7	1,732	0,197	0,89
Serraria	6° 49.735' S, 35° 38.390' W	957	3	0,91	0,44	0,828

Tab. 6. Espécies de orquídeas registradas nos inselbergues estudados, organizadas em ordem crescente de valor de importância, onde ESP = Esperança; FAG = Fagundes; SER = Serraria; NI = número de indivíduos; MH = microhabitat de ocorrência; SR = superfície de rocha; F = fendas; DR = depressões na rocha; VE = vegetação efêmera; TV = tapete de vegetação; FRi = frequência relativa; DoRi = dominância relativa; DRi = densidade relativa; VI = valor de importância; VC = valor de cobertura

Espécies	Locais de ocorrência	NI	MH	FRi (%)	DoRi (%)	DRi (%)	VI (%)	VC
<i>Pleurothallis ochreata</i> Lindl.	ESP; FAG	310	F, DR, TV	16,96	97,52	10,97	125,45	108,49
<i>Cyrtopodium polyphyllum</i> (Vell.) Pabst ex. F. Barros	ESP; FAG; SER	923	SR, F, DR	17,86	1,91	32,66	52,43	34,57
<i>Prescottia phleoides</i> Lindl.	ESP; FAG; SER	564	SR, F, DR, VE	16,07	0,00	19,96	36,03	19,96
<i>Encyclia longifolia</i> Schlechter	FAG	64	SR, F, DR	5,36	0,31	2,26	7,93	2,58
<i>Epidendrum cinnabarinum</i> Jacq.	ESP; FAG; SER	449	F, DR	21,43	0,13	15,89	37,45	16,02
<i>Habenaria obtusa</i> Lindl.	ESP; FAG	240	DR, VE	7,14	0,00	8,49	15,64	8,49
<i>Epidendrum secundum</i> Lindl	ESP; FAG	230	F, DR	9,82	0,10	8,14	18,06	8,23
<i>Cyrtopodium intermedium</i> Brade	FAG	29	SR, F, DR	4,46	0,03	1,03	5,52	1,05
<i>Brassovola tuberculata</i> Hook.	ESP	17	SR	0,89	0,00	0,60	1,50	0,60

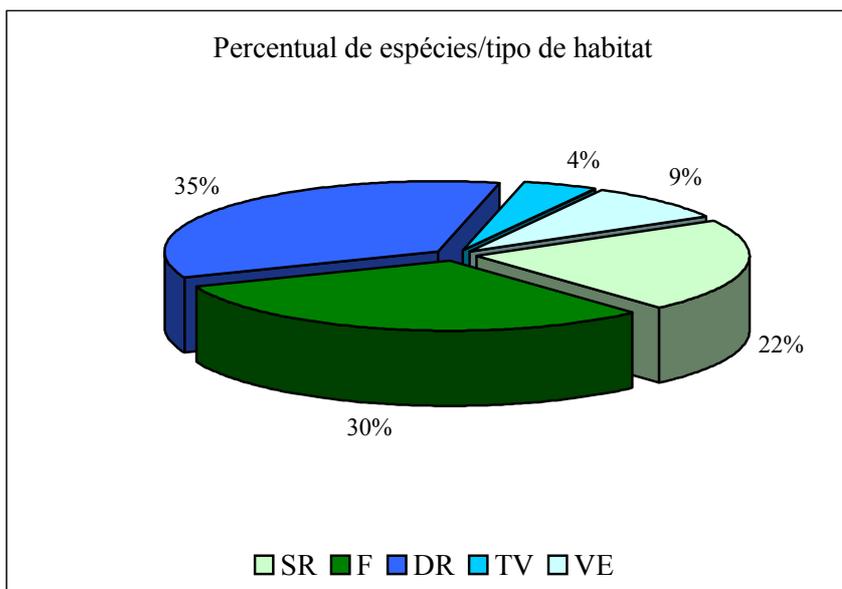


Fig. 12. Percentual de espécies registradas em relação ao tipo de microhabitat de ocorrência sobre os inselbergues estudados, onde: SR = superfície de rocha; F = fendas; DR = depressões na rocha; TV = tapete de vegetação; VE = vegetação efêmera.

Os índices de Shannon-Wiener (H') e Simpson (D) destacaram uma diversidade de espécies crescente no sentido brejo-agreste. Em Serraria obteve-se um valor de $H' = 0,910$ e $D = 0,440$. Entre os inselbergues de agreste, em Esperança ($H' = 1,570$ e $D = 0,256$), embora tenha sido registrada a ocorrência de oito espécies, não apresentou maior índice de diversidade devido a estes estarem associados ao número de indivíduos da espécie e ao total de indivíduos registrados na área. Já, no inselbergue de Fagundes ($H' = 1,732$; $D = 0,1970$), obteve-se o melhor índice de diversidade de espécies (Tab. 5). O índice de equabilidade calculado para cada uma das áreas destaca a distribuição das populações no inselbergue e mostrou que no afloramento de Fagundes a semelhança foi de 89%, enquanto Serraria e Esperança apresentaram respectivamente 83% e 75% (Tab. 5).

É importante destacar que todos os índices obtidos estão restritos à análise da família Orchidaceae, neste tipo de formação vegetal.

4.2. Análise por área

4.2.1. Inselbergue de Esperança

Foram registrados 1029 indivíduos, pertencentes a seis gêneros e oito espécies (Tab. 7). As espécies que se destacaram com maior número de indivíduos foram: *C. polyphyllum* (367), representando 37% do total de indivíduos levantados, *P. phleoides* (317) e *P. ochreata* (170). Para as demais espécies registrou-se menos que 100 indivíduos por espécie. Duas espécies (*C. polyphyllum* e *P. ochreata*) ocorreram em 90% das amostras analisadas e apresentaram o mesmo valor de frequência relativa (21,43%). A maior dominância absoluta foi registrada em *P. ochreata* devido a característica desta espécie em formar os tapetes de vegetação sobre a rocha.

O maior valor de importância foi registrado para *P. ochreata* (135,69%), seguido de *C. polyphyllum* (58,87%) e *P. phleoides* (47,47%). A maior densidade relativa ocorreu em *C. polyphyllum* (35,67%). Houve variação no número de indivíduos e espécies nas parcelas, o que parece estar relacionado com a posição da amostra no inselbergue, ou seja, o tamanho e as angulações da rocha podem limitar a maior ou menor diversidade das espécies nas faces do inselbergue. Outros fatores como vento e dispersão de sementes pela água também contribuem certamente nesta colonização dos microhabitats.

Tab. 7. Lista de espécies registradas no inselbergue de Lagoa de Pedra, Município de Esperança/PB, organizadas em ordem crescente de valor de importância, seus principais parâmetros estruturais e fitossociológicos, onde: NI = número de indivíduos; FAi = frequência absoluta; FRi = frequência relativa; DoAi = dominância absoluta; DoRi = dominância relativa; DRi = densidade relativa; VI = valor de importância; VC = valor de cobertura.

Espécies	NI	FAi	FRi (%)	DoAi (m ² /ha)	DoRi (%)	DRi (%)	VI _i (%)	VC _i
<i>Pleurothallis ochreatea</i>	170	90,0	21,43	13,583	97,75	16,52	135,69	114,27
<i>Cyrtopodium polyphyllum</i>	367	90,0	21,43	0,026	1,77	35,67	58,87	37,44
<i>Prescottia phleoides</i>	317	70,0	16,67	0,000	0,00	30,81	47,47	30,81
<i>Encyclia longifolia</i>	64	60,0	14,69	0,006	0,44	6,22	20,94	6,66
<i>Epidendrum cinnabarinum</i>	42	60,0	14,29	0,000	0,04	4,08	18,41	4,12
<i>Habenaria obtusa</i>	45	30,0	7,14	0,000	0,00	4,37	11,52	4,37
<i>Brassovola tuberculata</i>	17	10,0	2,38	0,000	0,00	1,65	4,03	1,65
<i>Epidendrum secundum</i>	7	10,0	2,38	0,000	0,00	0,68	3,06	0,68

4.2.2. Inselbergue de Fagundes

Foram registrados 840 indivíduos, pertencentes a cinco gêneros e sete espécies (Tab. 8). A espécie com maior número de indivíduos foi *E. secundum* (223 ind.), representando 26% do total de espécies registradas, seguido de *H. obtusa* (195), *P. phleoides* (164) e *P. ochreatea* (140). Duas espécies ocorreram em todas as parcelas (*E. secundum* e *P. ochreatea*) e *E. cinnabarinum* e *P. phleoides* em 80% das amostras. A maior dominância absoluta foi registrada em *P. ochreatea*, seguido por *C. intermedium* e *C. polyphyllum*.

O maior valor de importância foi registrado para *P. ochreatea* (136,12%), seguido de *E. secundum* (46,88%) e *P. phleoides* (35,52%), enquanto a maior densidade relativa foi para *E. secundum* (26,55%) e os valores de frequência relativa (20,0%) foram semelhantes para as duas espécies (*E. secundum* e *P. ochreatea*). Os indivíduos de *P. ochreatea* destacaram-se pela maior dominância relativa (99,45%) na área.

Neste afloramento, os tipos de microhabitats com maior número de espécies foram fendas e depressões, destacando a presença de *E. secundum*. A espécie que se sobressaiu pela cobertura da superfície rochosa foi *P. ochreata* e sua distribuição nas amostras foi observada em todos os locais analisados. A equabilidade (J) entre parcelas foi alta (89%), indicando uma distribuição ampla das espécies sobre o inselbergue, fato associado aos microhabitats disponíveis para a ocupação destas populações.

Tab. 8. Lista de espécies registradas no inselbergue da Pedra de Santo Antônio, Município de Fagundes/PB, organizadas em ordem crescente de valor de importância, seus principais parâmetros estruturais e fitossociológicos, onde: NI = número de indivíduos; FAi = frequência absoluta; FRi = frequência relativa; DoAi = dominância absoluta; DoRi = dominância relativa; DRi = densidade relativa; VI = valor de importância; VC = valor de cobertura.

Espécies	NI	FAi	FRi (%)	DoAi (m ² /ha)	DoRi (%)	DRi (%)	VI (%)	VC
<i>Pleurothallis ochreata</i>	140	100,0	20,00	9,2430	99,45	16,67	136,12	116,12
<i>Epidendrum secundum</i>	223	100,0	20,00	0,0001	0,33	26,55	46,88	26,88
<i>Prescottia phleoides</i>	164	80,0	16,33	0,0000	0,00	19,52	35,52	19,52
<i>Habenaria obtusa</i>	195	50,0	10,00	0,0000	0,00	23,21	33,21	23,21
<i>Epidendrum cinnabarinum</i>	57	80,0	16,00	0,0004	0,07	6,79	22,86	6,86
<i>Cyrtopodium intermedium</i>	29	50,0	10,00	0,0005	0,09	3,45	13,54	3,54
<i>Cyrtopodium polyphyllum</i>	32	40,0	8,00	0,0003	0,06	3,81	11,87	3,87

4.2.3. Inselbergue de Serraria

Foram registrados 957 indivíduos, pertencentes a três espécies e três gêneros (Tab. 9), nas parcelas, mas registrou-se a presença de *H. obtusa* em outros pontos do afloramento. A espécie com maior número de indivíduos foi *C. polyphyllum* (524), representando 54% do total de espécies, seguida de *E. cinnabarinum* (350) e *P. phleoides* (83). *E. cinnabarinum* foi encontrada em todas as parcelas e apresentou o maior valor de frequência relativa (50,0%). A dominância absoluta foi maior nas populações de *C.*

polyphyllum devido as medida de diâmetro dos pseudobulbos que formam o indivíduo. A espécie que se destacou pelo maior valor de importância (186,59%) e densidade relativa (54,75%) foi *C. polyphyllum*, seguida de *E. cinnabarinum* (89,29%) e *P. phleoides* (24,12%).

As características de distribuição das espécies neste afloramento estão provavelmente relacionadas a fatores como a estrutura do inselbergue (mais plano e com vegetação arbórea), bem como a influência que recebem da vegetação e nível de preservação de seu entorno.

Tab. 9. Lista de espécies registradas no inselbergue da Fazenda Santa Helena, Município de Serraria/PB, organizadas em ordem crescente de valor de importância, seus principais parâmetros estruturais e fitossociológicos, onde: NI = número de indivíduos; FAi = frequência absoluta; FRi = frequência relativa; DoAi = dominância absoluta; DoRi = dominância relativa; DRi = densidade relativa; VI = valor de importância; VC = valor de cobertura.

Espécies	NI	FAi	FRi (%)	DoAi (m ² /ha)	DoRi (%)	DRi (%)	VI (%)	VC
<i>Cyrtopodium polyphyllum</i>	524	70,0	35,0	0,0135	96,83	54,75	186,59	143,15
<i>Epidendrum cinnabarinum</i>	350	100,0	50,0	0,0017	2,72	36,57	89,29	48,17
<i>Prescottia phleoides</i>	83	30,0	15,0	0,0000	0,45	8,67	24,12	8,68

4.2.4. Similaridade florística

Na análise de similaridade florística, utilizando o índice de Jaccard, entre os 25 inselbergues (Tab. 4), observou-se que ao nível de espécies (Fig. 13; Tab. 10) formaram-se grandes grupos, sendo que os inselbergues com maior semelhança de espécies estão nos Estados de Pernambuco e da Paraíba. Em Pernambuco dois inselbergues (PE8 e PE9) tiveram sua flora de orquídeas restrita a duas espécies comuns *Cyrtopodium polyphyllum* e

Prescottia plantaginea. A baixa diversidade destes afloramentos pode estar associada a fatores microclimáticos locais ou a características do entorno do inselbergue, contudo estes fatores não foram determinados no estudo de Krause (2000). Curiosamente, em dois inselbergues da Paraíba (PB1 e PB4) localizados geograficamente próximos (cerca de dois quilômetros), ocorreu uma distinção na diversidade de orquídeas, o que acabou separando-os no dendrograma. Em PB4 foram registradas *Habenaria hexaptera* e *H. petalodes*, restritas a estes afloramentos no Nordeste, embora outras espécies de distribuição mais ampla deste mesmo gênero (*H. janeirenses* e *H. macronectar*) tenham sido registradas no Estado do Rio de Janeiro na Região Sudeste (Safford & Martinelli, 2000).

Nos inselbergues dos Estados do CE e da BA, também na Região Nordeste, a baixa similaridade com outros inselbergues da Região para a diversidade de orquídeas, pode estar associada a metodologia utilizada ou ao esforço de amostragem ou ainda a identificação do material botânico. De forma geral, os inselbergues da Região Nordeste possuem uma flora de orquídeas bastante restrita a cada ecossistema e sua variação está provavelmente sendo determinada por fatores abióticos locais ou regionais.

Numa análise entre as espécies que destacam-se entre países da América e da África, observa-se uma especificidade quanto a diversidade de orquídeas nestes ambientes. Os estudos na América registram uma diversidade de orquídeas, em número de espécies e importância na composição da vegetação, bastante superior a destacada em inselbergues africanos. A família Orchidaceae poderia ser comparada a família Velloziaceae que é um elemento característico das savanas africanas.

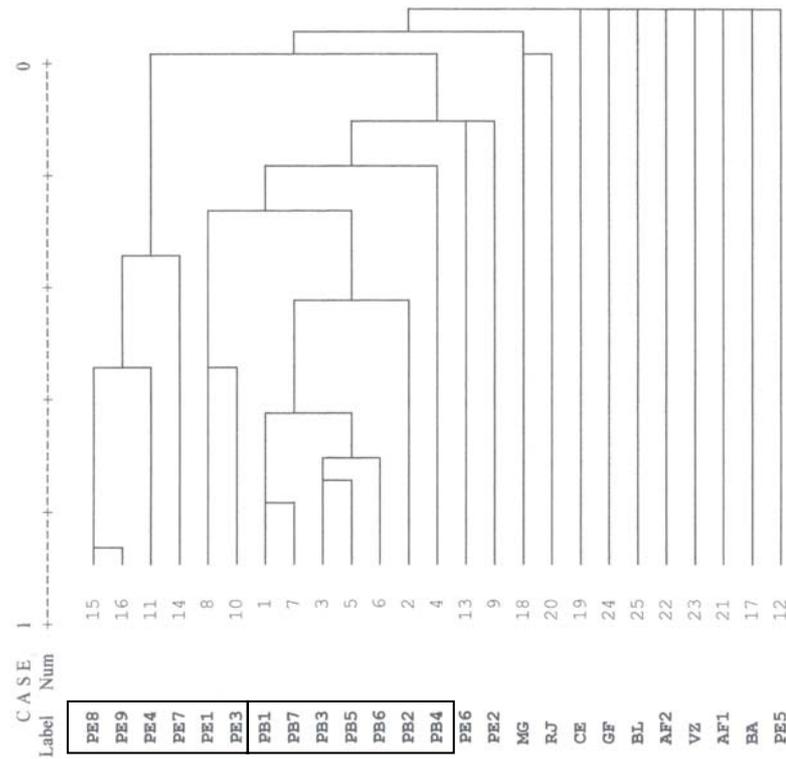


Fig. 13. Dendrograma de similaridade florística, em nível de espécie, entre 25 inselbergues, com os agrupamentos por UPGMA, utilizando índice de Jaccard.

5. DISCUSSÃO

Todas as espécies de orquídeas registradas para os três inselbergues apresentam ampla distribuição e são de ocorrência típica em ambientes rupícolas, embora também sejam encontradas ocasionalmente como terrestres ou epífitas (Pabst & Dungs, 1975; 1977). Muitas dessas espécies, como *Cyrtopodium polyphyllum* e *Encyclia longifolia*, foram registradas em outros inselbergues da Região Nordeste (França *et al.*, 1997; Oliveira 2002; Carneiro *et al.*, 2002; Porto, 2003; Krause, 2000) e de outras regiões do Brasil (por ex. *Brassovola tuberculata*) (Barthlott *et al.*, 1993; Porembski *et al.*, 1998; Safford & Martinelli, 2000; Caiafa, 2002).

Existe uma variação no número total de indivíduos de cada um dos inselbergues estudados, porém a maior diferença é observada na diversidade de espécies entre os afloramentos das Microrregiões do Agreste e do Brejo Paraibano. Porembski & Barthlott (1997) destacaram que comunidades de inselbergues da savana africana têm mais espécies que a maioria dos inselbergues isolados próximos a florestas tropicais daquele continente. Em Esperança e Fagundes no Agreste, ocorreram respectivamente oito e sete espécies, enquanto no inselbergue de Serraria no Brejo, apenas três espécies foram registradas nas parcelas. Os Brejos de Altitude no Nordeste, assim como as demais encostas serranas brasileiras voltadas para o Atlântico, constituem um dos biomas mais ricos em orquídeas do País, enquanto a vegetação de caatinga seria das mais pobres (Hoehne, 1940; Pabst & Dungs, 1975, 1977).

A baixa diversidade observada em Serraria indica que outros fatores, que não o climático, estariam relacionados com a riqueza e diversidade de orquídeas nestes inselbergues. Provavelmente à menor disponibilidade em microhabitats apropriados ao

estabelecimento de orquídeas seriam o fator limitante ao seu desenvolvimento (Porembski, 2002; Parmantier, 2003). Além disso, aspectos como o menor tamanho, menores ângulos de inclinação da rocha e o predomínio de uma vegetação arbórea no entorno da área da Fazenda Santa Helena, tornariam o afloramento mais isolado e com menor diversidade de espécies, o que é corroborado por observações prévias em inselbergues da África (Porembski & Barthlott, 1997). Estudos em inselbergues de diferentes regiões têm mostrado que uma maior variação em microclimas alteram a florística e a fisionomia da vegetação do inselbergue e do entorno (Szarzynski, 2000).

Os inselbergues mais alterados em sua fisionomia de entorno são os localizados na Região de Agreste (Esperança e Fagundes). A antropização ocorreu de forma diferenciada nos dois ambientes e conseqüentemente gerou uma estabilidade específica das comunidades vegetais, de acordo com a disponibilidade de microhabitats. Espécies dominantes são diferentes de um inselbergue para outro, apesar deles poderem apresentar muita similaridade florística (Parmantier, 2003). Nos três ambientes, a dominância está associada à ocorrência dos diferentes tipos de microhabitats nos ecossistemas. Nos inselbergues de agreste, onde ocorre *P. ochreatea*, embora a espécie não tenha ocorrido em maior número de indivíduos, a sua importância, quando comparada com as demais áreas, foi destacada justamente por estabelecer uma cobertura de rocha consideravelmente maior que qualquer uma das outras espécies registradas. A dominância e importância de *C. polyphyllum* também é destacada, mas neste caso o número e o diâmetro dos pseudobulbos parecem ser os responsáveis pela maior importância da espécie nesses afloramentos.

Os tipos de microhabitats sobre inselbergues dependem diretamente do tamanho e da topografia e muitos autores consideram que somente grandes afloramentos seriam capazes de suportar todas as variações já descritas (Barthlott *et al.*, 1993; Seine *et al.*,

1998; Ibisch *et al.*, 1995; Safford & Martinelli, 2000). A maioria das espécies não está restrita a um único microhabitat, mas parece demonstrar afinidades ecológicas a diferentes comunidades vegetais, o que suporta as relações e as diferenças observadas entre floras e microhabitats nos diferentes afloramentos. Esse mesmo tipo de relação foi observada na Costa do Marfim, África, por Krieger *et al.* (2000).

No inselbergue de Esperança, a maior presença de espécies na face leste certamente está determinada pelo grande número de depressões e pela menor inclinação da rocha, favorecido pela erosão e conseqüente acúmulo de substrato nestes microhabitats. Além disso, trata-se de uma face de barlavento, onde a altitude que favorece a ocorrência de maior umidade relativa, proporcionando melhores condições para o estabelecimento de orquídeas (Dressler, 1993) e de outras espécies ombrófilas (Sales *et al.*, 1998).

A posição topográfica do inselbergue da Pedra de Santo Antônio em Fagundes, localizado nos limites da caatinga hiperxerófila (Carvalho & Carvalho, 1985), estabelece ecótono natural que provavelmente atua como um refúgio para espécies de orquídeas que tipicamente ocorrem em áreas mais úmidas. Observa-se também uma forte influência dos ventos úmidos na colonização dos microhabitats sobre a rocha, pois a distribuição das espécies está condicionada à eficiência nos mecanismos de dispersão tanto pelo vento como pela água (Gröger, 2000). Já no afloramento de Serraria, em função da maior homogeneidade na estrutura da rocha, observa-se, além de um menor número de espécies, uma distribuição mais equitativa de todas as espécies na área.

A identificação precisa dos fatores ambientais específicos e o isolamento não foram definidos no presente trabalho e ainda aparecem como pontos obscuros em pesquisas de inselbergues de outros continentes (Parmantier, 2003).

Uma análise comparativa entre inselbergues do Nordeste e de outras regiões do Brasil parece evidenciar uma correlação clara entre a similaridade florística e a proximidade geográfica. Eventuais discrepâncias parecem ser mais resultados de diferenças metodológicas do que de variantes ecológicas. Por outro lado, a baixa similaridade entre os inselbergues do Nordeste, do Sudeste e de outros países da América do Sul, parece confirmar que os inselbergues favorecem o aparecimento de endemismos ou de espécies com distribuição restrita (Barthlott *et al.*, 1993). Todavia, um quadro geral da geografia das orquídeas de inselbergues apenas será possível após um levantamento florístico em um número mais expressivo de inselbergues no país e no continente americano.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do estudo florístico e estrutural das populações da família Orchidaceae em três inselbergues no Estado da Paraíba, foi possível observar que a mesma está bem representada em número de espécies nos afloramentos estudados e principalmente quando comparada sua diversidade de espécies, com a de outros inselbergues da Região Nordeste.

As condições xéricas destes ambientes, mesmo atuando como fatores limitantes de desenvolvimento, não impedem que estas populações ocupem diferentes microhabitats sobre a rocha, evidenciando a eficiência da família no que diz respeito aos mecanismos adaptativos aos ecossistemas rupícolas, e estratégias reprodutivas. Contudo, à presença e diversidade de orquídeas nos afloramentos estudados, também parece relacionada ao clima no qual o inselbergue está inserido. De uma maneira diversa ao que se observa em ambientes florestais, nos inselbergues estudados observou-se uma maior diversidade de orquídeas em ambientes mais secos, confirmando estudos prévios nesses ambientes, onde a diversidade foi maior em inselbergues de zonas mais áridas e menor em regiões mais úmidas.

O estudo da similaridade florística entre os inselbergues estudados e outros afloramentos da América do Sul confirmou estudos prévios, os quais indicam que os inselbergues brasileiros apresentam-se floristicamente distintos, mesmo quando localizados geograficamente próximos. A destacada importância da família Orchidaceae entre as demais famílias que caracterizam estes ambientes é evidenciada pela sua ampla distribuição nos diferentes tipos de microhabitats.

Entre as espécies, *C. polyphyllum* destacou-se pela representatividade em número de indivíduos e pela ocorrência nos três ambientes, independente das condições de

pluviosidade e temperatura. Por outro lado, *E. longifolia*, *C. intermedium* e *B. tuberculata* ocorreram em apenas um dos inselbergues estudados, com poucos indivíduos, indicando que as populações dessas espécies apresentam nichos ecológicos mais restritos. Já as populações de *P. ochreata*, mesmo tendo sido registradas apenas nos inselbergues mais xéricos, pelo fato de formarem grandes tapetes de vegetação sobre a rocha, provavelmente estabelecem condições favoráveis para o desenvolvimento de outras espécies sobre o inselbergue. A importância destas associações entre diferentes espécies reflete-se na maior diversidade e conduz a estabilidade das populações, que encontram nestes ecossistemas refúgios de desenvolvimento.

7. CONCLUSÕES

O estudo sobre a diversidade e estrutura da família Orchidaceae em inselbergues permitiu concluir que:

- ♦ O tamanho do inselbergue e sua topografia angulosa ou plana influenciam na variação em microhabitats que ocorrem sobre a rocha e conseqüentemente determina a ocorrência das espécies;
- ♦ As espécies de orquídeas registradas estão bem distribuídas nos diferentes tipos de microhabitats sobre os afloramentos, demonstrando a plasticidade adaptativa do grupo para suportar os limites de ambiente;
- ♦ A destacada importância (VI e VC) de *P. ochreatea* se deve ao tipo de desenvolvimento cobrindo continuamente a rocha, estabelecendo condições favoráveis para o desenvolvimento de espécies secundárias;
- ♦ Os índices de diversidade calculados para os três inselbergues, baseado na análise estrutural da família Orchidaceae, destacaram uma diversidade crescente no sentido brejo-agreste confirmando estudos em inselbergues africanos.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACKERMAN, J. D. 1995. **An orchid flora of Porto Rico and Virgin Islands**. Memoirs of the New York Botanical Garden. New York. (73): 1-203.

ANDRADE, L. A. 1998. **Classificação ecológica do território brasileiro situado a leste do meridiano de 44° oeste e ao norte do paralelo de 16° sul – uma abordagem climática**. (Tese de doutorado). Viçosa, MG: UFV. 147p.

ANDREWS, J.; GUTIÉRREZ, E. 1988. **Un listado preliminary y notas sobre la historia natural de las orquídeas de la península de Yucatan**. Orquídea. México. (11): 103-130.

BARTHLOTT, W.; GRÖGER, A.; POREMBSKI, S. 1993. **Some remarks on the vegetation of tropical inselbergs: diversity and ecological differentiation**. *In*: Biogeographica. 69 (3): 105-124.

BARTHLOTT, W.; POREMBSKI, S. 2000 (a). Vascular plants on inselbergs: systematic overview. *In*: POREMBSKI, S.; BARTHLOTT, W. (eds). **Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions**. Berlin: Springer-Verlag. p. 103-116.

BARTHLOTT, W.; POREMBSKI, S. 2000 (b). Why study inselbergs? *In*: POREMBSKI, S.; BARTHLOTT, W. (eds). **Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions**. Berlin: Springer-Verlag. p. 1-6.

BIEDINGER, N.; POREMBSKI, S.; BARTHLOTT, W. 2000. Vascular plants on inselbergs: vegetative and reproductive strategies. *In*: POREMBSKI, S.; BARTHLOTT, W. (eds.). **Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions**. Berlin: Springer-Verlag. p. 117-142.

BIEDINGER, N.; FLEISCHMANN, K. 2000. Seychelles. *In*: POREMBSKI S.; BARTHLOTT, W. (eds.). **Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions**. Berlin: Springer-Verlag. p. 277-290.

BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; SANTOS, G. F.; PASSOS, E.; SUGUIO, K. 1994. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: Ed. UFSC. (3): 351-384.

BOCQUIER, G. 1971. **Genese et évolution de deux toposéquences de sols tropicaux du Tchad interprétation biogéodynamique**. *In*: Cah. O. R. S. T. O. M. Sér. Pedol. IX (4): 510-515.

BORBA, E. L.; FELIX, J.; SOLFERINI, V. N.; SEMIR, J. 2001. **Fly-pollinated *Pleurothallis* (Orchidaceae) species have high genetic variability: evidence from isozyme markers**. *In*: American Journal of Botany. 88 (4): 510-515.

BOULET, R. 1975. **Toposéquences de sols tropicaux en Haute-Volta équilibres dynamics et bioclimats**. *In*: Cah. O. R. S. T. O. M. Sér. Pedol. XIII (1): 3-6.

BREMER, H.; SANDER, H. 2000. Inselbergs: geomorphology and geoecology. *In*: POREMBSKI, S.; BARTHLOTT, W. (eds). **Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions**. Berlin: Springer-Verlag. p. 7-35.

BURKE, A. 2001. **Determinants of inselberg flora in arid Nama Karoo landscapes**. *In*: Journal of Biogeography. 28: 1211-1220.

BURKE, A. 2002 (a). **Islands-matrix relationships in Nama Karoo inselbergs landscapes. Part I: Do inselbergs provide a refuge for matrix species?** *In*: Plant Ecology. 160: 79-90.

BURKE, A. 2002 (b). **Islands-matrix relationships in Nama Karoo inselbergs landscapes. Part II: Are some inselbergs better sources than others?** *In*: Plant Ecology. 158: 41-48.

BURKE, A. 2002 (c). **Properties of soil pockets on arid Nama Karoo inselbergs - the effect of geology and derived landform**. *In*: Journal of Arid Environments. 50: 219-234.

BURKE, A. 2003 (a). **Inselbergs in a changing world – global trends**. *In*: Diversity and Distributions. 9: 375-383.

BURKE, A. 2003 (b). **The role of Namibian inselbergs in contributing to local and regional plant species richness**. *In*: Biodiversity and Conservation. 12: 469-486.

BURKE, A.; JÜRGENS, N.; SEELY, M. K. 1998. **Floristic affinities of an inselberg archipelago in the southern Namib desert – relic of the past, center of endemism or nothing special?** *In: Journal of Biogeography*. 25: 311-317.

CAIAFA, A. N. 2002. **Composição florística e estrutura da vegetação sobre um afloramento rochoso no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, MG.** (Tese de mestrado). Viçosa, MG. 55p.

CALEY, M. J.; SCHULTER, D. 1997. **The relationship between local and regional diversity.** *In: Ecology*. 78: 70-80.

CARLQUIST, S. 1972. **Island Biology: we've only just begun.** *In: Bioscience*. 101 (4): 221-225.

CARNEIRO, D. S; CORDEIRO, I.; FRANÇA, F. 2002. **A família Euphorbiaceae na flora de inselbergs da região de Milagres, Bahia, Brasil.** *In: Bol. Bot. Univ. São Paulo*. 20: 31-47.

CARVALHO, F. A. F.; CARVALHO, M. G. F. 1985. **Vegetação.** *In: Atlas Geográfico do Estado da Paraíba*. João Pessoa. p. 44-47.

CHARLET, D. A. 2002. **Island biogeography and vegetation mapping – conservation lessons from the American west.** *In: Symposium on technology and marketing of Lentinula Mushroom*. p. 1-7.

COGNIAUX, A. 1893. Orchidaceae. *In*: MARTIUS, C. F. P.; EICHLER, A. G.; URBAN, I. (eds).

Flora Brasiliensis. Frid. Fleisher. Lipsiae. 3 (4): 1-53.

CRISP, M. D.; LAFFAN, S.; LINDER, H. P.; MONRO, A. 2001. **Endemism in the Australian flora**. *In* Journal of Biogeography. 28: 183-198.

DANIN, A. 1999. **Desert rocks as plant refugia in the Near East**. *In*: The Botanical Review. 65 (2): 93-127.

DAUBENMIRE, R. 1968. **Plant communities – a textbook of plant sinecology**. New York: Harper & Sons. 300 p.

DRAKE, D. R.; MULDER, C. P. H.; TOWS, D. R.; DAUGHERTY, C. H. 2002. **The biology of insularity: an introduction**. *In*: Journal of Biogeography. 29: 563-569.

DRESSLER, R. L. 1993. **Phylogeny and classification of the orchid family**. Portland OR: Discorides Press.

FERNANDES, A.; BEZERRA, P. 1990. **Estudos fitogeográficos do Brasil**. Styles Comunicações. Fortaleza.

FISHER, E.; THEISEN, I. 2000. Vegetation of Malagasy inselbergs. *In*: POREMBSKI, S.; BARTHLOTT, W. (eds). **Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions**. Berlin: Springer-Verlag. p. 259-276.

FRANÇA, F.; MELO, E.; SANTOS, C. C. 1997. **Flora de inselbergs da Região de Milagres, Bahia, Brasil: I. Caracterização da vegetação e lista de espécies de dois inselbergs.** *In*: *Sitientibus*. 17: 163-184.

GAUDIL, A. S.; ECKARDT, F. 1999. **The evolution of the morphological framework of the central Namib desert, Namibia, since the early cretaceous.** *In*: *Geografiska Annaler*. 81A (3): 443-458.

GARAY, L. A.; SWEET, H. R. 1974. *Orquidaceae.* *In*: R. A. HOWARD (ed.). **Flora of the Lesser Antilles.** Massachusetts: Harvard University. p. 156-159.

GIMARET-CARPENTIER, C. 1999. **Analyse de la biodiversité à partir d'une liste d'occurrences d'espèces: nouvelles méthodes d'ordination appliquées à l'étude de l'endemisme dans les Ghâts occidentaux.** (Tese doutorado). Université Claude Bernard-Lyon I. 234p.

GRANT, V. 1989. **Especiación Vegetal.** Mexico, Noriega Editores. 587p.

GRAU, H. R.; VEBLEN, T. T. 2000. **Rainfall variability, fire and vegetation dynamics in new tropical montane ecosystems in north-western Argentina.** *In*: *Journal of Biogeography*. 27: 1107-1121.

GRÖGER, A. 2000. *Flora and vegetation of inselbergs of Venezuelan Guayana.* *In*: POREMBSKI, S.; BARTHLOTT, W. (eds). **Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions.** Berlin: Springer-Verlag. p. 291-314.

GRÖGER, A.; BARTHLOTT, W. 1996. **Biogeography and diversity of the inselberg (Laja) vegetation of southern Venezuela**. *In*: Biodiversity Letters. 3: 165-179.

HOEHNE, F. 1940. **Flora Brasílica: Orchidaceae**. São Paulo: Secretaria da Agricultura. fasc. 1. 12: 52-180.

HOEHNE, F. 1949. **Iconografia de Orquidáceas do Brasil**. São Paulo: Secretaria da Agricultura. 301p.

HOPPER, S. D. 2000. Floristics of Australian granitoid inselberg vegetation. *In*: POREMBSKI, S.; BARTHLOTT, W. (eds). **Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions**. Berlin: Springer-Verlag. p. 391-408.

HUNTER, J. T. 2003 (a). **Factors affectin range size differences for plant species on rocks outcrops in eastern Australia**. *In*: Diversity and Distribution. 9: 211-220.

HUNTER, J. T. 2003 (b). **Persistence on inselbergs: the role of obligate seeders and resprouters**. *In*: Journal of Biogeography. 30: 497-510.

IBISCH, P. L.; RAUER, G.; RUDOLPH, D.; BARTHLOTT, W. 1995. **Floristic, biogeographical, and vegetational aspects of pre-cambrian rocks outcrops (inselbergs) in eastern Bolivia**. *In*: Flora. 190: 299-314.

IBGE. 2000. **Atlas Nacional do Brasil**. 3 ed. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Diretoria de Geociências. Rio de Janeiro. 262p.

KENT, M.; COOKER, P. 1992. **Vegetation description and analysis: a practical approach**. London: Wiley. 363p.

KLUGE, M.; BRULFERT, J. 2000. Ecophysiology of vascular plants on inselbergs. *In*: POREMBSKI, S.; BARTHLOTT, W. (eds.). **Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions**. Berlin: Springer-Verlag. p. 143-176.

KOH, L. P.; SODHI, N. S.; TAN, H. T. W.; KELVIN, S. P. 2002. **Factors affectin the distribution of vascular plants, springtails, butterflies and birds on small tropical islands**. *In*: Journal of Biogeography. 29: 93-108.

KRAUSE, L 2000: **Os inselbergues de Pernambuco, Brasil: Comparações florísticas - estruturais e fitodiversidade**. Dissertação de Mestrado (Diplomarbeit), Universidade de Leipzig.

KREBS, C. J. 1986. **Ecologia: analisis experimental de la distribuicion de abundancia**. 3 ed. Madri: Ed. Pirâmide. 782p.

KRIEGER, A.; POREMBSKI, S.; BARTHLOTT, W. 2000. **Vegetation of seasonal rocks pools on inselbergs situated in the savanna zone of the Ivory Coast (West Africa)**. *In*: Flora. 195: 257-266.

KRIEGER, A.; POREMBSKI, S.; BARTHLOTT, W. 2003. **Temporal dynamics of an ephemeral plant community species turnover in seasonal rocks pools on Ivorian inselbergs.** *In: Plant Ecology.* 167: 283-292.

LOMOLINO, M. V.; WEISER, M. D. 2001. **Towards a more general species-area relationship: diversity on all islands, great and small.** *In: Journal of Biogeography.* 28: 431-445.

MORI, S. A.; SILVA, L. A. M.; LISBOA, G.; CORADIN, L. 1989. **Manual de manejo do herbário fanerogâmico.** 2^o ed. Ilhéus: CEPLAC. 104 p.

MÜLLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. 1974. **Aims and methods of vegetation ecology.** New York: John & Sons. 547p.

NAVOLIC, LJ.; HUMBEL, F. X. 1971. **Contribution à l'étude de la localisation des différentes formes de composés du fer au sein de quelques sols du Cameroun.** *In: Cah. O. R. S. T. O. M. sér. Pedol.* IX (3): 271-306.

NETO, D. D.; VAN LIER, Q. L. 1991. **BH Clima versão 1.0 – Balanço Hídrico & Classificação Climática.** Departamento de Agricultura. ESALQ/USP.

OLIVEIRA, R. F. 2002. **Caracterização florística e estrutural de um inselbergue no Município de Quixadá, CE.** (Monografia). Universidade Federal do Ceará.

OSBORN, G. 1985. **Evolution of the late Cenozoic inselberg landscape of southwestern Jordan.** *In: Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology.* 49: 1-23.

PABST, G. F. J.; DUNGS, F. 1975. **Orchidaceae Brasiliensis.** Band I. Brücke-Verlag Kurt Schmiersow. (1): 408p.

PABST, G. F. J.; DUNGS, F. 1977. **Orchidaceae Brasiliensis.** Band II. Hildesheim: Brücke-Verlag Kurt Schmiersow. (2). 418p.

PARMANTIER, I. 2003. **Study of the vegetation composition in three inselbergs from continental Equatorial Guinea (Western Central Africa): effects of site, soil factors and position relative to forest fringe.** *In: Belg. Journ. Bot.* 136 (1): 63-72.

PIGOTT, J. P.; SAGE, L. W. 1997. **Remnant vegetation, priority flora and weed invasion at Yilliminning Rocks, Narrogin, western Australia.** *In: Journal of the Royal Society of Western Australia.* 80: 201-208.

POREMBSKI, S. 1996. **Notes on the vegetation of inselbergs in Malawi.** *In: Flora.* 191: 1-8.

POREMBSKI, S. 2000. West African Inselberg Vegetation. *In: POREMBSKI, S.; BARTHLOTT, W. (eds.). Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions.* Berlin: Springer-Verlag. p. 177-211.

POREMBSKI, S. 2002. Terrestrial habitats islands as model systems for biodiversity research. *In*: ARAÚJO, E. L.; MOURA, A. N.; SAMPAIO, E. V. S. B.; GESTINARI, L. M. S.; CARNEIRO, J. M. T. (eds.). **Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora de Brasil**. Recife: UFRPE, Brasil/Imprensa Universitária: p. 158-161.

POREMBSKI, S.; BARTHLOTT, W. 1997. **Seasonal dynamics of plant diversity on inselbergs in the Ivory Coast (West Africa)**. *In*: Botanica Acta. 110: 466-472.

POREMBSKI, S.; BARTHLOTT, W. (eds.). 2000 (a). **Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions**. Berlin: Springer-Verlag.

POREMBSKI, S.; BARTHLOTT, W. 2000 (b). **Granitic and gneissic outcrops (inselbergs) as centers of diversity for desiccation-tolerance vascular plants**. *In*: Plant Ecology. 151: 19-28.

POREMBSKI, S.; BECKER, U.; SEINE, R. 2000. Islands on islands: habitats on inselbergs. *In*: POREMBSKI, S.; BARTHLOTT, W. (eds.). **Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions**. Berlin: Springer-Verlag. p. 49-67.

POREMBSKI, S.; BROW, G.; BARTHLOTT, W. 1995. **An inverted latitudinal gradient of plant diversity in shallow depressions on Ivorian inselbergs**. *In*: Vegetatio. 117: 151-163.

POREMBSKI, S.; FISHER, E.; BIEDINGER, N. 1997. **Vegetation of inselbergs, quartzitic outcrops and ferricretes in Rwanda and eastern Zaire (Kivu)**. *In*: Bull. Jard. Bot. Nat. Belg. 66: 81-99.

POREMBSKI, S.; MARTINELLI, G.; OHLEMÜLLER, R.; BARTHLOTT, W. 1998. **Diversity and ecology of saxicolous vegetation mats on inselbergs in the Brazilian Atlantic rainforest**. *In*: Diversity and Distribution. 4: 107-119.

POREMBSKI, S.; SZARZYNSKI, J.; MUND, J-P.; BARTHLOTT, W. 1996. **Biodiversity and vegetation of small-sized inselbergs in a West African rain forest (Taï, Ivory Coast)**. *In*: Journal of Biogeography. 23: 47-55.

PORTO, P. A. F. 2003. **Estudo florístico de um inselbergue no Distrito de Lagoa de Pedra, município de Esperança, PB**. (Monografia de graduação). Campina Grande: Universidade Estadual da Paraíba. 39p.

RAGHOENANDAN, U. P. D. 2000. The Guianas (Guyana, Suriname, French Guiana). *In*: POREMBSKI, S.; BARTHLOTT, W. (eds.). **Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions**. Berlin: Springer-Verlag. p. 315-338.

RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E. V. S. B.; FIGUEIREDO, M. A. 1992. **Manual sobre métodos de estudo florístico e fitossociológico: ecossistema caatinga**. 24p.

RODRIGUÉZ, A.; DELIBES, M. 2003. **Population fragmentation and extinction in the Iberian Iynx**. *In*: Biological Conservation. 109: 321-331.

ROMERO, R.; NAKAJIMA, J. N. 1999. **Espécies endêmicas do Parque da Serra da Canastra, Minas Gerais**. *In*: Revista Brasileira de Botânica. 22 (2): 259-265.

SAFFORD, H. D.; MARTINELLI, G. 2000. Southeast Brazil. *In*: POREMBSKI, S.; BARTHLOTT, W. (eds.). **Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions**. Berlin: Springer-Verlag. p. 339-390.

SALES, M. F. DE; MAYO, S. J.; RODAL, M. J. N. 1998. **Plantas vasculares das florestas serranas de Pernambuco – um checklist da flora ameaçada dos brejos de altitudes**. Recife: Imprensa Universitária. Universidade Federal Rural de Pernambuco.

SANTOS, G. M. M.; DELIBIE, J. H. C.; RESENDE, J. J. 1999. **Caracterização da mirmecofauna (Hymenoptera-Formicidae) associada à vegetação periférica de inselbergues (caatinga-arbóreo-estacional semi decidual) em Itatim – Bahia – Brasil**. *In*: Sitenbus. 20: 33-43.

SARTHOU, C.; VILLIERS, J-F. 1998. **Epilithic plant communities on inselbergs in French Guiana**. *In*: Journal of Vegetation Science. 9: 847-860.

SCHWARTZ, M. W. 1991. **Potential effects of global climate change on the biodiversity of plants**. *In*: The Forestry Chronicle. 68 (4): 462-471.

SCHWEINFURTH, C. 1959. **Orchids of Peru**. Fieldiana: Botany. Chicago. 30 (2): 390-531.

SCHWEINFURTH, C. 1960. **Orchids of Peru**. Fieldiana: Botany. Chicago. 30 (3): 533-551.

SEINE, R.; BECKER, U. 2000. East and Southeast Africa. *In*: POREMBSKI, S.; BARTHLOTT, W. (eds.). **Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions**. Berlin: Springer-Verlag. p. 213-235.

SEINE, R.; BECKER, U.; POREMBSKI, S.; FOLLMANN, G.; BARTHLOTT, W. 1998. **Vegetation of inselbergs in Zimbabwe**. *In*: Edin. J. Bot. 55 (2): 267-293.

SHEPHERD, G. J. 1996. **FITOPAC 1 – Manual do Usuário**. Campinas: Depto. de Botânica. Universidade Estadual de Campinas. 96p.

STUESSY, T. F. 1990. **Plant taxonomy: a systematic evaluation of comparative data**. New York: Columbia University Press. 513p.

SZARYNSKI. 2000. *In*: POREMBSKI, S.; BARTHLOTT, W. (eds.). **Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions**. Berlin: Springer-Verlag. p. 409-434.

TWIDALE, C. R.; BOURNE, J. A. 1998. **Multistage landform development, with particular reference to a cratonic bornhardt**. *In*: Geografiska Annaler. 80A: 79-94.

TWIDALE, C. R.; BOURNE, J.A.; ROMANI, R. R. V. 1999. **Bornhardt inselbergs in the Salt River Valley, south of Kellerberrin, western Australia (with note on a tessellated pavement in granite an pinnacles in laterite)**. *In: Journal of the Royal Society of Western Australia*. 82: 33-49.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. 1991. **Metereologia Básica e Aplicações**. Viçosa: Imprensa Universitária. 449 p.

VITOUSEK, P. M. 2002. **Oceanic island as model systems for ecological studies**. *In: Journal of Biogeography*. 29: 573-582.

WARDLE, D. A. 2002. **Islands as model systems for understanding how species affect ecosystem properties**. *In: Journal of Biogeography*. 29: 583-591.

WERKHOVEN, M. C. M. 1992. **Altitudinal distribution of orchid species in Suriname**. *C. R. Soc. Biogeogr. Paramaribo*. 68 (2): 55-76.

WYATT, R.; ALLISON, J. R. 2000. Flora and vegetation of granite outcrops in the southeastern United States. *In: POREMBSKI, S.; BARTHLOTT, W. (eds.). Inselbergs: biotic diversity of isoleted rock outcrops in tropical and temperate regions*. Berlin: Springer-Verlag. p. 409-434.

9. ANEXOS

9.1. Matriz de presença e ausência das espécies de orquídeas registradas nos 25 inselbergues analisados em sua similaridade florística.

	PB1	PB2	PB3	PB4	PB5	PB6	PB7	PE1	PE2	PE3	PE4	PE5	PE6	PE7	PE8	PE9	BA	MG	CE	RJ	AF1	AF2	VZ	GF	BL
<i>Bifrenaria harrisoniae</i> Reichb.f	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Brassovola tuberculata</i> Hook	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Bulbophyllum nigericum</i> Summerhayes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Bulbophyllum</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Campylocentrum crassirhizum</i> Hoehne	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Catasetum bergoldianum</i> Foldats	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Catasetum planiceps</i> Lindl.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Catasetum uncatum</i> Rolf.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Catleya nobilior</i> Reichb.f	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Catleya violaceae</i> Beer.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cleisthes</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyrtopodium andersonii</i> R.Br.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
<i>Cyrtopodium gigas</i> (Vell.) Hoehne	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyrtopodium glutiniferum</i> Raddi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Cyrtopodium intermedium</i> Brade	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyrtopodium poecilium</i> Reichb.f. & Warm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cyrtopodium polyphyllum</i> (Vell.) Pabst. ex F.Barros	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyrtopodium</i> sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyrtopodium</i> sp.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Encyclia aemula</i> (Lindl.) G. Carnevalli e I.Ramirez	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

<i>Encyclia calamaria</i> (Lindl.) Pabst.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Encyclia dichroma</i> Schlechter.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Encyclia granítica</i> Schlechter.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Encyclia longifolia</i> Schlechter.	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Encyclia vespa</i> (Vell.) Dressler	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Epidendrum cinnabarinum</i> Salzm. ex Lindl.	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epidendrum fulgens</i> A.Brongn.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epidendrum ionosmum</i> Lindl.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Epidendrum microphyllum</i> Lindl.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Epidendrum noctonum</i> Jacq.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Epidendrum rigidum</i> Jacq.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epidendrum robustum</i> Congn.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Epidendrum secundum</i> Jacq.	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Epidendrum</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epidendrum xanthinum</i> Lindl.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Habenaria cryptophila</i> Rodrig.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Habenaria gabonensis</i> Reichb.f.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Habenaria hexaptera</i> Lindl.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Habenaria hydrophila</i> Rodrig.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Habenaria janeirenses</i> Krauzl.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Habenaria macronectar</i> (Vell.) Hoehne.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Habenaria obtusa</i> Lindl.	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Habenaria petalodes</i> Lindl.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Habenaria</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

