



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL**

**ELLEN CRISTINA DANTAS DE CARVALHO**

**ESTRUTURA E ESTÁGIOS DE SUCESSÃO ECOLÓGICA DA VEGETAÇÃO DE  
CAATINGA EM AMBIENTE SERRANO NO CARIRI PARAIBANO**

**CAMPINA GRANDE  
2010**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**ELLEN CRISTINA DANTAS DE CARVALHO**

**ESTRUTURA E ESTÁGIOS DE SUCESSÃO ECOLÓGICA DA VEGETAÇÃO DE  
CAATINGA EM AMBIENTE SERRANO NO CARIRI PARAIBANO**

Dissertação apresentada ao Mestrado de Ciência e Tecnologia Ambiental, na área de concentração Ecologia do Semi-árido da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento às exigências necessárias para obtenção do título de mestre.

**Orientador (a): Dilma Maria de Brito Melo Trovão**

**CAMPINA GRANDE  
2010**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na sua forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL-UEPB

C331d Carvalho, Ellen Cristina Dantas de.  
Estrutura e Estágios de Sucessão Ecológica da vegetação de caatinga em ambiente serrano no Cariri paraibano [manuscrito] / Ellen Cristina Dantas de Carvalho. – 2009.  
**68 f. : il. color.**

**Digitado**

**Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental), Centro de Ciências e Tecnologias, Universidade Estadual da Paraíba, 2009.**

“Orientação: Profa. Dra. Dilma Maria de Brito Melo Trovão, Departamento de Biologia”.

1 Ecologia de Terras Semi-áridas . 2. Caatinga. 3. Gradientes Altitudinais. 4. Grupos Ecológicos. I. Título.

21. ed. CDD 577.54

**ELLEN CRISTINA DANTAS DE CARVALHO**

**ESTRUTURA E ESTÁGIOS DE SUCESSÃO ECOLÓGICA DA VEGETAÇÃO DE  
CAATINGA EM AMBIENTE SERRANO NO CARIRI PARAIBANO**

Data da Aprovação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Banca Examinadora:

---

Profa. Dra. Dilma Maria de Brito Melo Trovão  
Universidade Estadual da Paraíba  
Orientadora

---

Prof. Dr. Leonardo Pessoa Félix  
Universidade Federal da Paraíba  
Examinador

---

Prof. Dr. José Etham Barbosa  
Universidade Estadual da Paraíba  
Examinador

*A minha Mãe, Fleuriza Amorim, por acreditar e ajudar nas minhas escolhas...*

*Aos meus irmãos Hewerton e Alisson, razões das minhas alegrias e aperreios...*

*Dedico.*

*A minha avó, mãe e amiga, Florizé Amorim,  
Ofereço.*

## AGRADECIMENTOS

Muitas pessoas e instituições participaram direta ou indiretamente para concretização deste trabalho, mais uma etapa da minha vida acadêmica e também uma conquista pessoal, as quais não poderia deixar de reconhecer.

Agradeço...

A DEUS, fonte de inspiração em todos os momentos. Sem Ele não teria concluído este mestrado.

A minha família, em especial meus pais Herivelto José e Fleuriza, que sempre me proporcionaram condições para estudar sem qualquer preocupação.

A Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) e ao Mestrado em Ciência e Tecnologia (MCTA) pela oportunidade de formação ao nível de Mestre, com condições para a realização de um curso em alto nível.

A Fundação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos durante o desenvolvimento dessa dissertação.

Ao coordenador do mestrado Prof. Dr. José Tavares, por suprir todas as necessidades acadêmicas dos alunos ao longo do curso.

A Prof<sup>a</sup>. Dra. Dilma Trovão pela orientação durante os últimos cinco anos, desde a graduação. Por acreditar na proposta de trabalho, por todo o seu apoio e pela amizade firmada ao longo do tempo.

Aos amigos e companheiros de coletas Ákila, Bruno, Lucianna, Pedro, Manú e Betânia, que mesmo nos momentos críticos não abandonaram o serviço e sem os quais seria impossível a realização deste trabalho.

Em especial ao amigo e companheiro Bruno Cruz, por agüentar com paciência todos os meus momentos de desânimo, raiva, e chatice. Além de auxiliar com correções e sugestões durante todo o desenvolvimento deste trabalho.

Aos Mateiros Seu Raimundo, Militão e Ciço que me ensinaram com muita simplicidade, humildade e espontaneidade durante todo o período de coleta em campo.

Aos professores Leonardo Pessoa Felix e José Etham de Lucena Barbosa, por aceitarem avaliar meu trabalho e pelas sugestões de melhorias.

A todos, o meu muito obrigada!

## RESUMO

A Caatinga consiste no terceiro bioma brasileiro mais degradado ambientalmente, mesmo sendo uma ecorregião semi-árida única no mundo e de grande importância biológica para o Nordeste. A vegetação de caatinga apresenta grande variedade de paisagens devido sua ampla distribuição espacial. Estudos sobre a dinâmica sucessional da vegetação são importantes, pois proporcionam subsídios ao entendimento da complexa distribuição e relação dos organismos vivos no ambiente. No intuito de ampliar o conhecimento fitoecológico da Caatinga, este trabalho teve por objetivo analisar as variações estruturais e de diversidade em relação aos gradientes altitudinais, além da aplicação de Métodos Estatísticos Multivariados na caracterização das fases de desenvolvimento da comunidade vegetal e na composição dos grupos ecológicos. O estudo foi desenvolvido na Serra Inácio Pereira uma área de Caatinga pertencente à Microrregião do Cariri Oriental da Paraíba. Foram plotadas 30 parcelas de 50 x 4 m, distribuídas sistematicamente, em três gradientes de altitude: Gradiente I (base), Gradiente II (porção mediana) e Gradiente III (topo da serra), sendo inventariadas todas as espécies com o diâmetro do caule ao nível do solo  $\geq 3\text{cm}$  e altura  $\geq 1\text{m}$ . A caracterização da estrutura arbóreo-arbustiva foi realizada a partir do cálculo dos parâmetros fitossociológicos de frequência, densidade, dominância, valor de importância, valor de cobertura. Foram calculados também os Índices de diversidade de Shannon - Wiener ( $H'$ ) e de equabilidade de Jaccard (J). A análise de desenvolvimento da comunidade e formação de grupos ecológicos foi realizada com base nas medidas estruturais das unidades amostrais e das espécies, através de técnicas multivariadas de Análise de Componentes Principais (ACP) e Classificação Hierárquica Ascendente e Análise de Agrupamentos. A formação de grupos ecológicos por meio de técnicas de estatística multivariada ainda foi confrontada com uma classificação de grupos ecológicos com base em exigências luminosas ao desenvolvimento das espécies. A composição florística catalogada na Serra Inácio Pereira apresentou 2263 indivíduos distribuídos em 44 espécies, 37 gêneros e 19 famílias, ocorrendo ainda uma espécie indeterminada. As famílias Euphorbiaceae, Fabaceae, Anacardiaceae e Cactaceae foram as mais expressivas em números de indivíduos. O Índice de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ) foi de 2,47 para a área total da serra. A densidade total encontrada neste estudo foi de 3771 indivíduos.  $\text{ha}^{-1}$ . As espécies que apresentaram os maiores Valores de Importância (VI's) foram *Croton blanchetianus*, *Opuntia palmadora*, *Bauhinia cheilantha*, *Sapium glandulatum*, *Manihot glaziovii* e *Myracrodruon urundeuva*. Os Gradientes altitudinais I, II e III apresentaram diferenças sutis quanto à composição florística e os parâmetros fitossociológicos analisados, entretanto, foi possível distinguir a formação de dois gradientes distintos o Gradiente I e a junção dos Gradientes II e III. Conforme os parâmetros analisados para o desenvolvimento da comunidade foram formados dois grupos associados a duas fases: Fase de transição ou média e fase inicial do desenvolvimento. Quanto aos grupos ecológicos, a análise de agrupamento proporcionou a formação de cinco grupos distintos. A divisão dos grupos ecológicos por meio de estatística multivariada diferiu da classificação proposta em relação à luminosidade tanto em relação ao número de grupos formados quanto às espécies que os compõem. Os resultados obtidos neste estudo proporcionaram uma contribuição importante ao entendimento de como se comporta e distribui a vegetação de caatinga ao longo dos gradientes de altitude formados pelo ambiente serrano e sobre o grau de desenvolvimento da comunidade, entretanto, quanto à formação de grupos ecológicos em relação aos parâmetros estruturais das espécies, evidenciou a necessidade de estudos mais complexos, que comportem um maior número de variáveis, as quais poderão elucidar melhor os padrões e processos ecológicos envolvidos na sucessão ecológica da caatinga.

**Palavras-chave:** Caatinga, Gradientes Altitudinais, Desenvolvimento da comunidade vegetal, Grupos Ecológicos.

## ABSTRACT

The Caatinga is the third biome most environmentally degraded, even as a semi-arid ecoregion unique in the world and of great biological importance to the Northeast. The savanna vegetation has a great variety of landscapes due to their wide spatial distribution. Studies on the succession dynamics of vegetation are important because they provide subsidies to the understanding of the complex distribution and relationship of living organisms in the environment. In order to broaden knowledge phytoecological Caatinga, this study was to analyze structural variation and diversity in relation to altitudinal gradients and in the application of multivariate statistical methods to characterize the stages of plant community development and composition of ecological groups. The study was conducted in Sierra Ignatius Pereira a dry forest sites belonging to Microregion Cariri eastern Paraíba. We plotted 30 plots of 50 x 4 m, systematically distributed in three altitude gradients: Gradient I (base), Gradient II (middle portion) and Gradient III (the top of the mountain), and inventoried all the species with the stem diameter ground level  $\geq 3$  cm and height  $\geq 1$ m. The characterization of the structure of trees and shrubs was done from the calculation of the phytosociological parameters of frequency, density, dominance, importance value, margin. We also calculated the diversity indices Shannon - Wiener ( $H'$ ) and evenness Jaccard (J). Analysis of community development and training of environmental groups was based on structural measures of sample and species by multivariate analysis of Principal Component Analysis (PCA) and Ascendant Hierarchical Classification and Cluster Analysis. The formation of environmental groups through multivariate statistical techniques have been faced with a classification of ecological groups based on light requirements for the development of species. The floristic composition cataloged in Sierra Ignatius Pereira had 2263 individuals in 44 species, 37 genera and 19 families, there was also an undetermined species. The families Euphorbiaceae, Fabaceae, Anacardiaceae and Cactaceae were most significant in numbers of individuals. The diversity index of Shannon-Wiener ( $H'$ ) was 2.47 for the total area of the mountain. The total density found in this study was 3771 individuals. ha<sup>-1</sup>. The species with highest importance values (VI's) were *Croton blanchetianus*, *Opuntia palmadora* *Bauhinia cheilantha* *Sapium glandulatum*, *Manihot glaziovii* and *M. urundeuva*. The altitudinal gradients I, II and III showed subtle differences on the floristic composition and phytosociological parameters analyzed, although it was possible to distinguish the formation of two different gradients and Gradient I Junction Gradients' II and III. As the parameters analyzed for the development of the community were formed two groups associated with two phases: Phase transition and medium and early development. As for environmental groups, the cluster analysis provided the formation of five distinct groups. The division of environmental groups by multivariate analysis differed from the classification proposed in relation to light both in the number of groups formed as the species that compose them. The results of this study provided an important contribution to understanding the behavior and distributes the savanna vegetation along gradients of altitude environment formed by the mountains and on the degree of community development, however, about the formation of ecological groups in relation the structural parameters of the species, showed the need for more complex studies, involving a larger number of variables, which may further elucidate the patterns and ecological processes involved in ecological succession from savanna.

**Keywords:** Caatinga, Altitudinal gradients, Development of plant community, ecological groups.

## Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b>	Localização do município Barra de Santana e Área de estudo: Serra de Inácio Pereira .....	22
<b>Figura 2.</b>	Esquema representativo do método de parcelas .....	24
<b>Figura 3.</b>	Esquema representativo da distribuição das parcelas na área de estudo .....	24
<b>Figura 4.</b>	Curvas de acumulação de espécies: (a) Área Total; (b) Por Gradiente Altitudinal (base, meio e topo) .....	29
<b>Figura 5.</b>	Representação gráfica do número de espécies por família catalogadas na Serra Inácio Pereira, Barra de Santana, PB .....	33
<b>Figura 6.</b>	Representação gráfica do número de espécies em relação aos gradientes de altitude catalogadas na Serra Inácio Pereira, Barra de Santana, PB .....	34
<b>Figura 7.</b>	Representação gráfica da similaridade florística entre os gradientes altitudinais através do Índice de Sørensen .....	37
<b>Figura 8.</b>	Similaridade Florística pelo Índice de Jaccard entre as parcelas na Serra Inácio Pereira .....	38
<b>Figura 9.</b>	Altura média da unidades amostrais divididas por Gradientes Altitudinais	39
<b>Figura 10.</b>	Representação da Ordenação da ACP para as unidades amostrais e variáveis .....	48
<b>Figura 11.</b>	Dendograma demonstrando a Classificação Hierárquica ascendente sobre os dois primeiros fatores entre as parcelas na Serra Inácio Pereira.....	49
<b>Figura 12.</b>	Dendograma demonstrando a Classificação Hierárquica ascendente sobre os dois primeiros fatores entre as os gradientes altitudinais na Serra Inácio Pereira: Topo (T); Meio (M) e Base (B).....	50
<b>Figura 13.</b>	Dendograma representando as seqüências de agrupamentos das 45 espécies, com base na distância de Bray Curtis.....	54

## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1.</b>	Detalhamento dos Parâmetros Fitossociológicos .....	25
<b>Tabela 2.</b>	Relação de variáveis utilizadas na distinção de grupos ecológicos de espécies vegetais .....	28
<b>Tabela 3.</b>	Lista das espécies arbóreo-arbustivas e respectivas famílias amostradas na Serra Inácio Pereira, localizada no Município de Barra de Santana, Cariri paraibano .....	30
<b>Tabela 4.</b>	Valores dos Índices de Shannon-Wiener ( $H'$ ), Equabilidade (J), Riqueza de Espécies (RE) e Riqueza de Famílias (RF) para área total, Serra Inácio Pereira, e os Gradientes Altitudinais, GI (base), GII (meio) e GIII (topo) .....	36
<b>Tabela 5.</b>	Lista das espécies vegetais catalogadas na Serra Inácio Pereira, Barra de Santana – PB. N° Ind. = Número de Indivíduos; FA = Frequência Absoluta; DeR = Densidade Relativa; DoR = Dominância Relativa; FR = Frequência Relativa; VI = Valor de Importância; VC = Valor de Cobertura .....	41
<b>Tabela 6.</b>	Lista das espécies vegetais catalogadas no Gradiente I (base) da Serra Inácio Pereira, Barra de Santana – PB. N° Ind. = Número de Indivíduos; FA = Frequência Absoluta; DeR = Densidade Relativa; DoR = Dominância Relativa; VI = Valor de Importância; VC = Valor de Cobertura .....	43
<b>Tabela 7.</b>	Lista das espécies vegetais catalogadas no Gradiente II (Meio) da Serra Inácio Pereira, Barra de Santana – PB. N° Ind. = Número de Indivíduos; FA = Frequência Absoluta; DeR = Densidade Relativa; DoR = Dominância Relativa; VI = Valor de Importância; VC = Valor de Cobertura .....	44
<b>Tabela 8.</b>	Lista das espécies vegetais catalogadas no Gradiente III (Topo) da Serra Inácio Pereira, Barra de Santana – PB. N° Ind. = Número de Indivíduos; FA = Frequência Absoluta; DeR = Densidade Relativa; DoR = Dominância Relativa; VI = Valor de Importância; VC = Valor de Cobertura .....	45
<b>Tabela 9.</b>	Proporção de Variância e Proporção Acumulada de Variância dos Componentes Principais (Fatores) para análise de desenvolvimento da comunidade .....	47
<b>Tabela 10.</b>	Correlação entre componentes principais (fatores) e variáveis originais para análise de desenvolvimento da comunidade .....	47
<b>Tabela 11.</b>	Lista das espécies vegetais classificadas em seus respectivos Grupos Ecológicos (GE): Pioneiras (PI), Secundárias Iniciais (SI) e Secundárias Tardias (ST) pela Classificação de Gandolfi, Leitão Filho e Bezerra (1995) para a área geral da Serra Inácio Pereira, Paraíba .....	50

<b>Tabela 12.</b>	Proporção de Variância e Proporção Acumulada de Variância dos Componentes Principais (Fatores) para a formação de Grupos Ecológicos .....	52
<b>Tabela 13.</b>	Correlação entre componentes principais (fatores) e variáveis originais para a formação de Grupos Ecológicos.....	53
<b>Tabela 14.</b>	Lista das espécies vegetais divididas em Grupos Ecológicos de acordo com Métodos Estatísticos Multivariados: ACP e Análise de Agrupamento para a área geral da Serra Inácio Pereira, Paraíba.....	55

## SUMÁRIO

<b>1.0</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2.0</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>14</b>
2.1	Caatinga .....	14
2.2	Cariri paraibano .....	16
2.3	Fitossociologia .....	17
2.4	Sucessão Ecológica .....	18
2.5	Análise Multivariada .....	20
<b>3.0</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>22</b>
3.1	Área de Estudo .....	22
3.2	Coleta de Dados .....	23
3.3	Análise dos Dados .....	25
3.3.1	Parâmetros Fitossociológicos .....	25
3.3.2	Análise Multivariada .....	26
3.3.2.1	Fases do Desenvolvimento da Comunidade .....	26
3.3.2.1.1	Análise de Componentes Principais .....	26
3.3.2.1.2	Classificação Hierárquica Ascendente .....	27
3.3.2.2	Grupos Ecológicos .....	27
3.3.2.2.1	Análise de Agrupamento .....	28
<b>4.0</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>29</b>
4.1	Suficiência Amostral .....	29
4.2	Florística e Diversidade .....	30
4.3	Similaridade Florística .....	37
4.4	Estrutura da Comunidade .....	39
4.5	Parâmetros Fitossociológicos .....	40
4.6	Desenvolvimento da Comunidade .....	46
4.7	Grupos Ecológicos .....	50
<b>5.0</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>57</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>59</b>

## 1.0 INTRODUÇÃO

As comunidades biológicas constituem categorias ecológicas muito complexas, sendo necessário para sua compreensão, o estudo integrado das variáveis bióticas e abióticas, estas estão ligadas por uma intrincada rede de inter-relações que conduz o funcionamento desses ecossistemas (SANTOS et al., 2004). Pinto-Coelho (2000) afirma que por meio dessas inter-relações são formados os padrões estruturais, espaciais e temporais nas comunidades biológicas.

Dentre os diversos componentes que formam o ambiente natural, a vegetação pode ser considerada como bom indicador das condições do ambiente e estado de conservação dos próprios ecossistemas aos quais está inserida, respondendo de forma consideravelmente rápida as variações ambientais. O conhecimento da dinâmica sucessional e temporal da vegetação é essencial para o entendimento sobre os padrões, processos e mecanismos de desenvolvimento e restauração de ecossistemas naturais.

Identificada como uma Savana Estépica, a Caatinga é o único bioma existente na região Nordeste, condicionada as condições de semi-áridéz. A vegetação da Caatinga apresenta grande variedade de paisagens, relativa riqueza biológica e endemismo, caracterizada por formações vegetais secas, composta por gramíneas, arbustos e árvores de porte baixo ou médio, caducifólias, com grande quantidade de plantas espinhosas, cactáceas e bromeliáceas (BRASIL, 2005), sendo a quarta maior formação vegetal do Brasil.

Conforme Myers et al. (2000), a Caatinga considerada como bioma, consiste no terceiro brasileiro mais degradado ambientalmente, perdendo apenas para Floresta Atlântica e o Cerrado. A fragmentação e o isolamento de habitats naturais estão entre os principais fatores que ameaçam à biodiversidade tanto em nível regional quanto global (NOSS; CSUTI, 1997). Várias são as conseqüências advindas da fragmentação, os efeitos de borda, a diminuição na taxa de migração entre fragmentos, redução do tamanho populacional com correspondente perda de variabilidade genética e invasão de espécies exóticas, promovendo uma degradação da paisagem (LOVEJOY et al., 1986; BIERREGAARD JR. et al., 1992; TURNER, 1996; YOUNG, et al., 1996; BRASIL, 2002).

A Caatinga no território paraibano abrange cerca de 80% e distribui-se de forma diferenciada em relação à fisionomia (BARBOSA et al., 2003). Importante ressaltar, que a cobertura vegetal remanescente apresenta-se com pouco mais de 30% da vegetação original (MARTINS et al., 2004). Na microrregião do Cariri paraibano a caatinga apresenta-se em várias paisagens em decorrência das variadas características edafoclimáticas da região. De

acordo com Andrade et al. (2005), o processo de desertificação no Cariri paraibano é intenso, e suas conseqüências são evidenciadas na perda dos solos e na simplificação dos ecossistemas decorrente da degradação da cobertura vegetal.

No relevo da região Semi-árida nordestina e mais especificamente da Microrregião do Cariri Paraibano, uma característica que se evidencia é a formação de montanhas, ou serras, as quais por constituírem-se em barreiras naturais a acessibilidade abrigam, na maioria dos casos, uma vegetação mais conservada, o que proporciona a estas áreas uma dinâmica sucessional bem estabelecida, diferentemente das áreas de planícies que são decididamente condicionadas a ações antrópicas. Em decorrência disto, também é possível vislumbrar, a preservação de processos ecológicos chaves, importantes ao entendimento da estrutura e funcionalidade da comunidade vegetal da Caatinga, ali inseridas.

No Cariri paraibano têm-se registros de alguns estudos importantes sobre a ecologia das comunidades vegetais inseridas na região. Destacam-se os trabalhos de Andrade et al. (2005), Lacerda et al. (2005) e Queiroz et al. (2006) sobre fitossociologia, Pegado et al. (2006) sobre invasão biológica, além dos trabalhos de Silva et al. (2004) e Trovão et al. (2004) no âmbito da ecofisiologia. Mais recentemente, vem sendo desenvolvidos estudos com Ecologia de comunidades vegetais presentes em áreas serranas a exemplo de Sousa (2009), Trovão, Souza e Carvalho (2009) e Oliveira et al. (2009), entretanto, informações sobre os estádios de sucessão ecológica e desenvolvimento dessas comunidades são escassas.

Estudos sobre a sucessão ecológica são bastante desenvolvidos em diversas formações vegetacionais a exemplo da Mata Atlântica (CAVALCANTE; SOARES; FIGUEIREDO, 2000; METZGER et al., 2006), do Cerrado (SOARES; SOUZA; LIMA, 2006; CARVALHO; MARQUES-ALVES, 2008), e principalmente, na Floresta Estacional Semidecidual (SILVA et al., 2003; RIBAS et al., 2003; PAULA et al., 2004; SILVA et al., 2004; FONSECA, R.; FONSECA, I., 2004; SANTOS et al., 2004; PINTO et al., 2007), todavia, para vegetação de Caatinga, apenas o estudo de Pereira et al. (2001) propõe alguns elementos acerca da sucessão em vegetação de Caatinga. Os estudos ecológicos sobre a dinâmica de crescimento e desenvolvimento das comunidades vegetais e dos processos de sucessão são necessários por fornecerem bases para subsidiar planos de conservação biológica (ENGEL, 1993).

A classificação de espécies arbóreas em grupos ecológicos sucessionais é bastante difundida, principalmente quanto às exigências de luminosas. Dentre as diversas classificações, podendo citar: Budowski, (1965), Swaine e Whitmore (1988), Leitão-Filho (1993), Gandolfi, Leitão Filho e Souza (1995) e Jardim, Souza e Silva (1996), as diferenças ocorrem apenas quanto às denominações e às variáveis utilizadas. Entretanto, essas

classificações restringem-se a dividir as espécies entre aquelas de estádios iniciais e tardios da sucessão.

A diversidade de espécies, modos e formas de vida presente nas comunidades vegetais exigem uma análise mais ampla, envolvendo um maior número de variáveis, no intuito de promover um exame mais seguro na composição dos grupos ecológicos. De acordo com Santos et al. (2004), a utilização de técnicas multivariadas é uma ferramenta útil, pois proporciona uma visualização, descrição e formulação de hipóteses mais precisas, das possíveis inter-relações que regem os ecossistemas, sendo esses os principais objetivos deste estudo na área de ecologia.

O presente trabalho encontra-se inserido em um projeto amplo que objetiva elucidar a importância das áreas serranas do Cariri paraibano como remanescentes da cobertura vegetal de caatinga, característica da região. Diante do exposto objetiva-se analisar as variações estruturais e de diversidade em relação aos gradientes altitudinais formados no ambiente serrano, além da aplicação de Métodos Estatísticos Multivariados na caracterização das fases de desenvolvimento da comunidade vegetal e na composição dos grupos ecológicos, em uma área serrana do Semi-Árido brasileiro, tratando-se de uma proposta inovadora aos trabalhos de ecologia na Caatinga, abordando uma temática pouco estudada e que certamente será balizadora nos estudos para conservação deste bioma no estado da Paraíba.

## 2.0 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Caatinga

A região do Semi-árido, também designada de domínio da Caatinga, compreende 925.043km<sup>2</sup>, cerca de 55% do Nordeste brasileiro (BRASIL, 2003). Fitogeograficamente, a Caatinga ocupa 11% do território nacional, abrangendo os estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí e Minas Gerais (PRADO, 2003). A Caatinga, considerada uma ecorregião semi-árida única no mundo, foi distinguida como uma entre as 37 Grandes Áreas Naturais do Planeta (GIL, 2002).

A classificação climática do Nordeste brasileiro é bastante heterogênea, apresentando climas super-úmidos, úmidos, semi-úmidos e semi-áridos, no entanto, o clima semi-árido é o que melhor caracteriza o Nordeste, cobrindo cerca de 50% do seu território (NIMER, 1989). Em relação ao clima semi-árido, a Caatinga está submetida a parâmetros meteorológicos críticos como as mais altas taxas de radiação solar e temperatura média anual, baixa nebulosidade e taxas de umidade relativa, evapotranspiração potencial mais elevada e, principalmente, as baixas e irregulares precipitações (REIS, 1976).

Na Caatinga a precipitação média anual varia entre 240 e 1.500mm, entretanto grande parte da região recebe menos de 750mm e certas áreas centrais menos de 500mm (SAMPAIO, 1995). O sistema de chuvas na Caatinga é bastante irregular, proporcionando secas severas e periódicas (KROL et al., 2001; CHIANG; KOUTAVAS, 2004). Nimer (1972) descreve que a maior porção das chuvas na Caatinga é concentrada em três meses sucessivos, apesar da alta variação anual e dos longos períodos de seca serem freqüentes. Segundo Prado (2003), a quantidade de meses sem chuvas aumenta das margens para o centro da região coberta pela Caatinga, e algumas localidades apresentam períodos de 7 a 11 meses de baixa disponibilidade de água para as plantas.

Os solos atuais da Caatinga foram constituídos por processos intempéricos sobre rochas pré-cambrianas que, de acordo com Sampaio et al. (2002), variam de solos rasos argilosos e rochosos a solos profundos e arenosos. Devido à complexidade na distribuição espacial dos solos ocorre a formação de um mosaico retalhado e com tipos muito diferentes (VELLOSO; SAMPAIO; PAREYN, 2002).

A Caatinga designa o bioma mais heterogêneo do Brasil, com um grande número de tipos e associações vegetais, fisionômica e floristicamente diferentes (EGLER, 1951). Na Caatinga é observado um considerável número de espécies, animais e vegetais, endêmicas e recentemente foram descritas várias outras espécies, indicando um baixo conhecimento

zoológico e botânico do bioma (CASTELLETI et al., 2003). Segundo Heywood apud Rodal e Nascimento (2002), a Caatinga, inserida no domínio do semi-árido, apresenta-se como um importante centro de biodiversidade da América.

A interação entre o clima e o solo proporcionou a vegetação da Caatinga o desenvolvimento de várias adaptações genéticas e mecanismos de resistência ou tolerância, caracterizando desta forma diversas fisionomias (PEREIRA, 2000). De acordo com Brasil (2003), baseado na interação entre vegetação e solo, a região do Semi-árido apresenta-se dividida por zonas: domínio da vegetação hiperxerófila (34,3%); domínio da vegetação hipoxerófila (43,2%); ilhas úmidas (9,0%); e, agreste e área de transição (13,4%).

A heterogeneidade da vegetação de Caatinga pode ser compreendida em relação ao tempo e ao espaço. No tempo, o principal fator que induz a heterogeneidade é a distribuição irregular do regime chuvoso, que proporciona respostas diferentes no ritmo biológico de muitas espécies, em termos de crescimento e reprodução (SAMPAIO, 1995; ARAÚJO; FERRAZ, 2003). No espaço, a heterogeneidade é resultado das variações topográficas e do tipo de substrato que influenciam a fertilidade do solo e a capacidade de retenção de água (SAMPAIO; GAMARRA-ROJAS, 2003).

A caatinga foi definida por Luetzelburg (1922/23) como uma vegetação arbórea e arbustiva, espinhenta e densa, xerófila, apresentando microfilia e rica em Cactáceas. Emperaire (1991) se refere às caatingas como um conjunto de formações vegetais caracterizadas, principalmente, por apresentarem caducifolia e relata que a frequência das famílias cactáceas e bromeliáceas é explicada em função do grau de aridez, tipo de solo e em especial devido à ação antrópica. Prado (2003) caracteriza as caatingas como florestas arbóreas arbustivas, com predominância de árvores e arbustos baixos que apresentam, em sua maioria, espinhos, microfilia e algumas características xerofíticas.

Conforme Andrade-Lima (1989) a caatinga consiste na vegetação rala e espinhosa, caracterizada predominantemente, pela completa caducifolia da maior parte de suas espécies, que são submetidas à deficiência hídrica durante a maior parte do ano, em decorrência da baixa pluviosidade, má distribuição das chuvas, elevada taxa de evapotranspiração e baixa capacidade de retenção de água dos solos, em geral rasos e pedregosos.

No geral as espécies de caatinga apresentam adaptações morfológicas e fisiológicas que possibilitam a sobrevivência em condições de seca, podendo-se destacar o mecanismo de fechamento estomático, a redução da área foliar, a senescência e a caducifolia, bem como o ajustamento osmótico (NOGUEIRA, 1997; SANTOS; CARLESSO, 1998; DINIZ, 1999).

Para Souza et al. (1994), além da vegetação caducifólia espinhosa (VCE), a Caatinga apresenta outras formações vegetacionais com fisionomia e flora diferenciadas, como as florestas, e cerrados situados nos enclaves úmidos e subúmidos, como também extensas faixas ecotonais com o cerrado e a floresta atlântica. Segundo Andrade-Lima (1973), das diferentes formações vegetacionais da Caatinga, as de maior riqueza florística são as florestas estabelecidas nas serras.

## 2.2. O Cariri paraibano

A microrregião do Cariri paraibano está situada na mesorregião da Borborema entre 7° e 8°30'S e 36° e 37°30'W, ocupando cerca de 20% do território com área de 11.192 km<sup>2</sup> (NASCIMENTO; ALVES, 2008). Conforme Moreira (1988), o Cariri paraibano consiste na junção dos Cariris Oriental e Ocidental, apresentando-se como a região de menor densidade demográfica do estado da Paraíba. Caracteriza-se pelo predomínio de clima semi-árido, quente e seco, com uma vegetação fortemente xerofítica, constituindo-se em uma das áreas mais secas do Brasil (ANDRADE-LIMA, 1981).

Os componentes edafoclimáticos comuns do conjunto de paisagens existentes no Cariri paraibano são os baixos índices pluviométricos, as temperaturas médias altas, déficit hídrico acentuado, a caatinga hiperxerófila, solos rasos e, em muitos casos, com altos teores de salinidade (SOUZA, 2008).

Os climas que a região do Cariri paraibano está submetida variam de semi-áridos a sub-áridos secos tropicais de exceção, apresentando precipitação média anual inferior a 600 mm, sendo o município de Cabaceiras detentor dos menores índices pluviométricos do Brasil, por volta de 246 mm (MOREIRA, 1988), caracterizada por uma pluviometria que se concentra em um curto período (3 a 4 meses) irregularmente distribuídas no tempo e no espaço, a temperatura média anual reside ente 25° a 27°C, umidade relativa do ar máxima de 75%, com taxas médias de evaporação em torno de 2.000 mm/ano, e insolação média de 2.800 horas/ano (NASCIMENTO; ALVES, 2008).

A topografia da região é constituída por esporões do maciço e escarpas orientais do maciço que formam maciços residuais, as serras e os inselbergs. Toda a microrregião do Cariri Oriental encontra-se embasada no cristalino que data do período pré-cambriano, sendo a província da Borborema formada por um cinturão orogenético de idade meso a neoproterozóica (AESÁ, 2006).

Os solos nessa região formam um verdadeiro mosaico, no entanto, pode-se citar: Luvisolos, Planossolos e Neossolos lítólicos. No geral, são pouco profundos, podendo

apresentar elevada saturação de bases, argilas de atividade alta no horizonte B e capacidade de retenção de água disponível média a baixa, necessitando de um manejo eficiente para sua utilização agrícola (EMEPA, 2008).

Sampaio, Andrade-Lima e Gomes (1981) relatam que no Cariri os solos são rasos e pedregosos e a vegetação é considerada baixa e pobre em espécies, entretanto, a vegetação acompanha um gradiente de precipitação e profundidade do solo, propondo que as interações entre a pluviosidade reduzida e o relevo condicionaram a diversidade e riqueza da vegetação.

Para Gomes (1979), a precipitação é o principal fator ambiental condicionante das diferenças encontradas nos padrões da vegetação caatinga do Cariri, devido a formação de um gradiente no qual as comunidades de menor densidade e maior porte vão mudando gradativamente para comunidades de maior densidade e menor porte em função do grau decrescente de precipitação. Em acordo com esta afirmação, Barbosa et al. (2007) considera que esta ordenação está correlacionada principalmente com a precipitação média anual e com as características de altura e densidade das espécies encontradas, não apresentando correlação com os diferentes tipos de solo observados.

A paisagem do Cariri paraibano apresenta-se como um mosaico de diferentes formações vegetacionais reunidas pelas mais variadas transições edafoclimatológicas. A passagem entre formações diferentes é brusca e seus limites são de fácil observação, como feições que vão de uma caatinga arbustiva aberta à caatinga arbórea fechada (NASCIMENTO; ALVES, 2008). O Cariri Paraibano, em função das adversidades climáticas e da baixa resiliência do ecossistema, está entre as áreas de mais alta prioridade para estudo e conservação no Bioma Caatinga (VELLOSO; SAMPAIO; PAREYN, 2002).

### **2.3. Fitossociologia**

A fitossociologia é conceituada por Braun-Blanquet (1966) como a seção da biosociologia que estuda agrupamentos de plantas e suas relações de dependências no meio em que estão inseridas. Ou seja, é o estudo, quanti e qualitativo, de agrupamentos vegetais sobre a estrutura espacial e as relações entre os indivíduos da comunidade vegetal com os indivíduos da comunidade animal e com o meio ambiente (NAPPO; GOMES; HAVES, 1999).

A fitossociologia possibilita a identificação dos parâmetros quantitativos de uma comunidade vegetal, definindo abundância, relação de dominância e importância relativa, possibilitando ainda, inferir sobre a distribuição espacial de cada espécie (TABARELLI; VILLANI; MANTOVANI, 1993). As avaliações fitossociológicas podem demonstrar as

possibilidades de associações intra-específicas e fornecer suporte ao estudo em nível específico sobre a agressividade, propagação vegetativa, ciclo de vida e dispersão das espécies vegetais.

Conforme Pereira (2000) a fitossociologia representa um estudo ecológico quantitativo de comunidades vegetais, a partir das inter-relações das espécies no espaço e no tempo tendo como finalidade uma abordagem quantitativa da composição florística, estrutura, funcionamento, dinâmica, distribuição e relações ambientais da comunidade vegetal. De acordo com Nappo, Gomes e Haves (1999), estudos fitossociológicos objetiva o esclarecimento de aspectos relacionados à estruturação espacial e as relações mantidas entre os indivíduos da comunidade vegetal.

A análise estrutural de uma comunidade vegetal, a partir de estudos sobre a estrutura horizontal, densidade, frequência e dominância, proporciona uma melhor compreensão de sua dinâmica, pois, quantifica a participação de cada espécie com relação às demais e verifica a forma de distribuição espacial de cada espécie.

Segundo Pereira (2000), os estudos fitossociológicos proporcionam conhecimentos sobre as tendências ou processos atuantes na cobertura vegetal tornando possível a intervenção nos ecossistemas e orientando o monitoramento dos impactos decorrentes da ação antrópica sobre o meio biofísico. Isernhagen (2001), afirma que a fitossociologia possui uma função relevante no embasamento de programas de gestão ambiental. Ainda segundo este autor, os estudos fitossociológicos, quando realizados de maneira mínima, ainda fornecem uma listagem florística, a partir da qual pode-se obter uma caracterização da tipologia da vegetação em questão.

De acordo com Felfili e Venturoli (2000) a necessidade de compreensão dos processos ecológicos nos ecossistemas naturais proporcionou o surgimento e desenvolvimento dos estudos fitossociológicos, que passaram a fornecer dados a respeito das comunidades vegetais dos diferentes biomas bem como a descrição da composição, estrutura, distribuição e dinâmica das espécies. Petrerre, Giordano e Marco Jr. et al., (2004) relatam que nos últimos tempos, a abordagem quantitativa dos estudos fitossociológicos tem sido utilizada também com o intuito de compreender o arranjo vegetal de uma comunidade além do seu estágio sucessional.

#### **2.4. Sucessão Ecológica**

O conceito de sucessão foi desenvolvido a princípio por Clements (1916) como um processo altamente ordenado e previsível, no qual mudanças na vegetação representam a

historia de vida da comunidade vegetal, sendo esta considerada um organismo. A partir de diferentes pontos de partida, determinados pelo tipo de distúrbio, por exemplo, as comunidades vegetais tendem a convergir através da sucessão em direção a uma vegetação clímax no qual estaria em equilíbrio com o clima. Entretanto, Gleason (1926) e Tansley (1935) discordaram do conceito formulado por Clements, devido acreditarem no comportamento individualista das espécies e do processo de sucessão ser dependente do acaso, bem como criticaram a idéia de monoclímax.

De acordo com Margalef (1968) e Odum (1969) a sucessão representa um incremento de um ecossistema ao longo do tempo, partindo de ecossistemas mais simples em direção a ecossistemas mais complexos, com um maior número de níveis tróficos, maior diversidade de espécies e formas de vidas e máxima biomassa.

O processo sucessão ecológica ou desenvolvimento dos ecossistemas naturais consiste em mudanças progressivas e contínuas que proporcionam complexidade nas interações dos organismos ao longo do tempo. A sucessão ecológica têm início quando o ecossistema sofre interferência tanto de fenômenos naturais catastróficos, quanto pressões antrópicas que desestruturam o ambiente natural favorecendo as sequências de mudanças. O desenvolvimento da vegetação a partir de um ambiente com pouca ou nenhuma ocupação vegetal, sendo inicialmente colonizado por plantas pioneiras que são progressivamente substituídas por espécies mais exigentes em termos de luminosidade e condições de solo, processo este culminando no aumento da biodiversidade e complexidade estrutural (RICKLEFS, 2003).

Segundo Paula et al. (2004) a classificação das espécies vegetais em grupos ecológicos torna-se uma ferramenta importante na compreensão da sucessão ecológica de uma determinada vegetação, entretanto a grande distribuição das espécies dificulta a determinação dos critérios de classificação.

Gandolfi, Leitão Filho e Bezerra (1995), em estudo para florestas mesófilas semidecidual, consideraram a divisão das espécies vegetais em três grupos ecológicos em função da quantidade de luz requerida para o desenvolvimento das espécies, Pioneiras (P), Secundárias Iniciais (SI) e Secundárias Tardias (ST), os quais afirmou estarem relacionados a três categorias de sucessão: fase inicial, média e avançada de sucessão. Vários outros trabalhos adotaram esse critério de classificação para os grupos ecológicos (PAULA et al. 2004; SILVA et al., 2004; FONSECA, R.; FONSECA, I., 2004; SANTOS et al., 2004; PINTO et al., 2007)

De acordo com Budowski (1965), espécies pioneiras e secundárias iniciais são encontradas em áreas com condições climáticas e edáficas muito diferentes, proporcionando uma grande distribuição geográfica. Para este autor, as espécies secundárias tardias apresentam como característica mais importante a deciduidade, ocorrendo inclusive em áreas de alta pluviosidade.

A sucessão primária dar-se a longo prazo, favorece as condições do solo, propicia as comunidades um grau de complexidade maior encaminhando-as à formação de uma comunidade clímax (HOLDRIDGE, 1987). Já a sucessão secundária ocorre em um ambiente antes povoado, mas que foi degradado por modificações climáticas, geológicas ou pela antropização (DAJOZ, 1978).

O processo sucessional apresenta como produto final a constituição de uma comunidade clímax, onde a estabilidade é relativa, não estática. Numa comunidade clímax existe a mistura de espécies de diferentes grupos ecológicos, ocorrendo o domínio de uma ou poucas espécies, sendo o endemismo freqüente. Uma comunidade classificada como clímax apresenta um domínio permanente do habitat.

## 2.5. Análises Multivariadas

Análise Multivariada consiste em um grande número de métodos e técnicas que utilizam concomitantemente todas as variáveis na interpretação teórica do conjunto de dados obtidos. A estatística multivariada permite uma visão global das variáveis e amostras analisadas sendo um instrumento valioso numa pesquisa complexa. Kendall (1969) conceitua a análise estatística multivariada como a parte da estatística que trabalha com as relações entre as variáveis, apresentando duas características principais: os valores das diferentes variáveis devem ser obtidos sobre os mesmos indivíduos e estas devem ser independentes e consideradas simultaneamente.

Os métodos estatísticos de análises multivariadas devem ser escolhidos de acordo com os objetivos da pesquisa devido à existência de um grande número de métodos com finalidades bem diversas entre si. Como descrito por Moita Neto e Moita (1998), *a priori* é imprescindível saber que conhecimento se pretende gerar, ou seja, o que se pretende afirmar a respeito dos dados.

A verificação do grau de relacionamento entre as amostras ou, o quanto estas são semelhantes de acordo com as variáveis selecionadas podem ser realizadas por meio de dois métodos principais: a Análise de Agrupamento (AA) e a Análise de Componentes Principais (ACP). Ainda existem métodos de análise multivariada que podem ser usados na etapa inicial

de uma pesquisa, na própria escolha das variáveis que descreverão o sistema (MOITA NETO; MOITA, 1998).

De acordo com Mingoti (2005) a análise de agrupamento (análise de conglomerados ou *cluster*) objetiva dividir os elementos de uma amostra em grupos nos quais ocorrem a junção dos semelhantes conforme as variáveis selecionadas propostas para análise. A análise de agrupamento consiste no tratamento matemático de cada amostra como um ponto no espaço multidimensional descrito pelas variáveis escolhidas. A análise de agrupamento é utilizada quando se deseja explorar as similaridades entre os indivíduos ou entre as variáveis, definindo-se grupos que consideram respectivamente, todas as variáveis observadas em cada indivíduo e, todos os indivíduos nos quais foram feitas as medidas (CHRISTOFOLETTI et al., 2005).

Outra técnica utilizada para classificação de elementos de uma amostra é a Análise Discriminante (AD), que difere dos métodos de análise de agrupamento. A análise discriminante pode ser utilizada em conjunto com outras técnicas multivariadas, como a análise de componentes principais e análise de agrupamento. Para a aplicação da análise discriminante, é necessário que a divisão dos elementos amostrais em grupos tenha sido feita previamente. A aplicação da análise discriminante com a análise de agrupamento avalia as taxas de classificações incorretas e pode validar ou não a partição final feita pela *a priori* pela análise de agrupamento (MINGOTI, 2005).

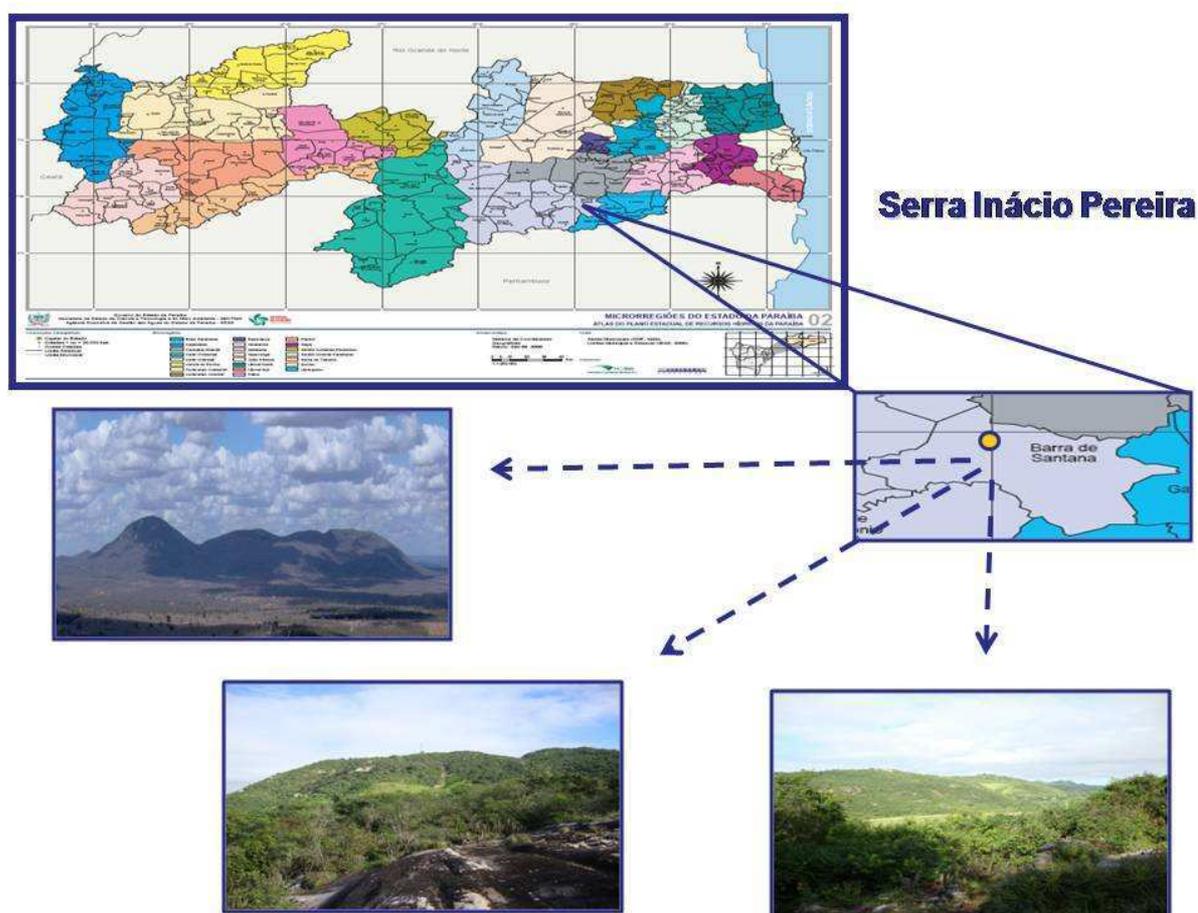
A Análise dos Componentes Principais (ACP) consiste no cálculo dos autovalores e correspondentes autovetores de uma matriz de variância e covariância, ou de uma matriz de coeficientes de correlação entre variáveis (CHRISTOFOLETTI et al., 2005). Seu objetivo principal é obter um pequeno número de combinações lineares (componentes principais) de um conjunto de variáveis, que retenham o máximo possível da informação nelas contida.

Segundo Christofolletti et al. (2005), as análises de componentes principais e de agrupamento são técnicas de análise multivariada com fundamentos teóricos distintos que podem ser aplicadas independentemente. Estas técnicas podem até ser complementares na informação sobre o conjunto de dados, dependendo do sistema analisado, pois ambas fornecem a visão mais global possível das amostras dentro do conjunto de dados, conforme as variáveis usadas (CAZAR, 2003).

### 3.0 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Área de estudo

O estudo foi desenvolvido na Serra Inácio Pereira (7° 31' 12" S e 35° 59' 59" W), uma área de Caatinga pertencente à Microrregião do Cariri Oriental da Paraíba (Figura 1), localizada no município de Barra de Santana (7° 31' 12" S e 35° 59' 59" W). A área pertence à Mesorregião da Borborema que apresenta, de acordo com a classificação de Koopen, tipo climático Bsh - semi-árido quente, caracterizando-se como a área mais seca do Estado e apresentando precipitações médias anuais de 500 mm, solos rasos e pedregosos, médias de temperatura e umidade de 24°C e 75% respectivamente (EMEPA, 2008).



**Figura 1:** Localização do município Barra de Santana e Área de estudo: Serra de Inácio Pereira. Adaptado de Mapa Microrregiões do Estado – PB. (<http://www.aesa.pb.gov.br/geoprocessamento/geoport/ mapas.html>)

A localidade selecionada para o estudo possui grande importância biológica para a região e, além disso, constitui-se em um remanescente de caatinga que passou por algum tipo de pressão antrópica, porém evidencia-se o seu avançado grau de conservação em relação as áreas de planície da região e outras áreas serranas do cariri do estado Paraibano.

A serra Inácio Pereira, segundo relato dos seus moradores é pouco explorada dado ao grau de dificuldade para a sua escalção e ao tamanho da mesma. Várias propriedades particulares foram visitadas durante o decurso da pesquisa demonstrando o fato de não tratar-se de um latifúndio, pelo contrário, as pessoas que lá habitam são simples e sobrevivem da agricultura de subsistência e pecuária.

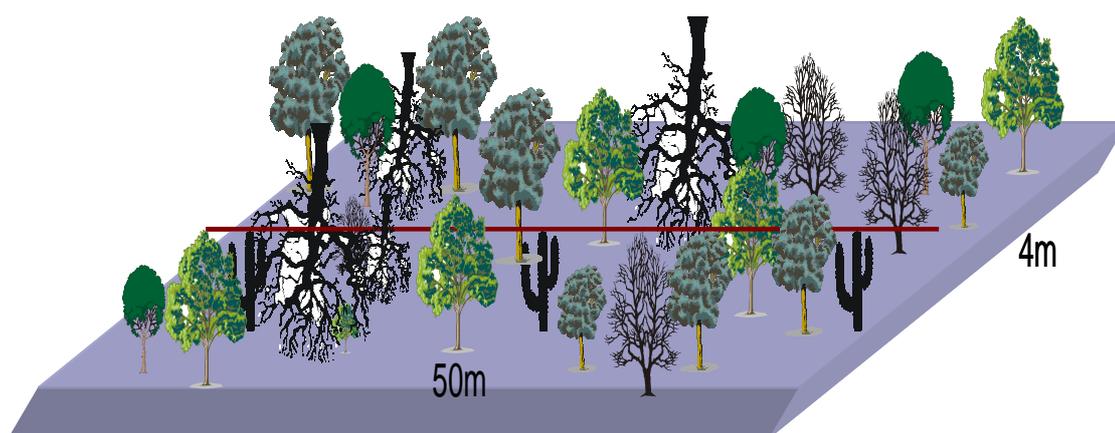
Há uma esporadicidade de “exploração” da serra, o período chuvoso corresponde à soltura dos animais (gado bovino e caprino) em algumas dessas propriedades para pastoreio das espécies herbáceas, devido a sazonalidade das mesmas. Cortes rasos ou superficiais não foram relatados, porém houve fala de que em alguns pontos havia extração de lenha ocasional e criminosa, ou seja, há o roubo de madeira principalmente quando ocorrem secas em anos sucessivos. Um fato que chama atenção é o desconhecimento que os moradores e proprietários têm a cerca das Serras serem Áreas de Preservação Permanente.

Importante ressaltar que esta área encontra-se inserida pelo PROBIO/2000 (VELOSO; SAMPAIO; PAREYN, 2002) na lista de áreas prioritárias para conservação e estudos adicionais, apresentando-se em nível altíssimo de degradação, restando apenas pequenas ilhas esparsas de vegetação nativa, onde foram verificados aspectos de xerofitismo, sendo as espécies vegetais adaptadas a longos períodos de estresse hídrico, resistindo em virtude das reservas de substâncias nutritivas e hídricas das raízes/caules e folhas decorrentes do seu metabolismo especializado.

### 3.2. Coleta de Dados

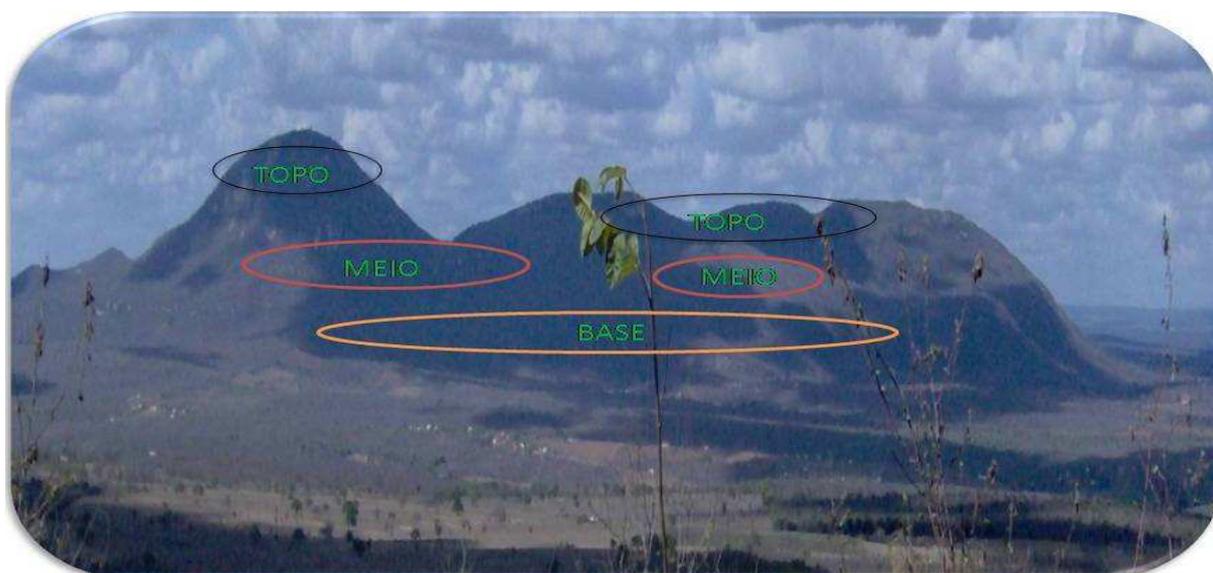
As excursões à campo e coletas de dados florísticos foram realizadas, semanalmente, no período de janeiro/fevereiro e maio/junho de 2009. A amostragem florística da vegetação foi realizada pelo método de parcelas (Figura 2) indicado por Braun-Blanquet (MARTINS, 1989). Foram plotadas 30 unidades amostrais de 50 x 4 m, distribuídas sistematicamente, em três gradientes de altitude: Gradiente I (base), Gradiente II (porção mediana) e Gradiente III (topo da serra) (Figura 3), sendo em cada gradiente plotadas 10 parcelas, no intuito de melhor representar a vegetação, bem como compor e analisar a influência do gradiente altitudinal para a distribuição e diversidade das espécies. A variação altitudinal entre o Gradiente I e o Gradiente III foi de 266m. O Gradiente I variou de 330 a 395m, o Gradiente II de 400 a 499m e o Gradiente III de 500 a 596m de altitude.

O Gradiente I foi representado pelo conjunto de parcelas: 1, 2, 3, 4, 10, 26, 27, 28, 29 e 30; O Gradiente II pelas parcelas: 5, 6, 7, 8, 9, 21, 22, 23, 24 e 25; E o Gradiente III pelo agrupamento das parcelas: 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 e 20.



**Figura 2.** Esquema representativo do método de parcelas.

Foram utilizados como critérios de inclusão o diâmetro do caule ao nível do solo  $\geq 3\text{cm}$  e altura  $\geq 1\text{m}$ , por caracterizarem plantas em estágio adulto para vegetação de caatinga (RODAL, 1992; AMORIM; SAMPAIO; ARAÚJO, 2005). Para as medidas de DNS, foram utilizados paquímetros e fita métrica com leitura direta para diâmetro e perímetro, enquanto as estimativas das alturas dos indivíduos amostrados foram feitas varas graduadas de 2 e 3 metros. Foram coletados ramos férteis de todas as árvores que disponibilizaram este recurso. O material botânico coletado foi utilizado para identificação taxonômica e posteriormente enviado ao Herbário Lauro Pires Xavier, onde foi depositado. As espécies foram classificadas em famílias de acordo com o sistema do Angiosperm Phylogeny Group II (SOUZA; LORENZI, 2005).



**Figura 3.** Esquema representativo da distribuição sistemática das parcelas na área de estudo.

### 3.3. Análise dos Dados

A indicação de que a composição florística foi adequadamente amostrada para a área em estudo foi feita a partir da análise da suficiência amostral das duas áreas através da projeção da curva do coletor (PIELOU, 1975).

#### 3.3.1. Parâmetros Fitossociológicos

A caracterização da estrutura arbóreo-arbustiva foi realizada a partir do cálculo dos parâmetros fitossociológicos (Tabela 1): frequência, densidade, dominância, valor de importância, valor de cobertura e a distribuição espacial das espécies, sendo utilizado os softwares Mata Nativa 2 (CIENITEC, 2002) e FITOPAC1/UNICAMP (SHEPHERD, 1995). Foram calculados ainda os Índices de diversidade de Shannon - Wiener ( $H'$ ) e de equabilidade de Jaccard ( $J$ ) segundo Brower e Zar (1984). Além destes parâmetros, foram calculados também os índices de riquezas de táxons (RT), para espécies (RE) e famílias (RF), através da fórmula de Whittaker (1975). A similaridade entre os gradientes altitudinais foi feita a partir do índice de Sørensen ( $S$ ), cuja fórmula foi apresentada por Muller-Dumbois e Ellenberg (1974).

**Tabela 1:** Detalhamento dos Parâmetros Fitossociológicos

Parâmetros	Fórmulas	Convenções
Densidade Absoluta ( $DA$ )	$DA = n_i \times 1ha/A$	$DA$ = densidade absoluta $n_i$ = número total de indivíduos amostrados de cada espécie $A$ = área amostrada, em hectare;
Densidade Relativa ( $DR$ )	$DR = \frac{DA_i}{\sum DA} \times 100$	$DR_i$ = densidade relativa (%); $DA$ = densidade absoluta $n_i$ = número total de indivíduos amostrados de cada espécie $\sum DA$ = soma de todas as densidades absolutas.
Frequência absoluta ( $FA$ )	$FA = \frac{Nu}{NUT} \times 100$	$FA$ = frequência absoluta; $NU$ = número de unidades amostrais com presença da espécie; $NUT$ = número total de unidades amostrais;
Frequência Relativa ( $FR$ )	$FR = \frac{FA}{\sum FA} \times 100$	$FR$ = frequência relativa; $FA$ = frequência absoluta; $\sum FA$ = soma de todas as frequências absolutas.
Dominância Absoluta ( $DoA$ )	$DoA = \frac{\sum g}{ha}$	$DoA$ = dominância absoluta em $m^2/ha$ ; $g$ = área seccional de cada espécie, encontrada pela expressão: $g = CAP^2/4\pi$ ou $g = \pi DAP^2/4$ ; $CAP$ = circunferência a 1,30 m do solo; $DAP$ = diâmetro a 1,30 m do solo; $\pi$ = constante trigonométrica $\pi = 3,1416$ ; $ha$ = hectare;

*Continuação Tabela 1:*

<b>Parâmetros</b>	<b>Fórmulas</b>	<b>Convenções</b>
<b>Dominância Relativa (DoR)</b>	$DoR = \frac{DoA}{\Sigma DoA} \times 100$	DoR = dominância relativa (%). DoA= dominância absoluta em m <sup>2</sup> /ha;
<b>Área basal (AB)</b>	$AB = \pi \cdot D^2/4$	AB = Área basal; D = Diâmetro de cada indivíduo; $\pi$ = constante trigonométrica $\pi = 3,1416$ .
<b>Valor de Importância (VI)</b>	$VI = DR + DoR + FR$	VI = valor de importância; DR = densidade relativa; DoR = dominância relativa; FR = frequência relativa.
<b>Valor de cobertura (VC)</b>	$VC = DR + DoR$	VC = valor de cobertura; DR = densidade relativa; DoR = dominância relativa.

**3.3.2. Análise Multivariada (ou Estatística)**

O tratamento estatístico dos dados de medidas estruturais das unidades amostrais foi realizado e fundamentado nas técnicas multivariadas: Análise de Componentes Principais (ACP) e Classificação Hierárquica Ascendente, para elucidação do desenvolvimento da comunidade; e pela Análise de Agrupamentos e Análise Discriminante para proposição dos Grupos Ecológicos. As análises estatísticas foram efetuadas pelo software Statistica versão 7.

**3.3.2.1. Fases do Desenvolvimento da Comunidade****3.3.2.1.1. Análise de Componentes Principais (ACP)**

A ACP apresenta como objetivo central a transformação de uma matriz X de p variáveis, que podem estar correlacionadas em uma matriz Y de p variáveis hipotéticas não-correlacionadas, que decrescem em variância da primeira para a última (MINGOTI, 2005).

Para minimizar os efeitos das diferentes escalas de mensuração entre as variáveis analisadas, conforme evidenciam Cruz e Regazzi (1997), os dados originais foram padronizados utilizando-se a média  $X_{ij}$  da j-ésima variável ( $j = 1, 2, \dots, 11$ ) avaliada na i-ésima espécie ( $i = 1, 2, \dots, 107$ ), gerando média zero e variância unitária.

Uma vez determinados os componentes principais foram estimados os respectivos escores associados a cada espécie estudada. Segundo Maxwell (1977) apud Santos et al. (2004), quando as variáveis observadas são inter-relacionadas é característico que os cinco primeiros componentes expliquem grande parte da variância sem que exista o prejuízo de informação. Ainda segundo esse autor, as variáveis observadas podem ser substituídas por um

menor conjunto de variáveis, o que é importante como procedimento prévio de outras análises, por exemplo, no caso de técnicas de agrupamento.

O tipo de ACP que foi utilizado consiste na decomposição fatorial da variância da matriz de correlações entre as variáveis ativas, para neutralizar o efeito das unidades de medida.

### **3.3.2.1.2. Classificação Hierárquica Ascendente**

A técnica de agrupamento das espécies vegetais utilizada para se determinar as fases de desenvolvimento da comunidade foi a Classificação Hierárquica Ascendente ou Aglomerativa, que tem como objetos iniciais as unidades amostrais, as parcelas, obtendo-se, primariamente, tantos grupos quantos forem os objetos. Os objetos mais semelhantes são agrupados, sendo estes grupos iniciais fundidos de acordo com suas similaridades. Ao longo deste processo, as semelhanças tendem a diminuir, proporcionando a união de todos os subgrupos. Os resultados foram demonstrados na forma de diagrama bidimensional, ou dendograma.

O algoritmo de agregação utilizado foi o método fundamentado no crescimento mínimo do momento de ordem 2 conforme empregado por Fonseca, R. e Fonseca, I. (2004). Neste método, substituindo a reunião de classes que apresentam maior semelhança, a agregação é feita de tal maneira que a classe resultante apresenta dispersão mínima com relação a todas as classes que possam ser formadas em uma etapa do seu algoritmo. Substituindo o cálculo da distância entre as classes, o algoritmo calcula a dispersão de cada nova classe eventualmente constituída de duas classes originais. A aplicação deste método é realizada mediante que a distância entre os objetos. Foi utilizada como medida de dissimilaridade a distância de Bray Curtis.

### **3.3.2.2. Grupos Ecológicos**

Os grupos ecológicos de espécies foram discriminados em duas análises, sendo a primeira realizada seguindo a classificação de Gandolfi, Leitão Filho e Bezerra (1995) para florestas mesófilas semidecidual, com adaptações a vegetação de caatinga, com base nas observações em campo. Foram considerados três grupos distintos: Pioneiras (P), Secundárias Iniciais (SI) e Secundárias Tardias (ST), sendo os grupos relacionados às três categorias de sucessão: fase inicial, média e avançada de sucessão.

- Pioneiras (PI) – espécies que se desenvolvem em locais abertos, sendo dependentes de condições de luminosidade maiores, ocorrendo em maior frequência e densidade em ambientes antropizados.
- Secundárias Iniciais (SI) – espécies que se desenvolvem em condições de algum sombreamento, ocorrendo geralmente em conjunto com as espécies pioneiras.
- Secundárias Tardias (ST) – espécies que se desenvolvem em maiores condições de sombreamento, sendo geralmente encontradas em áreas mais conservadas onde as condições ambientais melhor propiciam seu desenvolvimento.

A segunda classificação foi realizada seguindo as técnicas multivariadas para distinção de grupos ecológicos de espécies florestais, através das Análises de Agrupamento e Discriminante descritas a seguir, no intuito de comparar e inferir sobre o melhor método aplicável para vegetação de caatinga.

Semelhante a análise descrita no item 3.3.2.1.1, para divisão dos grupos ecológicos, a análise de componentes principais foi aplicada visando à possibilidade de reduzir o conjunto original de variáveis. As propriedades que foram avaliadas encontram-se na Tabela 2.

**Tabela 2.** Relação de variáveis utilizadas na distinção de grupos ecológicos de espécies vegetais.

<b>Código</b>	<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>
Al	Altura média	m
D	Diâmetro médio	cm
NI	Número de Indivíduos	-
Do	Dominância Absoluta	m <sup>2</sup> /ha
Da	Densidade Absoluta	Número de árvores
Fa	Frequência Absoluta	%
VI	Valor de Importância	-
VC	Valor de Cobertura	-
Ab	Área basal	m <sup>2</sup> /ha
V	Volume	m <sup>3</sup> /ha

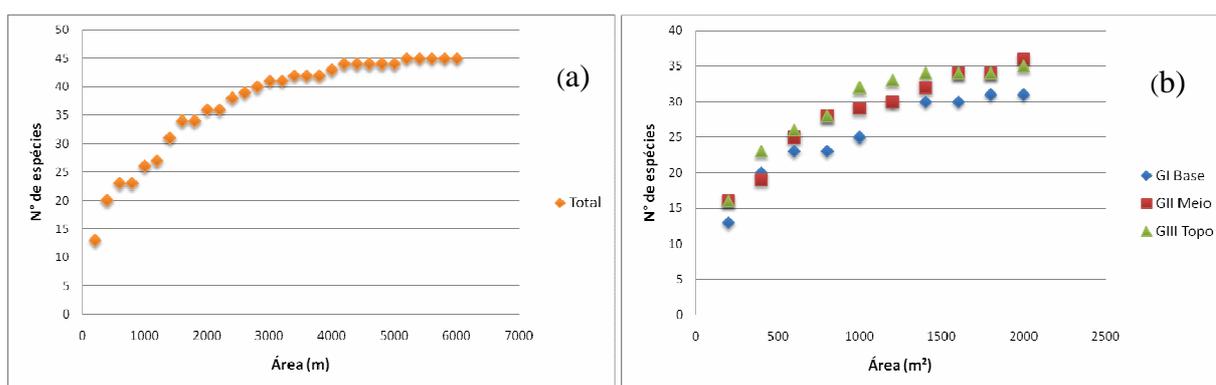
### 3.3.2.2.1. Análise de Agrupamento

A análise de agrupamento foi aplicada com base nos escores primeiros componentes principais de cada espécie, que expliquem ao mínimo 80% das variações. Para delimitação dos grupos, foi utilizado o método de Ward, conforme descrito por Souza et al. (1997).

## 4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Suficiência amostral

Em estudos florísticos e fitossociológicos para avaliar se a amostra utilizada contém uma representação adequada da comunidade vegetal, ou seja, se a composição florística e a densidade de árvores por espécies estão adequadamente amostradas, utiliza-se a suficiência amostral (SCHILLING; BATISTA, 2008). A representatividade de espécies numa unidade amostral pode ser avaliada pela curva do coletor (PIELOU, 1975). A curva do coletor consiste numa técnica que relaciona espécie-área, sendo considerada de grande importância na caracterização de comunidades vegetais. A Figura 4 apresenta as curvas de acumulação das espécies por área, curva do coletor, tanto para área total (Fig. 4a) quanto para cada gradiente altitudinal (Fig. 4b).



**Figura 4.** Curvas de acumulação de espécies: (a) Área Total; (b) Por Gradiente Altitudinal (base, meio e topo).

A curva demonstrativa da suficiência amostral comumente apresenta um elevado crescimento do número de espécies por área no início das unidades amostrais sendo subsequente estabilizada, formando um platô, do qual, mesmo com o aumento da área amostral, não ocorrerá inclusão de novas espécies, admitindo desta forma que a amostra foi suficiente para representar a fitodiversidade da área total.

De acordo com a Fig. 4a, a curva de acumulação de espécies demonstra que a amostra foi suficiente para representar a composição florística presente na área total, devido a ocorrência de uma ascendência do número de espécies por área nas primeiras unidades amostrais e posteriormente a estabilização e formação de um platô, ainda com o aumento na área amostral, o acréscimo de novas espécies foi baixo. Já a Fig. 4b, evidencia que, em relação aos gradientes altitudinais a curva de acumulação de espécies se comportou de formas diferenciadas.

Para o Gradiente I (base), a curva do coletor se comportou de maneira a demonstrar suficiência amostral, conforme apresentado para área total. Já para os Gradientes II e III, meio e topo respectivamente, as curvas de acumulação de espécies não tenderam a estabilização e formação de um platô, surgindo novas espécies até mesmo nas últimas unidades amostrais.

Para os Gradientes II e III, pode-se inferir que abriguem uma maior quantidade de espécies quando comparados ao Gradiente I, demonstrando desta forma uma maior heterogeneidade da cobertura vegetal e maior diversidade em relação ao Gradiente I, podendo-se caracterizar também áreas de transição; além de uma insuficiência amostral, o que indica a necessidade de uma amostra maior para conceber melhor os referidos gradientes. Além dessas hipóteses, outra, bem provável é o fato de que nesse tipo de vegetação as espécies de distribuição comumente raras sempre surgirão, o que evidenciaria não uma insuficiência amostral e sim a confirmação de que esse fenômeno ocorre em comunidades vegetais de Caatinga mais conservada. Assim as espécies raras em vegetação aberta não permitem a formação de platôs nas curvas do coletor.

#### 4.2. Florística e Diversidade

A composição florística catalogada na Serra Inácio Pereira apresentou 2263 indivíduos distribuídos em 44 espécies, 37 gêneros e 19 famílias, ocorrendo ainda uma espécie indeterminada (Tabela 3). Entre os gradientes altitudinais a diferença entre os parâmetros acima citados foram bastante tênues. Para o Gradiente I (GI - base) foram descritos 847 indivíduos, representantes de 15 famílias e 31 espécies; o Gradiente II (GII - meio), 746 indivíduos, 14 famílias e 36 espécies; e o Gradiente III (GIII - topo), apresentou 670 indivíduos, 18 famílias e 35 espécies.

**Tabela 3:** Lista das espécies arbóreo-arbustivas e respectivas famílias amostradas na Serra Inácio Pereira, localizada no Município de Barra de Santana, Cariri paraibano.

Família	Espécies	Nº Ind. Total	G I (Base)	G II (Meio)	G III (Topo)
Anacardiaceae	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allem.	119	X	X	X
	<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	20	X	X	X
	<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	19	X	X	X
Apocynaceae	<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	74	X	X	X
Bignoniaceae	<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC) Standl.	6	X		X

Continuação Tabela 3:

Família	Espécies	Nº Ind. Total	G I (Base)	G II (Meio)	G III (Topo)
Boraginaceae	<i>Cordia salzmanni</i> DC.	8		X	
	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. Ex Steud.	1		X	
	<i>Cordia</i> sp.	3	X		X
Bursereaceae	<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) Gillet	43	X	X	X
Cactaceae	<i>Cereus jamacaru</i> DC.	7	X	X	X
	<i>Pilosocereus pachycladus</i> F.Ritter	20	X	X	X
	<i>Pilosocereus gounellei</i> (F.A.C. Weber) Byles & Rowley	1		X	
	<i>Opuntia palmadora</i> Britton & Rose	128	X	X	X
Capparaceae	<i>Capparis flexuosa</i> L.	23	X	X	X
	<i>Capparis jacobinae</i> Moric. ex Eich.	8		X	X
Celastraceae	<i>Maytenus rigida</i> Mart..	4		X	X
Combretaceae	<i>Combretum leprosum</i> Mart..	5	X	X	X
	<i>Thiloa glaucocarpa</i> (Mart.) Eichl.	12		X	
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus urens</i> (L.) Arthur	2	X		
	<i>Croton jacobinensis</i> Baill.	3		X	X
	<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	929	X	X	X
	<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	49	X	X	X
	<i>Manihot glaziovii</i> Muell. Arg.	105	X	X	X
	<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax	100	X	X	X
Fabaceae	<i>Amburana cearensis</i> (Allem.) A. C. Smith	3	X	X	
	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	25	X	X	X
	<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	169	X	X	X
	<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. et Tul.	2	X	X	
	<i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tul.	85	X	X	
	<i>Erythrina velutina</i> Willd.	6	X	X	X
	<i>Mimosa ophtalmocentra</i> (Mart. Ex. Benth)	73	X	X	X
	<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	62	X	X	X
	<i>Senna spectabilis</i> (DC) Irwin & Barneby	6	X	X	X
	Indeterminada I	16		X	X
Malvaceae	<i>Ceiba glaziovii</i> (Kuntze) K. Schum.	4		X	X
	<i>Pseudobombax marginatum</i> (A.St.-Hil.,Juss & Cambess.) A. Robyns	11		X	X
Nyctaginaceae	<i>Pisonia</i> sp.	13	X	X	X

Continuação Tabela 3:

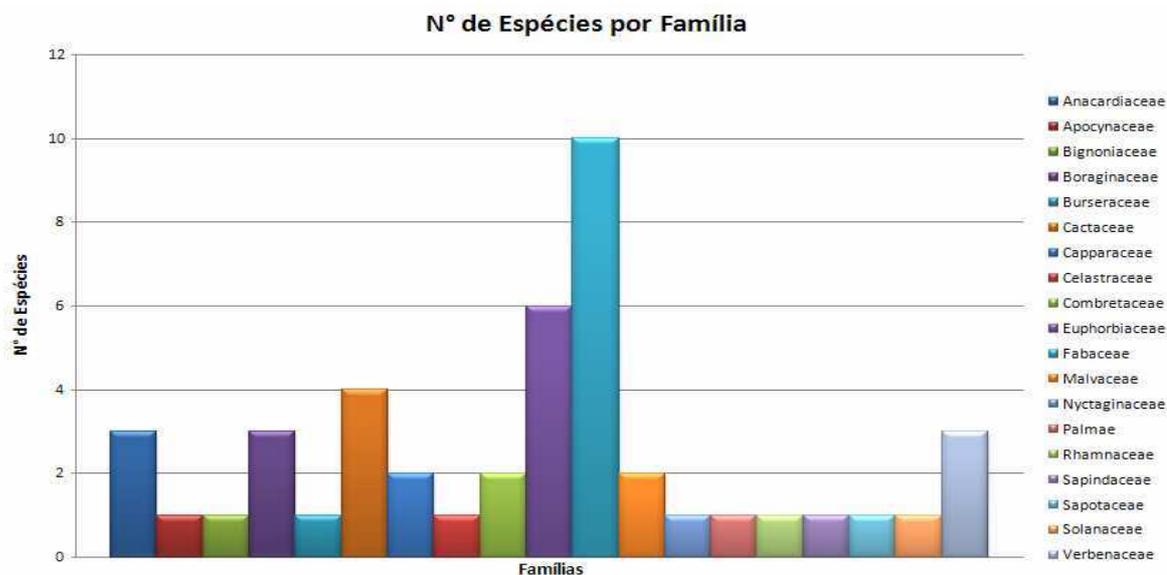
Família	Espécies	Nº Ind. Total	G I (Base)	G II (Meio)	G III (Topo)
Palmae (Arecaceae)	<i>Syagrus cearenses</i> Noblick.	2			X
Rhamnaceae	<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	5	X		
Sapindaceae	<i>Allophylus</i> sp.	65	X	X	X
Sapotaceae	<i>Bumelia sartorium</i> Mart.	4	X		X
Solanaceae	<i>Solanum rhytidoandrum</i> Sendtn.	1			X
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	2			X
	<i>Lantana</i> sp.	18		X	X
	<i>Lippia gracilis</i> Schauer	2	X		

As famílias que apresentaram maior riqueza em espécies foram Fabaceae (10), Euphorbiaceae (6), Cactaceae (4), Anacardiaceae (3), Boraginaceae (3) e Verbenaceae (3), totalizando mais de 60% das espécies inventariadas (Fig. 5). As famílias Euphorbiaceae, Fabaceae, Anacardiaceae e Cactaceae foram as que detiveram os maiores números de indivíduos, cerca de 85% de todos os indivíduos registrados (Tab. 3). Apenas as famílias Fabaceae e Euphorbiaceae estiveram presentes em todas as unidades amostrais (parcelas), demonstrando grande importância para a área estudada. Nos Gradientes I, II e III as famílias mais conspícuas quanto ao número de espécies e indivíduos seguem o mesmo padrão apresentado para área total da serra, sendo estas Euphorbiaceae, Fabaceae, Cactacea e Anacardiaceae.

Outros estudos sobre a vegetação de Caatinga, como os realizados por Araújo, Sampaio e Rodal (1995), Lemos e Rodal (2002), Rodal e Nascimento (2002), Pereira et al. (2003), Andrade et al. (2005), Gomes, Rodal e Melo (2006), Queiroz et al. (2006), Andrade et al. (2007), Barbosa et al. (2007) e Costa et al. (2009), também evidenciaram que estas famílias botânicas são peculiares e as mais representativas tanto em números de espécies quanto de indivíduos nas formações de Caatinga. Queiroz (2006), ainda ressalta que entre as famílias com maior riqueza de espécies, Fabaceae apresenta importância preponderante. As demais famílias botânicas descritas apresentaram apenas uma ou duas espécies e (Fig. 5), na maioria das vezes, com o número de indivíduos relativamente baixo (Tab. 3).

A baixa concentração de espécies por famílias e gêneros também constitui uma das características marcantes nas composições florísticas da Caatinga. Assim como neste estudo

(Tab.3 e Fig. 5), Cestaro e Soares (2004), Rocha, Queiroz e Pirani (2004), Lacerda et al. (2005), Amorim, Sampaio e Araújo (2005), Santana e Souto (2006), Gomes, Rodal e Melo (2006) e Trovão et al. (2007), igualmente evidenciaram que parte significativa das famílias apresentaram um número de espécies reduzidos bem como de gêneros.



**Figura 5.** Representação gráfica do número de espécies por família catalogadas na Serra Inácio Pereira, Barra de Santana, PB.

As espécies que apresentaram as populações mais expressivas para a área total foram *Croton blanchetianus*, *Bauhinia cheilantha*, *Opuntia palmadora*, *Myracrodruon urundeuva*, *Manihot glaziovii*, *Sapium glandulatum*, *Caesalpinia pyramidalis*, *Aspidosperma pyriformium* e *Mimosa ophthalmocentra*, sendo dentre estas espécies o *C. blanchetianus* responsável por mais de 40% de todos os indivíduos registrados (Tab. 3). *C. pyramidalis*, *C. blanchetianus*, *O. palmadora* e *A. pyriformium* são espécies típicas de ambientes perturbados. Comumente ambientes que estão passando por processo de regeneração natural apresentam populações extensas dessas espécies, que se apresentam como pioneiras por conseguirem se desenvolver rapidamente nestes ambientes com condições adversas. Já *B. cheilantha*, *M. glaziovii*, *S. glandulatum*, *M. ophthalmocentra* e *M. urundeuva* são espécies mais exigentes, consideradas espécies secundárias iniciais e tardias, que não conseguem se estabelecer em ambientes com alto grau de perturbação.

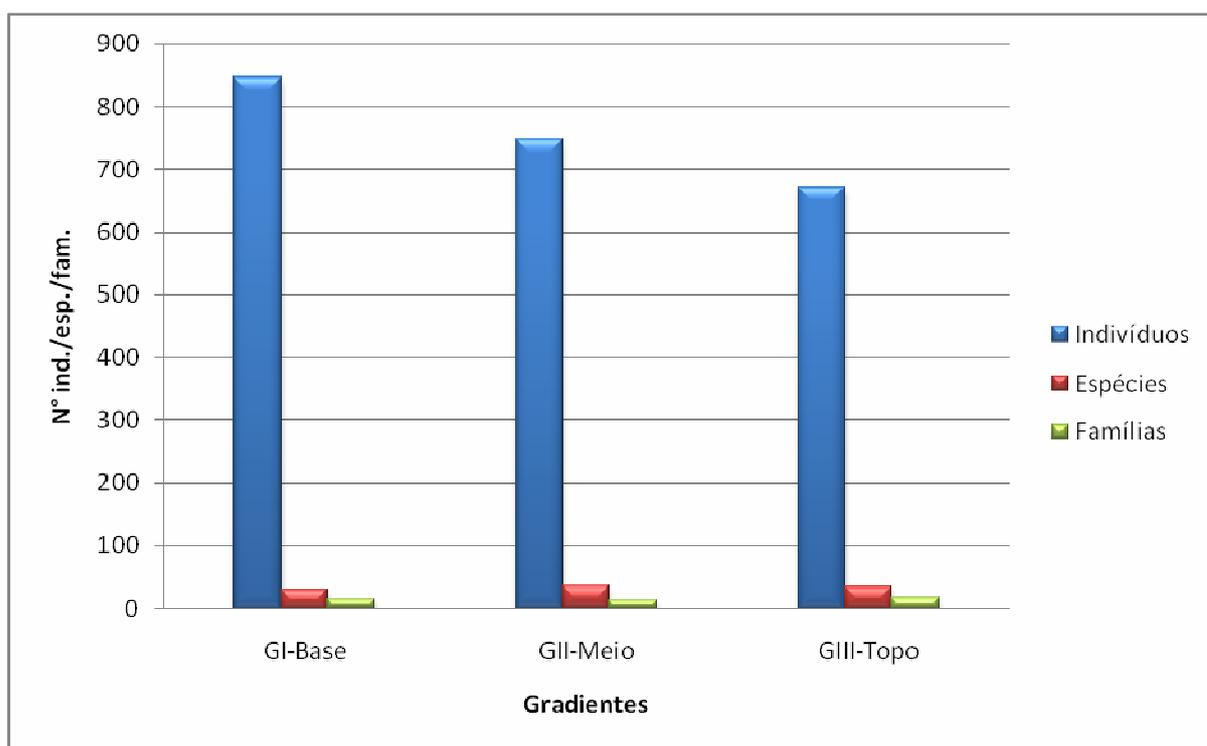
Segundo Sampaio (1996), grande parte dos trabalhos realizados em áreas de caatinga destacam *C. blanchetianus*, *C. pyramidalis* e *A. pyriformium* como as espécies com maiores populações. Corroborando esta afirmação Drummond et al. (2002), Pereira et al. (2003),

Alcoforado-Filho, Sampaio e Rodal (2003), Queiroz et al. (2006) dentre outros, demonstraram em seus trabalhos a abundância desses táxons.

Com relação aos gradientes altitudinais, as espécies que mais se destacaram quanto ao tamanho da população foram: *C. blanchetianus*, *C. pyramidalis*, *A. pyrifolium* e *B. cheilantha*, para o Gradiente I; *C. blanchetianus*, *B. cheilantha*, *M. urundeuva*, *Piptadenia stipulacea*, *M. glaziovii* e *O. palmadora*, para o Gradiente II; e *C. blanchetianus*, *S. glandulatum*, *B. cheilantha*, *M. urundeuva*, *Allophylus* sp. e *O. palmadora* para o Gradiente III (Tab. 2).

A diferença em relação ao tamanho das populações foram discretas entre os Gradientes I, II e III que apresentaram a maioria das espécies semelhantes, entretanto o Gradiente I apresentou uma menor quantidade de espécies que dominaram o ambiente, sendo todas estas espécies de estágios iniciais de sucessão. Os Gradientes II e III apresentaram uma maior riqueza de espécies com populações equacionadas, demonstrando uma maior heterogeneidade em relação ao Gradiente I.

Em termos quantitativos os gradientes de altitude apresentaram diferenças sutis em relação à riqueza de famílias e espécies. Das 19 famílias botânicas descritas no total da área, 12 foram comuns aos três gradientes analisados. Entre as 45 espécies registradas, 21 espécies estiveram presentes nos três gradientes altitudinais. A variação do número de espécies entre a base e topo da serra foi de apenas de cinco (Fig. 6).



**Figura 6.** Representação gráfica do número de espécies em relação aos gradientes de altitude catalogadas na Serra Inácio Pereira, Barra de Santana, PB.

Em análise a Fig. 6, observa-se que o número de indivíduos diminuiu em relação aos gradientes de altitude da base (GI) em direção ao topo (GIII), em contraposição com a riqueza de espécies e famílias, que foram ascendentes. Esta disposição pode ser compreendida em termos de estágio de desenvolvimento da comunidade em relação aos gradientes. Segundo Odum e Barrett (2007), as comunidades em estágios iniciais de desenvolvimento apresentam baixa riqueza de espécies e alta dominância, já comunidades vegetais mais desenvolvidas, ou em um estágio sucessional avançado, apresentam uma maior riqueza de espécies e uma equabilidade entre o número de indivíduos/espécie.

Um conjunto de 22 espécies, cerca de 48%, apresentou menos de 10 indivíduos amostrados. Dentre estas, três espécies apresentaram apenas um indivíduo cada (Tab. 3). Importante ressaltar que estas 22 espécies sumarizaram apenas 86 indivíduos, ou seja, menos de 4% do total de indivíduos catalogados, evidenciando que estas são espécies pouco abundantes na área analisada. No entanto, espécies de estágios sucessionais mais avançados, como *Caesalpinia ferrea*, *Amburana cearensis* e *Ceiba glaziovii*, apresentam-se no ambiente em número reduzido de indivíduos, sendo esta uma característica deste grupo de espécies. Estas espécies demandam condições e recursos diferenciados das espécies pioneiras e iniciais.

Conforme Wilsey et al. (2005) a maneira mais simples e direta de medir a diversidade é usando a riqueza de espécies, que consiste basicamente no número de espécies que temos numa determinada comunidade. A riqueza de espécies geralmente é padronizada por meio de um índice de riqueza (MAGURRAN, 2004). Os índices de riqueza consistem, essencialmente, na divisão do número de táxons observados numa amostra pelo número de indivíduos.

O Índice de riqueza taxonômica para espécies (RE) encontrado para área total foi de 5,82 (Tabela 4). Em trabalhos realizados em áreas de vegetação caducifólia espinhosa o valor de RE apresentou variação de 0,8 a 5,5 (SAMPAIO, 1996). O valor encontrado neste estudo apresentou-se superior, podendo demonstrar dessa forma, que se trata de uma área mais conservada, ou ainda que as condições impostas por um ambiente serrano proporcionem uma maior riqueza de espécies em comparação às demais áreas planas. O Índice de riqueza para famílias (RF) foi de 2,45 para área total (Tab. 4). Este valor se assemelha aos encontrados por Trovão (2004), Souza (2007) e Carvalho (2007), também em estudos desenvolvidos em áreas serranas do Cariri paraibano. Com relação aos gradientes de altitude, o Gradiente III apresentou o maior RF em relação aos demais, já o Gradiente II deteve o maior RE.

**Tabela 4:** Valores dos Índices de Shannon-Wiener (H'), Equabilidade (J), Riqueza de Espécies (RE) e Riqueza de Famílias (RF) para área total, Serra Inácio Pereira, e os Gradientes Altitudinais, GI (base), GII (meio) e GIII (topo)

Índices	Serra Inácio Pereira (Total)	GI	GII	GIII
<b>RE**</b>	5,82	4,59	5,44	5,37
<b>RF**</b>	2,45	2,22	2,11	2,76
<b>J</b>	0,649	-	-	-
<b>H'*</b>	2,47	1,88	2,55	2,64

Unidades: (\*) nats . esp<sup>-1</sup>; (\*\*) nats . Ind.<sup>-1</sup>

Para se determinar a diversidade florística de uma área deve-se levar em consideração o componente riqueza ou variedade de espécies por unidade de espaço e a abundância relativa ou repartição do número de indivíduos por espécie (GUREVITCH; SCHEINER; FOX, 2009). Os Índices de Shannon-Wiener e Simpson que levam em consideração a repartição de espécies são bastante utilizados em estudos florísticos. O Índice de Shannon-Wiener é também moderadamente independente do tamanho da amostra, o que facilita o comparativo de diversidade entre áreas.

De acordo com os dados listados na Tabela 4 o Índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') foi de 2,47 para a área total da serra. Esse valor é semelhante aos valores encontrados em outros trabalhos realizados em vegetação de caatinga que variam de 1,50 a 3,10 (ARAÚJO; SAMPAIO; RODAL, 1995; RODAL et al., 1998; PEREIRA et al., 2002; ALCOFORADO FILHO et al., 2003; ANDRADE et al., 2005; SANTANA; SOUTO, 2006). Comumente os Índices de Diversidade para a Caatinga são inferiores quando comparados com outros tipos de formações vegetacionais devido as condições bioclimáticas da região do Semi-árido.

Para os gradientes altitudinais o comportamento da diversidade deu-se de maneira ascendente do GI para o GIII (Tab. 4). Sobre este aspecto Fleishman, Austin e Weiss (1998) elucidaram que os ambientes montanhosos são caracterizados por fortes gradientes altitudinais, os quais podem restringir a distribuição espaço-temporal das espécies que caracterizam determinado bioma. Em ecologia, a regra mais utilizada para explicar as variações em diversidade ocorridas em gradientes altitudinais é a Regra Rapoport de elevação altitudinal que afirma existir uma diminuição do número de espécies com o aumento da altitude (STEVENS, 1989).

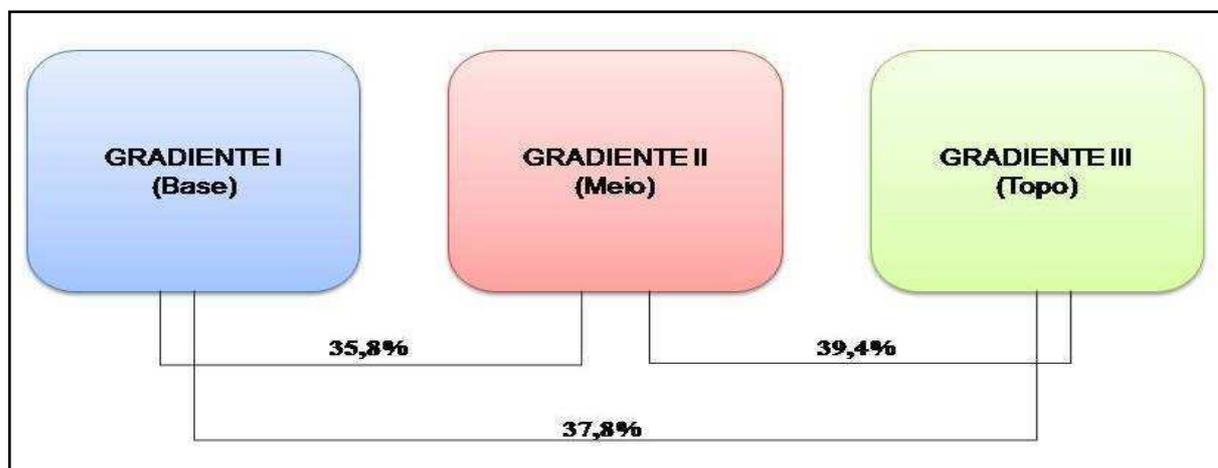
Embora o efeito negativo da altitude sobre a diversidade seja documentado para as regiões temperadas e tropicais (LAWTON; MACGARVIN; HEADS, 1987; MC-COY, 1990; STEVENS, 1992; BROWN; STEVENS; KAUFMAN, 1996; LOMOLINO, 2001; SANDERS, 2002), diversos autores contrapõem esta teoria, e especulam duas linhas de

pensamento: (i) um grupo que defende uma relação linear na diminuição da riqueza das espécies com a elevação altitudinal (LAWTON; MACGARVIN; HEADS, 1987; WOLDA, 1987; STEVENS, 1992) e; (ii) outro que defende um padrão em forma de domo, onde o pico da riqueza de espécies ocorre em uma elevação intermediária (MC-COY, 1990; FLEISHMAN; AUSTIN; WEISS, 1998; LOMOLINO, 2001; SANDERS, 2002).

Para este estudo a diversidade em relação aos gradientes altitudinais comportou-se sempre de forma ascendente. Esta conformação pode ser compreendida devido a Serra Inácio Pereira apresentar gradientes altitudinais menos elevados e variados (100 a 300m) quando comparados com as grandes montanhas as quais se referem os trabalhos acima citados, que variaram em até 1000m de altitude. Desta forma pode-se conjecturar que as diversidades dos Gradientes II e III se assemelham bastante por apresentarem uma pequena variação altitudinal entre estes gradientes, podendo-se até constituírem um único gradiente. No entanto, a diversidade apresentada para o Gradiente I demonstra o efeito das diferenças altitudinais na composição e diversidade florística do ambiente serrano, que pode ser influenciado também pelo efeito de borda.

### 4.3. Similaridade Florística

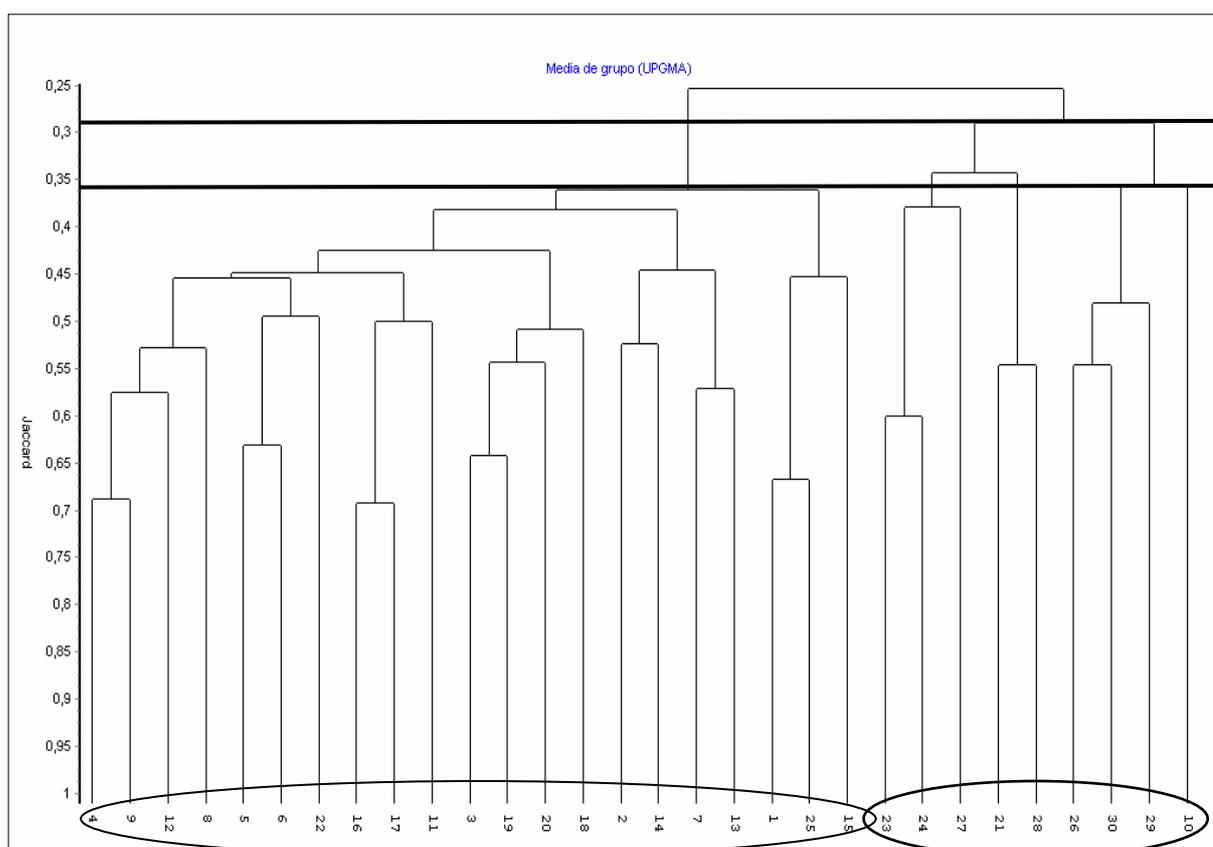
Avaliar as analogias vegetais em um determinado ambiente ou entre ambientes diferentes é uma ferramenta importante em estudos florísticos que visem ressaltar a classificação de uma comunidade vegetal. Neste estudo a similaridade florística foi feita a partir do cálculo do Índice de Sørensen (MULLER-DOMBOIS & ELLENBERG, 1974), no intuito de observar as similaridades ou dissimilaridades entre os gradientes altitudinais, G I, G II e G III (Figura 7).



**Figura 7:** Representação gráfica da similaridade florística entre os gradientes altitudinais através do Índice de Sørensen.

Mueller - Dombois & Ellenberg (1974) consideram que duas ou mais áreas são similares em termos de composição florística quando apresentam pelo menos 25% de espécies comuns. Com base na figura 7, verifica-se que a similaridade florística entre os três gradientes foi superior a 30%, podendo ser considerada muito baixa por se tratar de um único tipo de vegetação analisada em apenas uma área. Esta análise permitiu confirmar a diferença significativa que os gradientes altitudinais podem proporcionar à composição florística da comunidade vegetal analisada.

A análise de agrupamento baseada no Índice de Jaccard entre as 30 unidades amostrais (parcelas) teve uma ampla variação, oscilando entre 0,7 e 0,25, como exibidas na Figura 8. Entretanto, através desta análise, foi possível diferenciar dois grupos: o primeiro formado pela junção das parcelas 4, 9, 12, 8, 5, 6, 22, 16, 17, 11, 3, 19, 20, 18, 2, 14, 7, 13, 1, 25 e 15, e o segundo pelas parcelas 24, 24, 27, 21, 28, 30, 29, 10. A maioria das parcelas que compõem o primeiro grupo pertence aos Gradientes II e III; já no segundo grupo as parcelas predominantes pertencem ao Gradiente I.



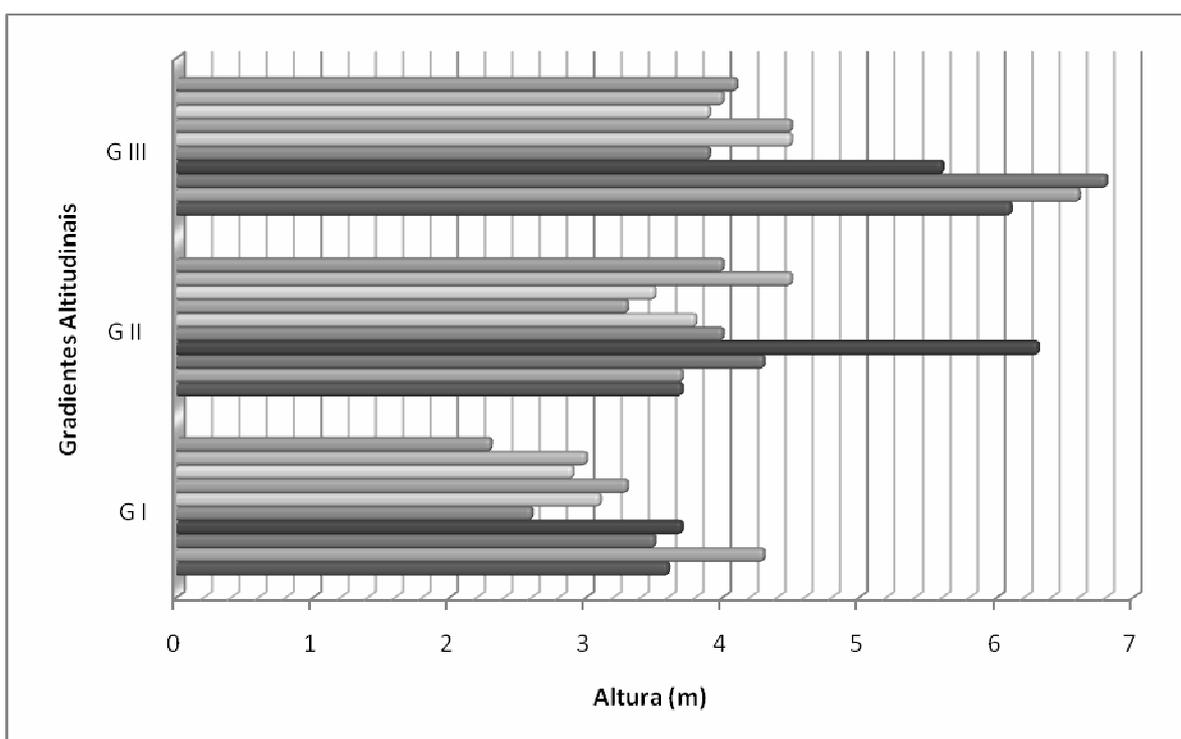
**Figura 8:** Similaridade Florística pelo Índice de Jaccard entre as parcelas na Serra Inácio Pereira.

#### 4.4. Estrutura da comunidade

A estrutura da vegetação de caatinga difere de formações florestais por apresentar, de maneira geral, árvores com baixa estatura. Esta característica dessa vegetação consiste em uma das várias adaptações das plantas aos habitats semi-áridos. Prado (2003) caracterizou “as caatingas” como formações arbóreas-arbustivas, com predominância de árvores e arbustos baixos com a maioria das espécies possuindo espinhos, microfilia e características xerofíticas.

A análise da estrutura das plantas presente em cada gradiente foi realizada a partir da avaliação das médias de alturas das unidades amostrais de cada gradiente altitudinal (Figura 9). De acordo com sua análise o Gradiente III apresentou as maiores médias de altura em relação aos Gradientes I e II, que no geral apresentaram médias de altura inferiores a 5m.

O Gradiente I apresentou uma maior homogeneidade com relação às médias de altura em comparação aos demais gradientes. Este aspecto remete a dominância de espécies de pequeno porte a exemplo do *C. blanchetianus* que representou mais de 50% de todos os indivíduos amostrados no Gradiente I (Tabela 3). Outras espécies que apresentaram altas densidades, *Caesalpinia pyramidalis*, *Aspidosperma pyriformium* e *Bauhinia cheilantha* são espécies que apresentam portes intermediários. Já as espécies características de estágios superiores de sucessão, como *Amburana cearensis*, *Erythrina velutina*, *Schinopsis brasiliensis* e *Tabebuia impetiginosa* apresentaram uma baixa frequência e indivíduos jovens, ainda com pequeno porte.



**Figura 9:** Altura média das unidades amostrais divididas por Gradientes Altitudinais.

O Gradiente II detém uma heterogeneidade relativa no aspecto de médias de alturas. Neste gradiente além de ocorrer uma maior equabilidade com relação ao número de indivíduos por espécie, como no caso do *C. blanchetianus*, que passa a dividir sua dominância com espécies de maior porte e estágios sucessionais mais avançados como à *Anadenanthera colubrina*, outras espécies também surgem no ambiente com maior quantidade de indivíduos e maior desenvolvimento como *Spondias tuberosa* e *Ceiba glaziovii* caracterizando uma área em transição de estágio sucessional.

Para o Gradiente III, as médias de altura foram variadas, entretanto com o predomínio das maiores alturas em relação aos demais gradientes. O Gradiente III apresentou um número de espécies tardias e de maiores portes distinto. A espécie de maior dominância *Myracrodruon urundeuva* pertence ao grupo de espécies tardias para vegetação de Caatinga. Outras espécies tanto secundárias quanto tardias foram bastante conspícuas neste gradiente *Anadenanthera colubrina*, *Commiphora leptophloeos*, *Mimosa ophthalmocentra*, *Pseudobombax marginatum*, *Ceiba glaziovii*, *Erythrina velutina*, *Sapium glandulatum* e *Bauhinia cheilantha*, desta forma o Gradiente III apresenta-se como mais desenvolvido em termos de sucessão vegetal.

As variações em termos de heterogeneidade de estrutura em relação aos gradientes podem ser elucidadas tanto em aspectos físicos do ambiente quanto pelas barreiras naturais impostas por um ambiente montanhoso, à ação de animais e antrópicas, podendo-se vislumbrar que quanto maior for o gradiente altitudinal, menor serão os impactos causados, e por conseqüência a maior riqueza de espécies, estrutura e processos ecológicos serão mantidos.

Com base nessa análise, pode-se inferir que a comunidade vegetal presente no G III apresentam-se num estágio de sucessão mais avançado, no qual as espécies de maior porte já conseguem se estabelecer. Já o Gradiente II está num período de transição, onde as espécies de maior porte estão começando a estabelecer-se. O Gradiente I demonstra um elevado grau de regeneração, ou estágio sucessional inicial, aonde as espécies de portes maiores, ainda não chegaram ao local ou não conseguem se desenvolver.

#### 4.5 Parâmetros Fitossociológicos

A densidade total encontrada neste estudo foi de 3771 indivíduos. ha<sup>-1</sup> para a área total. Para os gradientes altitudinais as densidades totais foram de 4235, 3730 e 3350 indivíduos. ha<sup>-1</sup> para os Gradientes I, II e III respectivamente. Sampaio (1996) propôs que

estes valores encontram-se na faixa esperada para Vegetação Caducifólia Espinhosa (VCE), devido à grande variação nos aspectos topográficos, tipo de solo e pluviométricos.

De acordo com a Tabela 5, para análise da área total da serra, onze espécies representaram mais de 60% do Valor de Importância (VI). As espécies *Croton blanchetianus*, *Opuntia palmadora*, *Bauhinia cheilantha*, *Sapium glandulatum*, *Manihot glaziovii* e *Myracrodruon urundeuva*, apresentaram altas densidades, totalizando 67% dos indivíduos catalogados, e frequência absoluta superior à 50% (Tabela 5). Além destas espécies, *Mimosa ophthalmocentra*, *Aspidosperma pyriformium*, *Piptadenia stipulacea*, *Jatropha mollissima* e *Allophylus* também estiveram presentes em mais de 50% das unidades amostrais. A espécie *Anadenanthera colubrina*, mesmo apresentando baixos valores de densidades e frequência, demonstrou uma dominância relativa significativa.

**Tabela 5:** Lista das espécies vegetais catalogadas na Serra Inácio Pereira, Barra de Santana – PB. N° Ind. = Número de Indivíduos; FA = Frequência Absoluta; DeR = Densidade Relativa; DoR = Dominância Relativa; FR = Frequência Relativa; VI = Valor de Importância; VC = Valor de Cobertura.

Espécie	Família	N° Ind.	FA	DeR	DoR	FR	VI(%)	VC(%)
<i>Croton blanchetianus</i>	Euphorbiaceae	929	100.00	41.05	17.75	7.92	22.24	29.40
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	Anacardiaceae	119	93.33	5.26	13.39	7.39	8.68	9.32
<i>Bauhinia cheilantha</i>	Fabaceae	169	70.00	7.47	5.16	5.54	6.06	6.32
<i>Sapium glandulatum</i>	Euphorbiaceae	100	56.67	4.42	3.82	4.49	4.24	4.12
<i>Manihot glaziovii</i>	Euphorbiaceae	105	70.00	4.64	2.52	5.54	4.23	3.58
<i>Anadenanthera colubrina</i>	Fabaceae	25	33.33	1.10	8.44	2.64	4.06	4.77
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	Fabaceae	73	53.33	3.23	4.62	4.22	4.02	3.92
<i>Opuntia palmadora</i>	Cactaceae	128	60.00	5.66	1.30	4.75	3.90	3.48
<i>Aspidosperma pyriformium</i>	Apocynaceae	74	56.67	3.27	3.17	4.49	3.64	3.22
<i>Commiphora leptophloeos</i>	Burseraceae	43	46.67	1.90	4.95	3.69	3.51	3.42
<i>Piptadenia stipulacea</i>	Fabaceae	62	63.33	2.74	1.77	5.01	3.17	2.26
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	Fabaceae	85	23.33	3.76	3.49	1.85	3.03	3.62
<i>Allophylus sp.</i>	Sapindaceae	65	53.33	2.87	1.24	4.22	2.78	2.05
<i>Jatropha mollissima</i>	Euphorbiaceae	49	70.00	2.17	0.61	5.54	2.77	1.39
<i>Pilosocereus pachycladus</i>	Cactaceae	20	43.33	0.88	2.46	3.43	2.26	1.67
<i>Capparis flexuosa</i>	Capparaceae	23	46.67	1.02	1.60	3.69	2.10	1.31
<i>Spondias tuberosa</i>	Anacardiaceae	19	26.67	0.84	3.20	2.11	2.05	2.02
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	Anacardiaceae	20	16.67	0.88	3.33	1.32	1.85	2.11
<i>Ceiba glaziovii</i>	Malvaceae	4	10.00	0.18	4.54	0.79	1.84	2.36
<i>Erythrina velutina</i>	Fabaceae	6	13.33	0.27	2.96	1.06	1.43	1.61
<i>Pseudobombax marginatum</i>	Malvaceae	11	20.00	0.49	1.69	1.58	1.25	1.09
<i>Indeterminada I</i>	Fabaceae	16	20.00	0.71	0.93	1.58	1.07	0.82
<i>Cereus jamacaru</i>	Cactaceae	7	20.00	0.31	1.24	1.58	1.05	0.78
<i>Lantana sp.</i>	Verbenaceae	18	20.00	0.80	0.19	1.58	0.86	0.49
<i>Pisonia sp.</i>	Nyctaginaceae	13	16.67	0.57	0.55	1.32	0.82	0.56
<i>Ziziphus joazeiro</i>	Rhamnaceae	5	10.00	0.22	0.97	0.79	0.66	0.59
<i>Senna spectabilis</i>	Fabaceae	6	13.33	0.27	0.58	1.06	0.63	0.42
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	Bignoniaceae	6	13.33	0.27	0.27	1.06	0.53	0.27
<i>Capparis jacobinae</i>	Capparaceae	8	13.33	0.35	0.14	1.06	0.52	0.25
<i>Thiloa glaucocarpa</i>	Combretaceae	12	10.00	0.53	0.21	0.79	0.51	0.37

Continuação Tabela 5:

Espécie	Família	Nº Ind.	FA	DeR	DoR	FR	VI(%)	VC(%)
<i>Caesalpinia ferrea</i>	Fabaceae	2	6.67	0.09	0.80	0.53	0.47	0.44
<i>Syagrus oleraceae</i>	Palmae	2	3.33	0.09	0.96	0.26	0.44	0.52
<i>Cordia salzmanni</i>	Boraginaceae	8	10.00	0.35	0.14	0.79	0.43	0.25
<i>Amburana cearensis</i>	Fabaceae	3	10.00	0.13	0.35	0.79	0.42	0.24
<i>Bumelia sartorum</i>	Sapotaceae	4	10.00	0.18	0.29	0.79	0.42	0.23
<i>Combretum leprosum</i>	Combretaceae	5	10.00	0.22	0.12	0.79	0.38	0.17
<i>Croton jacobinensis</i>	Euphorbiaceae	3	10.00	0.13	0.05	0.79	0.32	0.09
<i>Cordia sp.</i>	Boraginaceae	3	10.00	0.13	0.03	0.79	0.32	0.08
<i>Maytenus rigida</i>	Celastraceae	4	6.67	0.18	0.10	0.53	0.27	0.14
<i>Lippia gracilis</i>	Verbenaceae	2	6.67	0.09	0.01	0.53	0.21	0.05
<i>Lantana camara</i>	Verbenaceae	2	3.33	0.09	0.03	0.26	0.13	0.06
<i>Cnidocolus sp.</i>	Euphorbiaceae	2	3.33	0.09	0.01	0.26	0.12	0.05
<i>Pilosocereus gounellei</i>	Cactaceae	1	3.33	0.04	0.03	0.26	0.11	0.04
<i>Solanum rhytidoandrum</i>	Solanaceae	1	3.33	0.04	0.01	0.26	0.10	0.02
<i>Cordia trichotoma</i>	Boraginaceae	1	3.33	0.04	0.00	0.26	0.10	0.02

As espécies de maiores VI neste estudo (Tab. 5) assemelham-se as encontradas em outros trabalhos (MARACAJÁ et al., 2003; ALCOFORADO-FILHO; SAMPAIO; RODAL, 2003; ANDRADE et al., 2005; AMORIM; SAMPAIO; ARAÚJO, 2005; QUEIROZ et al., 2006; SANTANA; SOUTO, 2006), evidenciando a forte contribuição destas espécies nas mais variadas fisionomias de caatinga. De acordo com Sampaio (1996), a espécie *C. blanchetianus* sempre se destaca entre as demais, principalmente com relação à densidade e frequência, o que indica que além de ser uma espécie abundante também apresenta ampla distribuição. Conforme Begon, Townsend e Harper (2007) propõem, o predomínio de uma espécie de pequeno porte, como no caso do *C. blanchetianus*, pode está demonstrando que a vegetação tende a ser arbustiva-aberta, em oposição a idéia de ambiente antropizado e em estágio inicial de desenvolvimento.

Dentre as espécies que apresentaram os maiores VI, estão presentes espécies de todos os estágios serais da Caatinga, espécies pioneiras como o *C. blanchetianus* e *O. palmadora*, secundárias iniciais a exemplo de *Bauhinia cheilantha* e *Sapium glandulatum*, e secundárias tardias, *M. urundeuva*. Segundo Paula et al. (2004), uma comunidade vegetal em estágio de desenvolvimento avançado apresenta simultaneamente espécies de todos os estágios de desenvolvimento. No caso específico deste estudo, o ambiente serrano proporciona a formação de gradientes de altitude, criando ambientes e condições variadas ao longo de sua área total, gerando desta maneira diferenças na distribuição e estrutura das espécies em função dos gradientes altitudinais.

A análise dos parâmetros fitossociológicos ao nível de gradientes altitudinais diferencia em relação à avaliação da área total. No Gradiente I apenas quatro espécies foram responsáveis por mais de 50% do VI (Tabela 6), *C. blanchetianus*, *M. urundeuva*, *A. pyriforme* e *Caesalpinia pyramidalis*. Com exceção de *M. urundeuva*, todas essas espécies são consideradas pioneiras ou espécies iniciais no processo de desenvolvimento de comunidades vegetais na Caatinga.

**Tabela 6:** Lista das espécies vegetais catalogadas no Gradiente I (base) da Serra Inácio Pereira, Barra de Santana – PB. N° Ind. = Número de Indivíduos; FA = Frequência Absoluta; DeR = Densidade Relativa; DoR = Dominância Relativa; VI = Valor de Importância; VC = Valor de Cobertura.

Espécie	N° Ind.	FA	DeR	DoR	VI(%)	VC(%)
<i>Croton blanchetianus</i>	475	100.00	56.08	30.32	31.77	43.20
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	75	50.00	8.85	10.66	7.99	9.76
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	27	100.00	3.19	8.40	6.84	5.79
<i>Aspidosperma pyriforme</i>	44	80.00	5.19	4.31	5.55	4.75
<i>Bauhinia cheilantha</i>	39	60.00	4.60	3.99	4.65	4.30
<i>Mimosa opthalmocentra</i>	24	70.00	2.83	2.96	4.02	2.90
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	10	20.00	1.18	8.90	3.96	5.04
<i>Manihot glaziovii</i>	28	50.00	3.31	2.41	3.39	2.86
<i>Piptadenia stipulacea</i>	16	60.00	1.89	2.65	3.30	2.27
<i>Opuntia palmadora</i>	32	40.00	3.78	1.43	2.93	2.60
<i>Anadenanthera colubrina</i>	6	40.00	0.71	4.18	2.82	2.45
<i>Jatropha mollissima</i>	12	60.00	1.42	0.59	2.45	1.00
<i>Ziziphus joazeiro</i>	5	30.00	0.59	3.25	2.17	1.92
<i>Capparis flexuosa</i>	5	30.00	0.59	2.92	2.06	1.76
<i>Pisonia sp.</i>	10	30.00	1.18	1.65	1.84	1.42
<i>Sapium glandulatum</i>	6	40.00	0.71	0.76	1.68	0.73
<i>Pilosocereus pachycladus</i>	5	40.00	0.59	0.41	1.52	0.50
<i>Spondias tuberosa</i>	1	10.00	0.12	2.68	1.23	1.40
<i>Cereus jamacaru</i>	3	20.00	0.35	1.28	1.14	0.82
<i>Senna spectabilis</i>	3	20.00	0.35	1.08	1.07	0.72
<i>Amburana cearensis</i>	2	20.00	0.24	1.15	1.06	0.70
<i>Bumelia sartorum</i>	3	20.00	0.35	0.80	0.98	0.58
<i>Commiphora leptophloeos</i>	3	20.00	0.35	0.79	0.98	0.57
<i>Caesalpinia ferrea</i>	1	10.00	0.12	1.64	0.88	0.88
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	3	20.00	0.35	0.45	0.86	0.40
<i>Lippia gracilis</i>	2	20.00	0.24	0.03	0.68	0.13
<i>Allophylus sp.</i>	2	20.00	0.24	0.03	0.68	0.13
<i>Combretum leprosum</i>	1	10.00	0.12	0.21	0.41	0.16
<i>Cnidocolus sp.</i>	2	10.00	0.24	0.03	0.39	0.13
<i>Erythrina velutina</i>	1	10.00	0.12	0.03	0.35	0.07
<i>Cordia sp.</i>	1	10.00	0.12	0.02	0.34	0.07

De acordo com a Tab. 6, *C. blanchetianus*, *C. pyramidalis* e *A. pyriforme* detiveram mais de 70% de todos os indivíduos inventariados, sendo também as espécies que apresentaram os maiores valores de Dominância Relativa (DoR) e Valor de Cobertura (VC). Estas espécies são descritas como as de maiores destaques em relação ao número de indivíduos na maioria dos trabalhos realizados em áreas de caatinga, sendo ainda que *A.*

*pyrifolium* sobressai em relação às demais espécies nas áreas de caatinga degradada (SAMPAIO, 1996; ANDRADE et al., 2005). Tanto *A. pyrifolium* quanto *C. pyramidalis* apresentam alta dominância por serem espécies de maior porte em relação ao *C. blanchetianus*, consistindo nas primeiras espécies arbóreas a colonizarem áreas em processo de regeneração.

No Gradiente II seis espécies detiveram mais de 50 % do VI, *C. blanchetianus*, *A. colubrina*, *B. cheilantha*, *M. urundeuva*, *S. tuberosa* e *M. glaziovii* (Tabela 7). Esta maior quantidade de espécie dividindo o VI no Gradiente II sugere uma maior equabilidade quando comparada ao Gradiente I. Dentre estas espécies de maior VI, destacam-se *A. colubrina* e *M. urundeuva*, espécies arbóreas e típicas de vegetação de caatinga mais conservada.

**Tabela 7:** Lista das espécies vegetais catalogadas no Gradiente II (Meio) da Serra Inácio Pereira, Barra de Santana – PB. N° Ind. = Número de Indivíduos; FA = Frequência Absoluta; DeR = Densidade Relativa; DoR = Dominância Relativa; VI = Valor de Importância; VC = Valor de Cobertura.

Espécie	N° Ind.	FA	DeR	DoR	VI(%)	VC(%)
<i>Croton blanchetianus</i> .	261	100.00	34.99	15.88	19.54	25.43
<i>Anadenanthera colubrina</i>	15	40.00	2.01	19.23	8.11	10.62
<i>Bauhinia cheilantha</i>	79	80.00	10.59	5.81	7.53	8.20
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	50	90.00	6.70	8.59	7.42	7.65
<i>Spondias tuberosa</i>	16	60.00	2.14	6.95	4.58	4.55
<i>Manihot glaziovii</i>	41	70.00	5.50	2.48	4.47	3.99
<i>Opuntia palmadora</i>	51	50.00	6.84	1.53	4.08	4.18
<i>Piptadenia stipulacea</i>	30	80.00	4.02	1.92	4.05	2.97
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	27	50.00	3.62	3.85	3.78	3.73
<i>Commiphora leptophloeos</i>	15	60.00	2.01	4.07	3.58	3.04
<i>Jatropha mollissima</i>	19	90.00	2.55	0.70	3.41	1.62
<i>Sapium glandulatum</i>	26	50.00	3.49	2.12	3.16	2.80
<i>Allophylus sp.</i>	21	60.00	2.82	1.56	3.01	2.19
<i>Ceiba glaziovii</i>	3	20.00	0.40	6.65	2.87	3.53
<i>Pilosocereus pachycladus</i>	6	20.00	0.80	4.37	2.24	2.59
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	9	30.00	1.21	2.19	1.91	1.70
<i>Erythrina velutina</i>	4	20.00	0.54	3.46	1.85	2.00
<i>Capparis flexuosa</i>	8	40.00	1.07	1.07	1.75	1.07
<i>Pseudobombax marginatum</i>	8	30.00	1.07	1.33	1.58	1.20
<i>Thiloa glaucocarpa</i>	12	30.00	1.61	0.66	1.53	1.14
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	10	20.00	1.34	1.03	1.31	1.18
<i>Cordia salzmanni</i>	8	30.00	1.07	0.44	1.28	0.76
<i>Indeterminada I</i>	6	30.00	0.80	0.34	1.16	0.57
<i>Caesalpinia ferrea</i>	1	10.00	0.13	0.99	0.63	0.56
<i>Senna spectabilis</i>	2	10.00	0.27	0.82	0.62	0.55
<i>Lantana sp.</i>	2	20.00	0.27	0.03	0.61	0.15
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	1	10.00	0.13	0.70	0.54	0.42
<i>Cereus jamacaru</i>	1	10.00	0.13	0.50	0.47	0.32
<i>Combretum leprosum</i>	3	10.00	0.40	0.14	0.44	0.27
<i>Maytenus rigida</i>	3	10.00	0.40	0.07	0.41	0.23
<i>Pisonia sp.</i>	2	10.00	0.27	0.17	0.40	0.22
<i>Capparis jacobinae</i>	2	10.00	0.27	0.11	0.38	0.19
<i>Pilosocereus gounellei</i>	1	10.00	0.13	0.11	0.34	0.12

Continuação Tabela 7:

Espécie	Nº Ind.	FA	DeR	DoR	VI(%)	VC(%)
<i>Croton jacobinensis</i>	1	10.00	0.13	0.10	0.34	0.12
<i>Amburana cearensis</i>	1	10.00	0.13	0.02	0.31	0.08
<i>Cordia trichotoma</i>	1	10.00	0.13	0.01	0.31	0.07

Para o Gradiente II *A. colubrina* foi a espécie que apresentou maior dominância devido ser arbórea e possuir porte maior quando comparada ao *C. blanchetianus*, que apesar de apresentar uma maior frequência relativa e densidade, consiste numa espécie arbustiva e de pequeno porte. Outras espécies de estágios sucessionais mais avançados, como *M. urundeuva* e *S. tuberosa*, também demonstraram dividir a dominância do *C. blanchetianus*. Esta configuração do Gradiente II evidencia uma tendência de maior desenvolvimento da comunidade vegetal em relação ao Gradiente I.

O Gradiente III seguiu o padrão apresentado pelo Gradiente II. Seis espécies foram responsáveis por cerca de 50% do VI, *C. blanchetianus*, *M. urundeuva*, *S. glandulatum*, *B. cheilantha*, *Commiphora leptophloeos* e *M. glaziovii* (Tabela 8). A dominância do *C. blanchetianus* foi dividida com duas espécies de estágios sucessional mais avançado, *M. urundeuva* e *C. leptophloeos*.

**Tabela 8:** Lista das espécies vegetais catalogadas no Gradiente III (Topo) da Serra Inácio Pereira, Barra de Santana – PB. Nº Ind. = Número de Indivíduos; FA = Frequência Absoluta; DeR = Densidade Relativa; DoR = Dominância Relativa; VI = Valor de Importância; VC = Valor de Cobertura.

Espécie	Nº Ind.	FA	DeR	DoR	VI(%)	VC(%)
<i>Croton blanchetianus</i>	193	100.00	28.81	9.67	15.24	19.24
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	42	90.00	6.27	21.01	11.27	13.64
<i>Sapium glandulatum</i>	68	80.00	10.15	7.51	7.82	8.83
<i>Bauhinia cheilantha</i>	51	70.00	7.61	5.55	6.08	6.58
<i>Commiphora leptophloeos</i>	25	60.00	3.73	8.81	5.63	6.27
<i>Manihot glaziovii</i>	36	90.00	5.37	2.64	4.84	4.01
<i>Opuntia palmadora</i>	45	90.00	6.72	1.00	4.75	3.86
<i>Allophylus sp.</i>	42	80.00	6.27	1.90	4.65	4.08
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	22	40.00	3.28	6.50	4.23	4.89
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	21	60.00	3.13	3.09	3.53	3.11
<i>Pilosocereus pachycladus</i>	9	70.00	1.34	2.50	2.97	1.92
<i>Capparis flexuosa</i>	10	70.00	1.49	1.02	2.53	1.25
<i>Jatropha mollissima</i>	18	60.00	2.69	0.56	2.53	1.62
<i>Ceiba glaziovii</i>	1	10.00	0.15	6.31	2.39	3.23
<i>Piptadenia stipulacea</i>	16	50.00	2.39	0.98	2.33	1.68
<i>Pseudobombax marginatum</i>	3	30.00	0.45	3.26	1.96	1.86
<i>Indeterminada I</i>	10	30.00	1.49	2.09	1.92	1.79
<i>Lantana sp.</i>	16	40.00	2.39	0.46	1.91	1.42
<i>Erythrina velutina</i>	1	10.00	0.15	4.79	1.89	2.47
<i>Anadenanthera colubrina</i>	4	20.00	0.60	3.07	1.71	1.84
<i>Cereus jamacaru</i>	3	30.00	0.45	1.81	1.48	1.13
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	9	20.00	1.34	1.20	1.33	1.27
<i>Syagrus oleraceae</i>	2	10.00	0.30	2.45	1.16	1.37
<i>Capparis jacobinae</i>	6	30.00	0.90	0.27	1.11	0.58

Continuação Tabela 8:

Espécie	Nº Ind.	FA	DeR	DoR	VI(%)	VC(%)
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	3	20.00	0.45	0.35	0.75	0.40
<i>Cordia sp.</i>	2	20.00	0.30	0.08	0.61	0.19
<i>Croton jacobinensis</i>	2	20.00	0.30	0.05	0.60	0.17
<i>Spondias tuberosa</i>	2	10.00	0.30	0.60	0.54	0.45
<i>Maytenus rigida</i>	1	10.00	0.15	0.20	0.36	0.17
<i>Lantana camara</i>	2	10.00	0.30	0.07	0.36	0.18
<i>Bumelia sartorum</i>	1	10.00	0.15	0.12	0.33	0.14
<i>Pisonia sp.</i>	1	10.00	0.15	0.03	0.30	0.09
<i>Combretum leprosum</i>	1	10.00	0.15	0.04	0.30	0.09
<i>Senna spectabilis</i>	1	10.00	0.15	0.02	0.30	0.08
<i>Solanum rhytidoandrum</i>	1	10.00	0.15	0.01	0.30	0.08

Ao longo dos gradientes, foi observado uma tendência a uma maior equabilidade da base da serra (Gradiente I) em direção ao topo (gradiente III) quanto aos parâmetros apresentados nas tabelas 6, 7 e 8. As espécies que compunham os maiores valores de importância também foram modificadas ao longo dos gradientes, sendo inseridas espécies de maiores portes nos Gradiente II e III. Essa conformação pode ser oriunda das mudanças de condições físicas e ambientais que ocorrem ao longo dos gradientes, aliadas as barreiras de acessibilidade que minimizam as pressões sofridas pela vegetação.

A presença da espécie *M. urundeuva* com número representativo de indivíduos e VI em todos os gradientes analisados, denota duas condições que se sobrepõem, tanto o fato de que, quando analisada na totalidade a área da Serra Inácio Pereira demonstra está num estágio de desenvolvimento avançado, quanto que as leis que regulamentam o uso da vegetação da Caatinga estão sendo respeitadas com relação a não exploração de espécies que estão ameaçadas de extinção e apresentam caráter de preservação permanente.

#### 4.6. Desenvolvimento da Comunidade

Para determinar os níveis de desenvolvimento da comunidade foram utilizadas análises estatísticas multivariadas e de agrupamento. As análises proporcionaram avaliar as afinidades entre as características estruturais e a semelhança entre as unidades amostrais, bem como o estabelecimento dos grupos de unidades homogêneas.

Segundo Mingoti (2005) a Análise de Componentes Principais (ACP) tem como objetivo central o de explicar a estrutura de variância e covariância de um vetor aleatório, composto por p-variáveis aleatórias, através da construção de combinações lineares das variáveis originais. A finalidade do uso da ACP está na redução de número de variáveis a serem avaliadas e na interpretação das combinações lineares construídas, ou seja, na

substituição da informação contida nas p-variáveis originais pela informação contida nos componentes principais.

A ACP para as unidades amostrais da Serra Inácio Pereira extraiu em 76,32% a explicabilidade dos dados nos dois primeiros fatores. O fator I explicou 44,68% e o fator II elucidou 31,64% da variância total (Tabela 9). Geralmente, essa configuração de explicação dos dados nos dois primeiros componentes principais corrobora a eficiência e aplicabilidade da ACP para as variáveis analisadas, assim como ocorreu em outros estudos (FONSECA, R.; FONSECA, I., 2004; SANTOS et al., 2004; CHRISTOFOLETTI et al., 2005)

**Tabela 9:** Proporção de Variância e Proporção Acumulada de Variância dos Componentes Principais (Fatores) para análise de desenvolvimento da comunidade.

Fatores	Proporção da Variância (%)	Proporção Acumulada da Variância (%)
I	44,68	44,68
II	31,64	76,32
III	13,11	89,44
IV	5,21	94,66
V	3,75	98,41
VI	1,26	99,68
VII	0,31	100,00

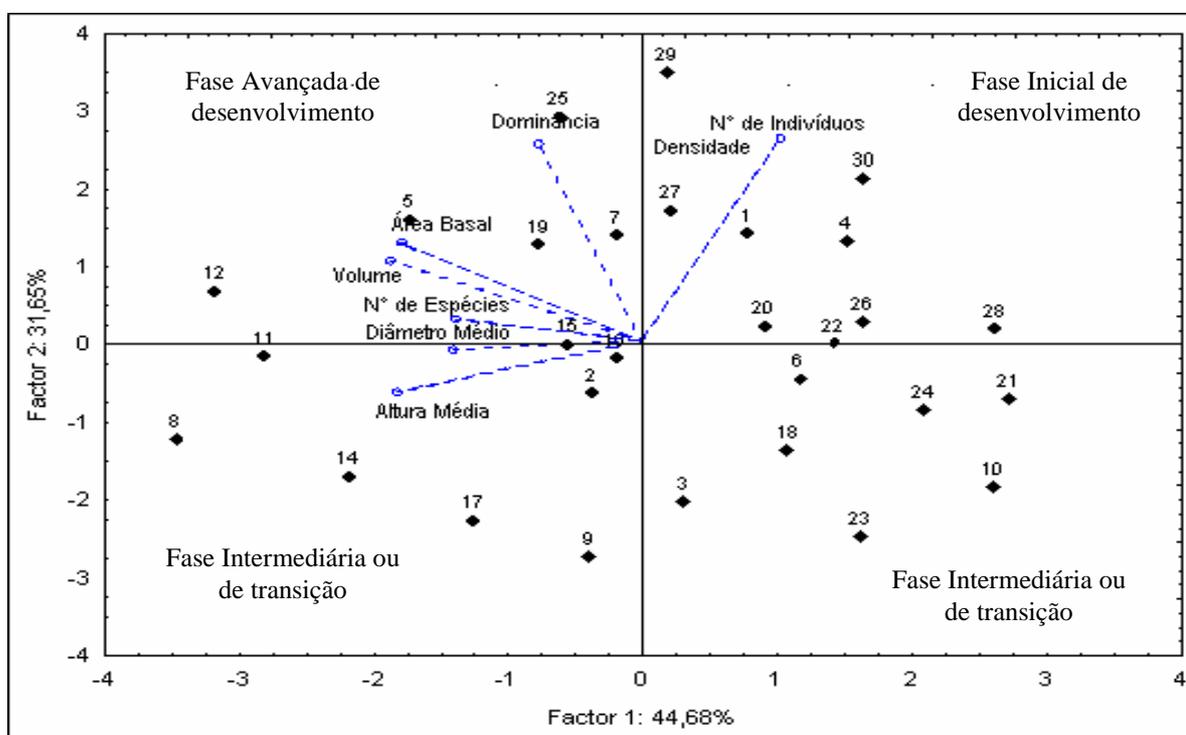
O fator I apresentou elevados *loadings* para as variáveis de Altura Média, N° de Espécies, Diâmetro Médio, Área Basal e Volume, todos superiores a 60%. Já o Fator II deteve *loadings* superiores a 80% para as variáveis de N° de Indivíduos, Densidade e Dominância (Tabela 10). O fator I corresponde basicamente ao maior nível de desenvolvimento da comunidade vegetal, sendo os coeficientes de maior grandeza numérica que compõem este fator a Altura Média, Área Basal e o Volume. Valores altos destas variáveis correspondem para vegetação de caatinga, em ambientes conservados, com alta diversidade e elevado nível de desenvolvimento como apresentados nos trabalhos de Alcoforado-Filho, Sampaio e Rodal (2003) e Barbosa et al. (2007).

**Tabela 10:** Correlação entre componentes principais (fatores) e variáveis originais para análise de desenvolvimento da comunidade.

Variáveis	Fator I (%)	Fator II (%)
N° de Espécies	-0,64	0,09
N° de Indivíduos	0,47	0,86
Altura Média	-0,85	-0,21
Diâmetro Médio	-0,65	-0,03
Densidade	0,47	0,86
Área Basal	-0,83	0,42
Volume	-0,87	0,34
Dominância	-0,36	0,84

O fator II delinea um nível de desenvolvimento da comunidade vegetal baixo, no qual os coeficientes de maior grandeza, N° de Indivíduos, Densidade e Dominância, correspondem às características de áreas degradadas que estão passando por processo de regeneração apresentando-se em estágios iniciais de sucessão (PEREIRA et al. 2003)

De acordo com a Figura 10, as unidades amostrais estão representadas por pontos no espaço formado pelos eixos fatoriais. A proximidade entre dois pontos significa a semelhança dos valores das variáveis dessas unidades amostrais. As variáveis são representadas por vetores. A correlação entre duas variáveis é representada pelo ângulo formado pelos vetores correspondentes. As variáveis N° de Indivíduos e Densidade podem ser consideradas um grupo de variáveis.



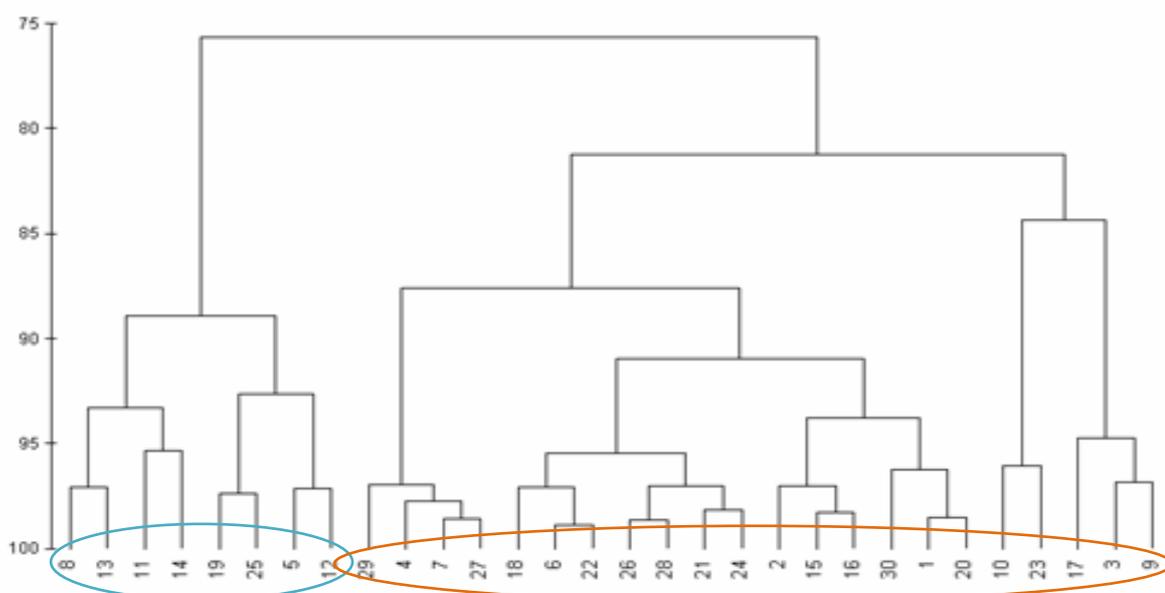
**Figura 10:** Representação da Ordenação da ACP para as unidades amostrais e variáveis.

A análise da Figura 10 permite inferir que a aglomeração das unidades amostrais 1, 4, 20, 22, 26, 27, 28, 29 e 30 ocorreu, principalmente, pelo N° de Indivíduos e Densidades semelhantes. Importante ressaltar, que a maioria destas unidades amostrais pertence ao Gradiente I (base) da área, evidenciando novamente o estágio inicial de desenvolvimento da comunidade vegetal para este gradiente.

O conjunto das unidades amostrais 5, 7, 11, 12, 15, 16 e 19 sobreveio da junção de um maior número de variáveis, Área basal, Volume e N° de espécies. Todas as unidades amostrais deste conjunto pertencem aos Gradientes II e III, meio e topo da serra. Este

agrupamento revelou um estágio de desenvolvimento mais avançado da comunidade vegetal em relação aos demais, podendo-se relacionar também, com os gradientes de altitude. Os demais agrupamentos não apresentaram uma divisão distinta quanto às variáveis que os segregam, sendo possível inferir, que se trata de estágios intermediários ou de transição no processo de sucessão ecológica.

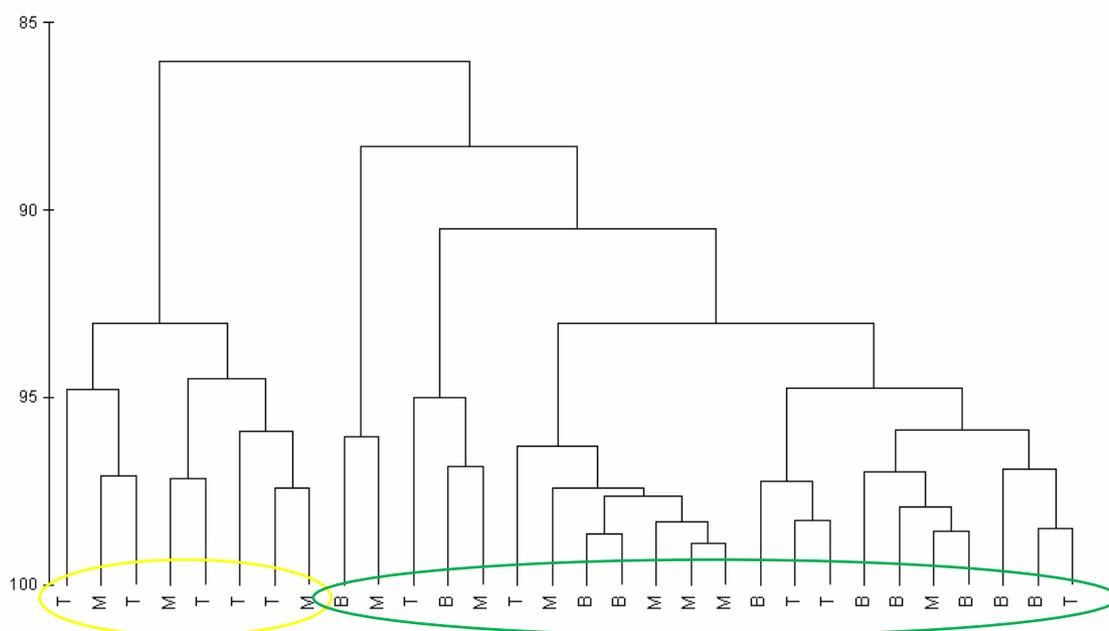
A classificação hierárquica e a divisão dos grupos foram feitas considerando os dois primeiros eixos fatoriais. A divisão em dois grupos foi definida através do dendograma apresentado na Figura 11. O Grupo 1, indicado na cor azul, detém elevados valores para Altura Média, Área Basal, N° de espécies, Diâmetro Médio e Volume, e baixos valores de N° de Indivíduos e Densidade. O Grupo 2, indicado pela cor laranja, apresenta valores baixos para Altura Média, Área Basal, N° de espécies, Diâmetro Médio e Volume, e altos valores para o N° de Indivíduos e Densidade.



**Figura 11:** Dendograma demonstrando a Classificação Hierárquica ascendente sobre os dois primeiros fatores entre as parcelas na Serra Inácio Pereira.

Conforme os parâmetros descritos, os grupos podem ser associados a duas fases do desenvolvimento da comunidade vegetal: Fase de transição ou média de desenvolvimento, representada pelo Grupo 1; e fase inicial do desenvolvimento, configurada pelo Grupo 2. Esta conformação pode ser corroborada pela classificação hierárquica realizada em relação aos gradientes altitudinais, demonstrada no dendograma da Figura 12. A segregação evidenciou a formação de dois grupos, sendo o primeiro constituído por unidades amostrais pertencentes apenas aos gradientes II e III, meio e topo da serra respectivamente, e o segundo grupo

possuindo amostras de todos os gradientes, entretanto com o predomínio das unidades amostrais do gradiente I, base.



**Figura 12:** Dendrograma demonstrando a Classificação Hierárquica ascendente sobre os dois primeiros fatores entre as os gradientes altitudinais na Serra Inácio Pereira: Topo (T); Meio (M) e Base (B).

#### 4.7. Grupos Ecológicos

As espécies vegetais foram divididas em três grupos ecológicos, Pioneiras (PI), Secundárias Iniciais (SI) e Secundárias Tardias (ST) (Tabela 11), seguindo a classificação indicada por Gandolfi, Leitão Filho e Bezerra (1995), baseada na incidência de luminosidade que as espécies necessitam para se desenvolverem. Cada grupo está relacionado com uma das três fases de desenvolvimento da comunidade vegetal, que são as fases inicial, de transição e/ou média e avançada.

De acordo com a Tabela 11 foram registradas 13 espécies pioneiras, 20 espécies secundárias iniciais, 11 espécies secundárias tardias e uma espécie Indiferente (IND), *Syagrus cearenses*, por ser uma espécie restrita a zonas altitudinais elevadas, a exemplo das serras, para áreas de Caatinga.

**Tabela 11:** Lista das espécies vegetais classificadas em seus respectivos Grupos Ecológicos (GE): Pioneiras (PI), Secundárias Iniciais (SI) e Secundárias Tardias (ST) pela Classificação de Gandolfi, Leitão Filho e Bezerra (1995) para a área geral da Serra Inácio Pereira, Paraíba.

<b>Espécies Pioneiras</b>	<b>Nº de Ind.</b>	<b>VI (%)</b>	<b>VC (%)</b>
<i>Cordia salzmanni</i>	8	0.43	0.25
<i>Cordia trichotoma</i>	1	0.10	0.02
<i>Cordia sp.</i>	3	0.32	0.08

Continuação Tabela 11:

<b>Espécies Pioneiras</b>	<b>N° de Ind.</b>	<b>VI (%)</b>	<b>VC (%)</b>
<i>Pilosocereus gounellei</i>	1	0.11	0.04
<i>Opuntia palmadora</i>	128	3.90	3.48
<i>Cnidoscolus urens</i>	2	0.12	0.05
<i>Croton jacobinensis</i>	3	0.32	0.09
<i>Croton blanchetianus</i>	929	22.24	29.40
<i>Jatropha mollissima</i>	49	2.77	1.39
<i>Solanum rhytidoandrum</i>	1	0.10	0.02
<i>Lantana camara</i>	2	0.13	0.06
<i>Lantana sp.</i>	18	0.86	0.49
<i>Lippia gracilis</i>	2	0.21	0.05
<b>Total</b>	<b>1147</b>	<b>31.61%</b>	<b>35.42%</b>
<b>Espécies Secundárias Iniciais</b>			
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	74	3.64	3.22
<i>Cereus jamacaru</i>	7	1.05	0.78
<i>Pilosocereus pachycladus</i>	20	2.26	1.67
<i>Capparis flexuosa</i>	23	2.10	1.31
<i>Capparis jacobinae</i>	8	0.52	0.25
<i>Combretum leprosum</i>	5	0.38	0.17
<i>Thiloa glaucocarpa</i>	12	0.51	0.37
<i>Manihot glaziovii</i>	105	4.23	3.58
<i>Sapium glandulatum</i>	100	4.24	4.12
<i>Anadenanthera colubrina</i>	25	4.06	4.77
<i>Bauhinia cheilantha</i>	169	6.06	6.32
<i>Caesalpinia ferrea</i>	2	0.47	0.44
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	85	3.03	3.62
<i>Mimosa opthalmocentra</i>	73	4.02	3.92
<i>Piptadenia stipulacea</i>	62	3.17	2.26
<i>Senna spectabilis</i>	6	0.63	0.42
Indeterminada I	16	1.07	0.82
<i>Pisonia sp.</i>	13	0.82	0.56
<i>Allophylus sp.</i>	65	2.78	2.05
<i>Bumelia sartorium</i>	4	0.42	0.23
<b>Total</b>	<b>874</b>	<b>45.46%</b>	<b>40.88%</b>
<b>Espécies Secundárias Tardias</b>			
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	119	8.68	9.32
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	20	1.85	2.11
<i>Spondias tuberosa</i>	19	2.05	2.02
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	6	0.53	0.27
<i>Commiphora leptophloeos</i>	43	3.51	3.42
<i>Maytenus rigida Mart.</i>	4	0.27	0.14
<i>Amburana cearensis</i>	3	0.42	0.24
<i>Erythrina velutina</i>	6	1.43	1.61
<i>Ceiba glaziovii</i>	4	1.84	2.36
<i>Pseudobombax marginatum</i>	11	1.25	1.09
<i>Ziziphus joazeiro</i>	5	0.66	0.59
<b>Total</b>	<b>240</b>	<b>22.49%</b>	<b>23.17%</b>
<b>Indiferente</b>			
<i>Syagrus cearensis</i>	2	0.44	0.52
<b>Total Geral</b>	<b>2263</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

A divisão das espécies em Grupos Ecológicos pela classificação de Gandolfi, Leitão Filho e Bezerra (1995) demonstrou alta presença de espécies e indivíduos nos grupos das Pioneiras e Secundárias Iniciais, representando juntas mais de 70% de todas as espécies inventariadas e 50,6% e 38,6% dos indivíduos, respectivamente. As espécies Secundárias Tardias foram responsáveis por cerca de 25% do total de espécies e 10% de todos os indivíduos catalogados.

Quando analisados os parâmetros fitossociológicos de VI e VC para os grupos ecológicos, descritos na Tabela 11, observou-se que o Grupo das Secundárias Iniciais apresentou os maiores valores destes parâmetros, sugerindo que a área encontra-se numa fase de transição ou média, onde está ocorrendo a dominância das espécies típicas deste estágio de sucessão. As espécies Pioneiras também se apresentam em grande evidência, entretanto, as espécies Secundárias Tardias, começam a se estabelecer no ambiente.

A composição dos grupos ecológicos por meio de estatística multivariada foi realizada com base nos dados obtidos através da análise de ACP e posteriormente com a análise de agrupamento. A utilização da análise de componentes principais justifica-se por proporcionar uma simplificação estrutural dos dados originais. Conforme exposto na Tabela 12, apenas dois fatores resumiram em 81,81% a explicabilidade dos dados. O fator I explicou 56,46% e o fator II 25,35% da variância total, explicando satisfatoriamente a variabilidade revelada entre as espécies avaliadas e demonstrando desta maneira que a ACP foi eficiente.

**Tabela 12:** Proporção de Variância e Proporção Acumulada de Variância dos Componentes Principais (Fatores) para a formação de Grupos Ecológicos

Fatores	Proporção da Variância (%)	Proporção Acumulada da Variância (%)
I	56,46	56,46
II	25,35	81,81
III	7,08	88,90
IV	5,26	94,16
V	3,33	97,50
VI	1,92	99,42
VII	0,54	99,97
VIII	0,02	99,99
IX	0,006	100,00

O fator I apresentou elevados *loadings* para as variáveis de Diâmetro Médio, N° de Indivíduos, Densidade, Frequência, Área Basal, Volume, IVI e IVC, sendo os dois últimos mais representativos com 99% cada um. O fator II obteve maiores *loadings* para as variáveis de Altura Média, Diâmetro Médio e Dominância (Tabela 13).

O fator I deteve um grande número de variáveis com elevados *loadings*, podendo-se inferir que as características das espécies analisadas não variaram muito quanto a estes parâmetros. Já o fator II apresentou poucas variáveis com *loadings* elevados, caracterizando um grupo de espécies mais seletivo, e menos diversificado quanto aos parâmetros que os segregam das demais espécies.

**Tabela 13:** Correlação entre componentes principais (fatores) e variáveis originais para a formação de Grupos Ecológicos.

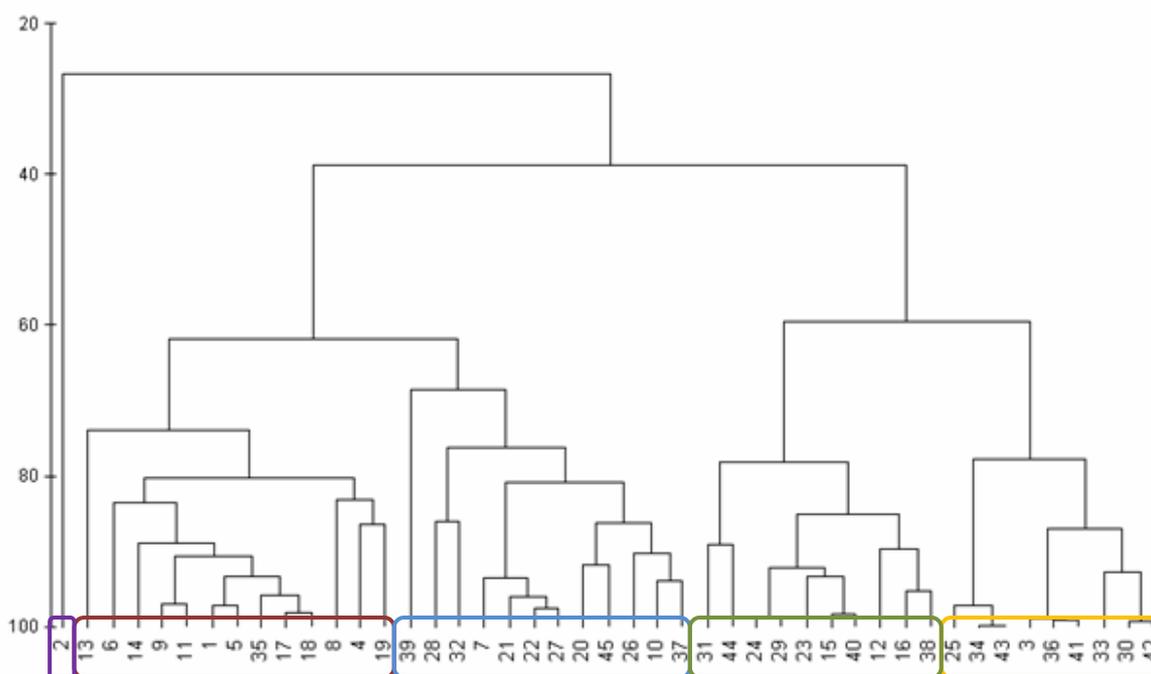
Variáveis	Fator I (%)	Fator II (%)
Nº de Indivíduos	-0,94	-0,17
Altura Média	-0,08	0,91
Diâmetro Médio	0,03	0,89
Densidade	-0,94	-0,17
Frequência	-0,77	-0,10
Área Basal	-0,89	0,07
Volume	-0,74	0,47
Dominância	0,00	0,78
IVI	-0,99	-0,03
IVC	-0,99	-0,02

A análise de agrupamento proporcionou a formação de cinco grupos distintos (Figura 13). A divisão dos grupos ecológicos por meio de estatística multivariada difere da classificação proposta por Gandolfi, Leitão Filho e Bezerra (1995), demonstrada na Tabela 11, tanto em relação ao número de grupos formados quanto as espécies que os compõem. Sobre este aspecto, Paula et al. (2004) salienta que a grande distribuição das espécies dificulta a determinação dos grupos e dos critérios de classificação. Ainda segundo o mesmo autor os limites que definem os grupos são muito tênues, fazendo com que algumas espécies possam ser incluídas em mais de um grupo. Mesmo em relação ao número de grupos, não há uma só definição, podendo ser três ou quatro, dependendo do critério utilizado.

Vários são os termos e a quantidade de grupos utilizados para classificar as espécies em grupos ecológicos. Budowski (1965) utilizou: pioneira, secundária inicial, secundária tardia e clímax; Martinez-Ramos (1985) pioneiras, nômades e tolerantes; Swaine e Whitmore (1988) lucíferas e umbrófilas; Lamprecht (1990) heliófilas ou heliófitas, esciófilas e parcialmente esciófilas; e Leitão Filho (1993) pioneiras, secundária inicial e secundária tardia. Esta plasticidade ocorre devido às peculiaridades de cada tipo vegetacional, podendo ser entendida também como uma simplificação teórica que tenta generalizar o processo de sucessão ecológica para os mais variados ambientes.

Importante observar que as teorias sobre sucessão ecológica e as classificações das espécies vegetais em grupos ecológicos foram elaboradas por meio de análises em formações florestais, embasadas nas exigências de luz necessária a germinação e crescimento das espécies, tendo como matrizes da sucessão a formação de clareiras. Para a vegetação de caatinga, com o predomínio de Vegetação Caducifólia Espinhosa (VCE), a luminosidade não consiste num fator limitante ao desenvolvimento das espécies, pois nesse tipo de vegetação não existe a formação de dosséis contínuos ao longo do desenvolvimento da comunidade.

Conforme demonstrado na Fig. 13, para a vegetação de caatinga analisada neste estudo ocorreu distinção de cinco grupos, entretanto quando examinadas as espécies e os parâmetros preponderantes a divisão dos grupos, evidencia-se três categorias de espécies semelhantes à classificação proposta por Leitão Filho (1993): pioneiras, secundária inicial e secundária tardia. A princípio, pode-se inferir que o tipo e a quantidade de variáveis utilizadas dificultaram a divisão das espécies em grupos ecológicos por não delinear de forma consistente as reais diferenças ecológicas entre as espécies.



**Figura 13:** Dendrograma representando as seqüências de agrupamentos das 45 espécies, com base na distância de Bray Curtis.

Os cinco Grupos Ecológicos encontram-se descritos na Tabela 14. O Grupo I corresponde apenas a uma espécie, *C. blanchetianus*, sendo esta a espécie que apresentou os maiores valores para todos os parâmetros analisados na ACP, configurando então um grupo a parte de todas as demais espécies. O *C. blanchetianus* trata-se de uma espécie pioneira, por

apresentar crescimento rápido, grande produção de sementes e dispersão rápida, pequeno porte, madeira leve, rápida colonização e ocupação de áreas abertas, elevada dominância características estas que definem este grupo de espécies.

Contudo, o *C. blanchetianus*, para o tipo de fisionomia de caatinga presente na área analisada do Cariri paraibano, é uma espécie que persiste na comunidade vegetal, mesmo em estágios de desenvolvimento avançado, apenas dividindo sua dominância com as demais espécies.

**Tabela 14:** Lista das espécies vegetais divididas em Grupos Ecológicos de acordo com Métodos Estatísticos Multivariados: ACP e Análise de Agrupamento para a área geral da Serra Inácio Pereira, Paraíba.

<b>Grupo I</b>	<b>Grupo IV</b>
2 <i>Croton blanchetianus</i>	31 <i>Lantana</i> sp.
<b>Grupo II</b>	44 <i>Thiloa glaucocarpa</i>
13 <i>Anadenanthera colubrina</i>	24 <i>Cordia salzmanni</i>
6 <i>Jatropha mollissima</i>	29 <i>Capparis jacobinae</i>
14 <i>Commiphora leptophloeos</i>	23 <i>Combretum leprosum</i>
9 <i>Allophylus</i> sp.	15 <i>Tabebuia impetiginosa</i>
11 <i>Piptadenia stipulacea</i>	40 <i>Senna spectabilis</i>
1 <i>Sapium glandulatum</i>	12 <i>Caesalpinia ferrea</i>
5 <i>Manihot glaziovii</i>	16 <i>Amburana cearensis</i>
35 <i>Caesalpinia pyramidalis</i>	38 <i>Bumelia sartorium</i>
17 <i>Aspidosperma pyrifolium</i>	<b>Grupo V</b>
18 <i>Mimosa opthalmocentra</i>	25 <i>Pilosocereus gounellei</i>
8 <i>Myracrodruon urundeuva</i>	34 <i>Cordia trichotoma</i>
4 <i>Bauhinia cheilantha</i>	43 <i>Solanum rhytidoandrum</i>
19 <i>Opuntia palmadora</i>	3 <i>Lippia gracilis</i>
<b>Grupo III</b>	36 <i>Cnidocolus urens</i>
39 <i>Syagrus cearensis</i>	41 <i>Lantana camara</i>
28 <i>Ceiba glaziovii</i>	33 <i>Maytenus rigida</i>
32 <i>Erythrina velutina</i>	30 <i>Croton jacobinensis</i>
7 <i>Capparis flexuosa</i>	42 <i>Cordia</i> sp.
21 <i>Schinopsis brasiliensis</i>	
22 <i>Pilosocereus pachycladus</i>	
27 <i>Spondias tuberosa</i>	
20 <i>Cereus jamacaru</i>	
45 <i>Ziziphus joazeiro</i>	
26 <i>Pseudobombax marginatum</i>	
10 <i>Pisonia</i> sp.	
37 Indeterminada I	

Os Grupos II e IV (Tab. 14) correspondem a uma mescla de espécies arbustivas e arbóreas de médio porte, as quais são características de espécies Pioneiras e Secundárias Iniciais. Com base nos parâmetros estruturais analisados para formação dos grupos ecológicos, os limites que segregam as espécies pioneiras das secundárias iniciais não apresentaram diferenças expressivas. As espécies *M. urundeuva*, *Amburana cearensis* e *Tabebuia*

*impetiginosa*, são arbóreas de grande porte, geralmente presentes em ambientes mais conservados de caatinga e pertencentes ao grupo das espécies tardias. A inclusão destas espécies nestes grupos ocorreu devido a maioria dos indivíduos inventariados apresentarem-se jovens, ainda com sua estrutura pouco desenvolvida.

O Grupo III apresenta a maioria das espécies arbóreas de grande porte, podendo ser classificado como o grupo de espécies Secundárias Tardias. Este grupo de espécies caracteriza-se pelo maior porte e por não conseguir desenvolver-se em ambientes com altos níveis de perturbação. Geralmente, estas espécies estão restritas a ambientes mais conservados e em estágios de sucessão mais avançado (TROVÃO, 2004). Este aspecto pode ser confirmado pelo comportamento das espécies *Pseudobombax marginatum* e *Ceiba glaziovii*, ambas arbóreas e de grande porte, estarem presentes apenas nos Gradientes II e III, meio e topo da serra, os quais podem ser considerados mais conservados, em relação ao Gradiente I (base). Isto indica que certas espécies, apesar de poderem ocorrer em áreas com características ecológicas distintas, apresentam preferências por instalar suas populações em determinadas condições de microsítios.

O Grupo V, pode ser compreendido, como formado por espécies raras, que ocorrem em pequeno número por características próprias das espécies. Townsend, Begon e Harper (2010) afirmam que uma espécie é considerada rara quando possui uma pequena distribuição geográfica, por seu habitat ser incomum ou por possuir populações locais de pequeno tamanho. A maioria das espécies descritas no Grupo V são típicas da vegetação de caatinga, demonstrando que são características destas espécies apresentarem pequenas populações para o tipo de fisionomia presente na área estudada.

## 5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da comunidade vegetal arbustivo-arbórea do fragmento vegetacional presente no Cariri paraibano, Serra Inácio Pereira, possibilitou a compreensão dos seguintes pontos:

- ✓ O ambiente serrano abriga uma Vegetação Caducifólia Espinhosa (VCE), Caatinga arbóreo-arbustiva aberta, com a predominância de espécies de portes pequeno e médio;
- ✓ As espécies que apresentaram as maiores populações e maior importância ecológica para área total foram *C. blanchetianus*, *B. cheilantha*, *O. palmadora*, *M. urundeuva*, *M. glaziovii*, *S. glandulatum*, *C. pyramidalis*, *A. pyriformium* e *M. ophthalmocentra*; As famílias mais importantes foram Euphorbiaceae, Fabaceae, Anacardiaceae e Cactaceae;
- ✓ Os Gradientes I, II e III, representativos da base, altura média e topo respectivamente, apresentaram diferenças sutis quanto à composição florística e os parâmetros fitossociológicos analisados. No entanto pode-se apontar a formação de dois gradientes distintos quando analisados os Índices de Shannon-Wiener, o Gradiente I e a junção dos Gradientes II e III;
- ✓ A utilização de técnicas estatísticas multivariadas na análise de desenvolvimento da comunidade vegetal e divisão de grupos ecológicos mostrou-se eficiente, entretanto, as variáveis estruturais escolhidas não foram suficientes para demonstrar de maneira mais clara o desenvolvimento da comunidade, bem como segregar as espécies vegetais em grupos distintos que possibilitassem uma visualização das fases do estágio ecológico da comunidade vegetal;
- ✓ A análise de desenvolvimento da comunidade evidenciou duas fases distintas, Fase inicial de desenvolvimento, relacionada com o Gradiente de Altitude I, e Fase média ou de transição, evidenciada pelos Gradientes II e III;
- ✓ A formação de grupos ecológicos mostrou-se mais eficiente pela classificação proposta por Gandolfi, Leitão Filho e Bezerra (1995), que a realizada pela Análise de componentes principais e de Agrupamento, entretanto, a formação de cinco grupos demonstrou que para Caatinga, pode ocorrer a formação de mais grupos que os de Pioneiras, Secundárias Iniciais e Secundárias Tardias;
- ✓ Estudos que analisem uma maior quantidade de variáveis, onde exista uma mescla entre as variáveis estruturais, características ecológicas das espécies e as condições físicas do ambiente, poderão proporcionar um melhor entendimento quanto ao

desenvolvimento da comunidade, bem como a formação de Grupos Ecológicos Funcionais, que representaram melhor as espécies características de cada estágio da sucessão ecológica;

- ✓ A vegetação de caatinga, por não ser uma formação florestal semelhante as que os estudos sobre sucessão ecológica foram desenvolvidos, deve apresentar características diferentes quanto aos critérios que proporcionam a divisão das espécies em grupos ecológicos, sendo a segregação das espécies vegetais em termos estruturais bastante limitante para uma análise consistente dos grupos ecológicos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESA. **Plano Estadual de Recursos Hídricos (Relatório Final)**. João Pessoa: Governo da Paraíba, 2006.

ALCOFORADO-FILHO, F.G; SAMPAIO, E. V. S. B; RODAL, M. J. N. Florística e fitossociologia de um remanescente de vegetação caducifólia espinhosa arbórea em Caruaru, Pernambuco-PE. **Acta Botânica Brasílica**, v.17. n. 2., p. 287-303, abr./jul. 2003.

AMORIM, I. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, E. L. Flora e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de caatinga do Seridó, RN, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 19, n. 3, p.615-623, jul./set. 2005.

ANDRADE, L. A; PEREIRA, I. M.; LEITE, U. T.; BARBOSA, M. R. V. Análise da Cobertura de duas Fitofisionomias de Caatinga com Diferentes Históricos de Uso, no Município de São João do Cariri, Estado da Paraíba. **Cerne, Lavras**, v. 11, n. 3, p. 253-262, jul./set. 2005.

ANDRADE, L. A.; OLIVEIRA, F. X.; NEVES, C. M. L.; FÉLIX L. P. Análise da vegetação sucessional em campos abandonados no agreste paraibano. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 2, n.2, p.135-142, abr./jun. 2007.

ANDRADE-LIMA, D. Traços gerais do agreste de Pernambuco. Pp. 85-88. *In: Anais do 23º Congresso Brasileiro de Botânica*. Recife, Sociedade Brasileira de Botânica. 1973.

ANDRADE - LIMA, D. The Caatinga Dominion. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, n. 4, p. 149 -163. 1981.

ANDRADE LIMA, D. **Plantas das Caatingas**. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências. 1989.243 p.

ARAÚJO, E. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; RODAL, M. J. N. Composição florística e fitossociológica de três áreas de Caatinga em Pernambuco. **Revista de Biologia**, v. 55, n. 4, p. 595-607, out./dez. 1995.

ARAÚJO, E. L.; FERRAZ, E. M. N. Processos ecológicos mantenedores da diversidade vegetal na caatinga: estado atual do conhecimento. Pp. 115-128. *In: CLAUDINO-SALES, V. (ed.). Ecosistemas brasileiros: manejo e conservação*. Fortaleza, Expressão Gráfica e Editora. 2003.

BARBOSA, M. R. V.; LIMA, I. B.; LIMA, J. R.; CUNHA, J. P.; AGRA, M. F.; THOMAS, W. W. Vegetação e flora no Cariri paraibano. **Oecol. Bras.**, v. 11, n. 3, p. 313-322, jul./set. 2007.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia de Indivíduos a Ecosistemas**. 4 ed. Editora Artmed, Porto Alegre, 2007.

BIERREGAARD JR., R. O.; LOVEJOY, T. E.; KAPOV, V.; SANTOS, A. A.; HUTCHINGS, R. W. The biological dynamics of tropical rainforest fragments. **Bioscience**. v. 42, n. 1, p. 859-866, 1992.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros. **Biodiversidade brasileira**. Brasília, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2002.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L. V. (Org.). Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente: Universidade Federal de Pernambuco, 2003. 382 p.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Consumo sustentável: Manual de educação**. Brasília: Cosumers International/MMA/IDEC, 2005.

BRAUN-BLANQUET, J. **Plant sociology: the study of plant communities**. New York, Harfnor Publishing Press, 1966. 454p.

BROWER, J. E.; ZAR, J. H. **Field & laboratory methods for general ecology**. 2.ed. Iowa: Northern Illinois University. 1984. 226p.

BROWN, J. H.; STEVENS, G. C.; KAUFMAN, D. M. The geographical range: size, shape, boundaries, and internal structure. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 27, p. 597-623, 1996.

BUDOWSKI, G. Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional processes. **Turrialba**, v. 15, n. 1, p. 40-42, 1965.

CARVALHO, E. C. D. **Fitossociologia e processo de sucessão ecológica em dois remanescentes de Caatinga no Cariri paraibano sob diferentes níveis de antropização**. 2007. 43f. Monografia (Trabalho Acadêmico Orientado). Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande.

CARVALHO, A. R.; MERQUES-ALVES, S. Diversidade e índice sucessional de uma vegetação de Cerrado *sensu stricto* na Universidade Estadual de Goiás-UEG, *Campus* de Anápolis. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 81-90, jan./mar., 2008.

CASTELLETTI, C. H. M.; SANTOS, A. M. M. S.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. Quanto ainda resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar. *In*: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária da UEPE, 2003. 804p.

CAVALCANTE, A. M. B.; SOARES, J. J.; FIGUEIREDO, M. A. Comparative phytosociology of tree sinusiae between contiguous forests in different stages of succession. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 60, n. 4, p. 551-562, out./dez., 2000.

CAZAR, R. A. An exercise on chemometrics for a quantitative analysis course. **Journal of Chemical Education**, v. 80, n. 9, p. 1026-1029. 2003.

CESTARO, L. A.; SOARES, J. J. Variações florística e estrutural e relações fitogeográficas de um fragmento de floresta decídua no Rio Grande do Norte, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 18, n. 2, p.203-218, abr./jul. 2004.

CHIANG, J.C.H.; KOUTAVAS, A. Tropical flip-flop connections. **Nature**, v. 432, p 684-685, 2004.

CHRISTOFOLETTI, S.R.; THOMAZELLA, H. R.; MORENO, M. M. T.; MASSON, M. R. Utilização da análise estatística multivariada no tratamento de dados aplicados a matérias-primas cerâmicas. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 26 n1/2, p.19-29, 2005.

CIENTEC. Mata Nativa: **Sistema para análise fitossociológica e elaboração de planos de manejo de florestas nativas**. São Paulo: CIENTEC, 2002. 126 p.

CLEMENTS, F. E. **Plant Succession**, Carnegie Institution, Publication 242, Washington, DC. 1916.

COSTA, K. C.; LIMA, A. L. A.; FERNANDES, C. H. M.; SILVA, M. C. N. A.; SILVA, A. C. B. L.; RODAL, M. J. N. Flora vascular e formas de vida em um hectare de caatinga no Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 1, p.48-54, jan./mar. 2009.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV, 1997. 390 p.

DAJOZ, R. **Ecologia geral**. Vozes: Petrópolis, 1978. 474p.

EGLER, A. N. Contribuição ao estudo da Caatinga pernambucana. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, n. 5, p. 65-76, out/dez. 1951.

EMEPA. **Redes de Referências: Alternativa para Sustentabilidade da Agricultura Familiar (BORBOREMA)**. João Pessoa: Governo da Paraíba, 2008.

EMPERAIRE, L. Vegetação e flora. In: **IBAMA, Plano de manejo do parque nacional da Serra da Capivara, São Raimundo Nonato – PI**. Brasília: FUDAM, 1991. p. 61-206.

ENGEL, V. L. Silvigênese, dinâmica de fragmentos florestais e a conservação de florestas tropicais. **Série Técnica Florestal**, v. 1, n. 1, p. 21, 1993.

FELFILI, J. M.; VENTUROLI, F. Tópicos em análise de vegetação. **Comunicações Técnicas Florestais**, v.2, n.2, p. 1-25, 2000.

FLEISHMAN, E.; AUSTIN, G. T.; WEISS, A. D. An empirical test of Rapoport's rule: elevational gradients in montane butterfly communities. **Ecology**, v. 79, n. 7, p. 2482 - 2493, 1998.

FONSECA, R. C. B; FONSECA, I. C. B. Utilização de métodos estatísticos multivariados na Caracterização do mosaico sucessional em floresta Semidecidual. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.28, n.3, p. 351-359, jul./set., 2004.

GANDOLFI, S.; LEITÃO FILHO, H.; BEZERRA, C. L. F. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos-SP. **Revista Brasileira de Botânica**, Rio de Janeiro, v. 55, n. 4, p. 753-767, out./dez., 1995.

GIL, P.R. Wilderness – Earth's cast wild places. **CEMEX**, México. 2002.

GLEASON, H. A. The individualistic concept of the plant association. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, New York, v. 53, p.7-26, 1926.

GOMES, M. A. F. **Padrões de Caatinga nos Cariris Velhos, Paraíba**. 1979. 88f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

GOMES, A. P. S.; RODAL, M. J. N.; MELO, A. L. Florística e fitogeografia da vegetação arbustiva subcaducifólia da Chapada de São José, Buíque, PE, Brasil. **Acta Botânica Brasília**, v. 20, n. 1, p. 37-48, jan./mar. 2006

GUREVITCH, J.; SCHEINER, S. M.; FOX, G. A. **Ecologia Vegetal**. 2 ed. Editora Artmed, Porto Alegre, 2009.

HOLDRIDGE, L. R. **ecologia basada en zonas de vida**. Servicio Editorial IICA. 1987. 217p.

INSERNHANGEN, I. **Fitossociologia Florestal no Paraná e os programas de recuperação de áreas degradadas: uma avaliação**. 2001. 219f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Botânica, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

JARDIM, F. C .S.; SOUZA, A. L.; SILVA, A. F. Dinâmica da vegetação arbórea com DAP maior ou igual a 5,0 cm: comparação entre grupos funcionais e ecofisiológicos na estação experimental de silvicultura tropical do INPA, Manaus – AM. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 20, n. 3, p.267-278, jul./set., 1996.

KENDALL, M.G. Discrimination and classification: *In: Krishnaian* (Ed.), Proc. Int. Symp. on Multivariate Analysis, New York, Academic Press, p. 165-185. 1969.

KROL, M.S.; JAEGAR, A.; BRONSTERT, A.; KRYWKOW, J. The semiarid integrated model (SDIM), a regional integrated model assessing water availability, vulnerability of ecosystems and society in NE-Brazil. **Physics and Chemistry of the Earth**. v. 26, p. 529-533, 2001.

LACERDA, A. V.; NORDI, N.; BARBOSA, F. M.; WATANABE, T. Levantamento florístico do componente arbustivo-arbóreo da vegetação ciliar na bacia do rio Taperoá, PB, Brasil. **Acta Botânica Brasília**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 647-656, jul./set. 2005.

LAMPRECHT, H. Silvicultura nos trópicos: Ecosistemas florestais e respectivas espécies arbóreas: possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado. **Eschborn**: Instituto de Silvicultura da Universidade de Göttingen, 1990. 343 p.

LAWTON, J. H.; MACGARVIN, M.; HEADS, P. A. Effects of altitude on the abundance and species richness of insect herbivores on bracken. **Journal of Animal Ecology**, v.56, p. 147-160, 1987.

LEITÃO FILHO, H.F. **Ecologia da mata atlântica em Cubatão**. São Paulo: UNESP/UNICAMP, 1993. 184 p.

LEMOS, J. R.; RODAL, M. J. N. Fitossociologia do componente lenhoso de um trecho da vegetação de caatinga no Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 23- 42, jan./mar. 2002.

LOMOLINO, M. V. Elevation gradients of species - density: historical and prospective views. **Global Ecology and Biogeography**, v. 10, p. 3-13, 2001.

LOVEJOY, T. E.; RANKIN, J. M.; BIERREGAARD JR, R. O.; BROWN JR, K. S.; EMMONS, L. H.; VAN DER VOORT, M. E. Ecosystem decay of Amazon forest remnants, p. 295-325. *In*: NITECKI, M. H. (Ed.). **Extinction**. Chicago, University of Chicago Press, 1984. 340p.

LUETZELBURG, P. V. **Estudos Botânicos do Nordeste**. Rio de Janeiro, Inspeção Federal de Obras Contra as Secas, v. 3.1, A, 57. 1922/1923.

MAGURRAN, A.E. **Measuring Biological Diversity**. Blackwell Science Ltd, Oxford. 2004.

MARACAJÁ, P. B.; BATISTA, C. H. F.; SOUSA, A. H.; VASCONCELOS, W. E. Levantamento florístico e fitossociológico do extrato arbustivo- arbóreo de dois ambientes na Vila Santa Catarina, Serra do Mel, RN. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 3, n. 2, 2º Semestre, 2003.

MARGALEF, R. **Perspectives in Ecological Theory**. Chicago, University of Chicago Press, 1968.

MARTINEZ-RAMOS, M. Claros, ciclos vitales de los arboles tropicales y regeneracion natural de las selvas altas perennifolias. Pp. 191-239. *In*: GOMEZPOMPA, A.; AMO, S.R. (Ed.). **Investigaciones sobre la regeneracion de selvas altas en Vera Cruz, México**. México: Editorial Alhambra Mexicana, 1985.

MARTINS, F. R. Fitossociologia de florestas do Brasil: um histórico bibliográfico. São Leopoldo, **Pesquisas**, v. 40, p. 103-164, 1989.

MC-COY, E. D. The distribution of insects along elevational gradients. **Oikos**, v. 58, p. 313-322, 1990.

METZGER, J. P.; ALVES, L. F.; PARDINI, R.; DIXO, M.; NOGUEIRA, A. A.; NEGRÃO, M. F. F.; MARTENSEN, A. C.; CATHARINO, E. L. M. Características ecológicas e implicações para a conservação da Reserva Florestal do Morro Grande. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 6, n. 2, maio/ago. 2006.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Editora UFMG, Belo Horizonte, 2005.

MOITA NETO, J. M., MOITA, G. C. **Uma Introdução à Análise Exploratória de Dados Multivariados**, Química Nova, São Paulo, v. 21, n. 4, p. 467-469, 1998.

MOREIRA, E. R. F. **Mesorregiões e Microrregiões da Paraíba, delimitação e caracterização**. João Pessoa: Gaplan, 1988. 74p.

- MULLER\_DUMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York, John Wiley; Sons, 574p. 1974. *In*: RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E. V. S. B.; FIGUEIREDO, M. A. **Manual sobre métodos de estudo florístico e fitossociológico – ecossistema Caatinga**. Sociedade Botânica do Brasil. 1992. 24p.
- MYERS, N; MITTERMEIER, R.A; MITTERMEIER, C.G; FONSECA, G.A.B; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**. n 403, p.853-859, 2000.
- NAPPO, M. E.; GOMES, J. G.; HAVES, M. M. F. Reflorestamentos mistos com essências nativas para recomposição de matas ciliares. **Boletim Agropecuário da universidade Federal de Lavras**. Lavras MG: v. 30, p. 1-31. 1999.
- NASCIMENTO, S. S.; ALVES, J. J. A. Ecoclimatologia do cariri paraibano. **Revista Geográfica Acadêmica**, São Paulo, v.2, n.3, p. 28-41. 2008.
- NIMER, E. Climatologia da região Nordeste do Brasil. Introdução à climatologia dinâmica. **Revista Brasileira de Geografia**, v.34, p.3-51, 1972.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 442 p.
- NOGUEIRA, R. J. M. C. N. **Expressões fisiológicas em aceroleiras (*Malpighia emarginata* D.C.) em condições adversas**. 1997. 207f. Tese (Doutorado em Ciências – Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- NOSS, R. F.; CSUTI, B. Habitat fragmentation, p. 269-304. *In*: MEFFE, G. K.; CARROLL, R. C. (Eds). **Principles of conservation biology**. Sunderland, Sinauer Associates, 2nd ed., 1997. 729p.
- ODUM, E. P. The strategy of ecosystem development. **Science**, v. 164, p. 262-270, 1969.
- ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. **Fundamentos de Ecologia**. Editora Cengage Learning, 2007.
- OLIVEIRA, P. T. B.; TROVÃO, D. M. B. M.; CARVALHO, E. C. D.; SOUZA, B. C.; FERREIRA, L. M. R. Florística e fitossociologia de quatro remanescentes vegetacionais em áreas de serra no Cariri paraibano. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.4, p.169-178, out./dez, 2009.
- PAULA, A.; SILVA, A. F.; MARCO JÚNIOR, P.; SANTOS, F. A. M.; SOUZA, A. L. Sucessão ecológica da vegetação arbórea em uma Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, MG, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 407-423, jul./set. 2004.
- PEGADO, C. M.A.; ANDRADE, L. A.; FÉLIX, L. P.; PEREIRA, I. M. Efeitos da invasão biológica de algaroba - *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. sobre a composição e a estrutura do estrato arbustivo-arbóreo da caatinga no Município de Monteiro, PB, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 20, n. 4, p. 887-898, out./dez. 2006.
- PEREIRA, I. M. **Levantamento Florístico do estrato Arbustivo-arbóreo e análise da estrutura fitossociológica de ecossistema de Caatinga sob diferentes níveis de**

**antropismo. Areia. PB.** 2000. 70f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal). Universidade Federal da Paraíba, Areia.

PEREIRA, I. M.; ANDRADE, L. A.; COSTA, J. R. M.; DIAS, J. M. Regeneração natural em um remanescente de Caatinga sob diferentes níveis de perturbação, no agreste paraibano. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v.15, n.3, p.413-426, set./dez. 2001.

PEREIRA, I. M.; ANDRADE, L. A.; BARBOSA, M. R. V.; SAMPAIO, E. V. S. B. Composição florística e análise fitossociológica do componente arbustivo-arbóreo de um remanescente florestal no Agreste Paraibano. **Acta Botânica Brasileira**, v. 16, n. 3, p. 357-369, jul./set. 2002.

PEREIRA, I. M.; ANDRADE, L. A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; BARBOSA, M. R. V. Use-history effects on structure and flora of caatinga. **Biotropica**, v. 35, n. 2, p. 154-165, abr./jun. 2003.

PETREIRE, M.; GIORDANO, L. C.; MARCO JR., P. Empirical diversity index applied to Forest communities in different successional stages. **Brazilian Journal of Biology**, Sao Paulo, v. 64, p. 841-851, 2004.

PIELOU, E.C. **Ecological diversity**. New York. Jonh Wiley and Sons, 1975.

PINTO-COELHO, R.M. **Fundamentos em ecologia**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000. 252 p.

PINTO, S. I. C.; MARTINS, S. V.; SILVA, A. G.; BARROS, N. F.; DIAS, H. C. T.; SCOSS, L. M. Estrutura do componente arbustivo-arbóreo de dois estádios sucessionais de floresta estacional semidecidual na Reserva Florestal Mata do Paraíso, Viçosa, MG, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.5, p.823-833, 2007.

PRADO, E. C. As Caatingas da América do Sul. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. da. **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária da UEPE, 2003. 804p.

QUEIROZ, J. A.; TROVÃO, D. M. B. M.; OLIVEIRA, A. B.; OLIVEIRA, E. C. S. Análise da Estrutura Fitossociológica da Serra do Monte, Boqueirão, Paraíba. Revista de Biologia e Ciências da Terra, **Campina Grande**, v. 6, n. 1, jun./dez, 2006.

QUEIROZ, L.P. The Brazilian Caatinga: phytogeographical patterns inferred from distribution data of the Leguminosae. In: PENNINGTON, R.T; LEWIS, G.P.; RATTER, J.A. (orgs.). **Neotropical Savannas and Dry Forests: Diversity, Biogeography, and Conservation**. Boca Raton: Taylor & Francis, CRC Press, 2006. p.113-149.

REIS, A. C. Clima da Caatinga. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v. 48, p. 325-335, 1976.

RIBAS, R. F.; MEIRA NETO, J. A. A.; SILVA, A. F.; SOUZA, A. L. Composição florística de dois trechos em diferentes etapas serais de uma floresta estacional semidecidual em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.6, p.821-830, 2003.

RICKEFS, R. E. **A Economia da Natureza**. 5 ed. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2003.

ROCHA, P. L. B.; QUEIROZ, L. P.; PIRANI, J. R. Plant species and habitat structure in a sand dune field in the Brazilian Caatinga: a homogeneous habitat harbouring an endemic biota. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 4, p.739-755, out./dez. 2004.

RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E. V. S. B.; FIGUEIREDO, M. A. **Manual sobre métodos de estudo e fitossociológico- ecossistema Caatinga**. Sociedade Botânica do Brasil, 1992. 24 p.

RODAL, M.J. N.; ANDRADE, K. V. S. A.; SALES, M. F.; GOMES, A. P. S. Fitossociologia do componente lenhoso de um refúgio vegetacional no município de Buíque, Pernambuco. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 58, n. 3, p. 517-526, jul./set.1998.

RODAL, M. J. N.; NASCIMENTO, L. M. do. Levantamento florístico da floresta serrana da reserva biológica de Serra Negra, microrregião de Itaparica, Pernambuco, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 16, n. 4, p. 481-500, out./dez. 2002.

SAMPAIO, E. V. S. B.; ANDRADE-LIMA, D.; GOMES, M. A. F. O gradiente vegetacional das caatingas e áreas anexas. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 4, n.1, p. 27-30, jan./mar. 1981.

SAMPAIO, E.V.S.B. Overview of the Brazilian Caatinga. Pp. 35-58. *In*: BULLOCK, S.H.; MOONEY, H.A.; MEDINA, E. (eds.). **Seasonally dry tropical forests**. Cambridge, Cambridge University Press. 1995.

SAMPAIO, E. V. S. B.. Fitossociologia. Pp. 203-230. *In*: SAMPAIO, E. V. S. B.; MAYO S. J.; BARBOSA, M. R. V. (eds.) **Pesquisa botânica nordestina: progresso e perspectivas**. Sociedade Botânica do Brasil/Seção Regional de Pernambuco, Recife: 1996.

SAMPAIO, E. V. S. B.; GIULIETTI, A. M.; VIRGÍNIO, J.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L. **Vegetação e Flora da Caatinga**. Recife, APNE/CNIP, 2002. 176p.

SAMPAIO, E. V. S. b.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L. A vegetação lenhosa das ecorregiões da Caatinga. Pp. 85-90. *In*: JARDIN, E. A. G.; BASTOS, M. N. C.; SANTOS, J. U. M. (eds.). **Desafios da Botânica brasileira no novo milênio: inventário, sistematização e conservação da diversidade vegetal**. Belém, Sociedade Brasileira de Botânica. 2003.

SANDERS, N. J. Elevational gradients in ant species richness: area, geometry, and Rapoport's rule. **Ecography**, v. 25, p. 25-32, 2002.

SANTANA, J. A. S.; SOUTO, J. S. Diversidade e Estrutura Fitossociológica da Caatinga na Estação Ecológica do Seridó - RN. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n. 2, p. 232-242, 2º Semestre, 2006.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit Hídrico e os Processos Morfológicos e Fisiológicos das Plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998.

SANTOS, J. H. S.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; SOUZA, A. L.; SANTOS, E. S.; MEUNIER, I. M. J. Distinção de grupos ecológicos de espécies florestais por meio de técnicas multivariadas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 387-396, jul./set. 2004.

SCHILLING, A. C.; BATISTA, J. L. F. Curva de acumulação de espécies e suficiência amostral em florestas tropicais. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 31, n.1, p.179-187, jan./mar. 2008.

SHEPHERD, G. J. **FITOPAC 1**: manual do usuário. Campinas: UNICAMP, 1995.

SILVA, A. F.; OLIVEIRA, R. V.; SANTOS, N. R. L.; PAULA, A. Composição florística e grupos ecológicos das espécies de um trecho de floresta semidecídua submontana da Fazenda São Geraldo, Viçosa-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.3, p.311-319, jul./set., 2003.

SILVA, C. T.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; SILVA, E.; CHAVES, R. A. Avaliação temporal da florística arbórea de uma Floresta Secundária no Município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.3, p.429-441, jul./set., 2004.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; AZEVEDO NETO, A. D.; BRITO, J. Z.; CABRAL, E. L. Aspectos ecofisiológicos de dez espécies em uma área de caatinga no município de Cabaceiras, Paraíba, Brasil. **IHERINGIA, Série Botânica**, Porto Alegre, v. 59, n. 2, p. 201-205, jul./dez., 2004.

SOARES, J. J.; SOUZA, M. H. A. O.; LIMA, M. I. S. Twenty years of post-fire plant succession in a “cerrado”, São Carlos, SP, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 66, n. 2, p. 587-602, abr. /jun., 2006.

SOUZA, M. J. N. de; MARTINS, M. L. R.; SOARES, Z. M. L.; FREITAS-FILHO, M. R. de; ALMEIDA, M. A. G. de; PINHEIRO, F. S. de A.; SAMPAIO, M. A. B.; CARVALHO, G. M. B. S.; SOARES, A. M. L.; GOMES, E. C. B. & SILVA, R. A. Redimensionamento da região semi-árida do Nordeste do Brasil. In: **Conferência Nacional e Seminário Latino-Americano de Desertificação**. Fundação Esquel do Brasil. Fortaleza, 1994.

SOUZA, A.L.; FERREIRA, R.L.C.; XAVIER, A. **Análise de agrupamento aplicada à área florestal**. Viçosa, MG: SIF, 1997. 109 p. (Documento SIF, 16).

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática**. Ed Plantarum, Nova Odessa, São Paulo, 2005.

SOUZA, B. C **Comparativo fisionômico da comunidade vegetal e análise fitossociológica em diferentes zonas fisiográficas da caatinga paraibana**. 2007. 42f. Monografia (Trabalho Acadêmico Orientado). Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande.

SOUZA, B. I. **Cariri Paraibano: do silêncio do lugar à desertificação**. 2008. 198f. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul Porto.

STEVENS, G. C. The latitudinal gradient in geographical range: how so many species coexist in the tropics. **American Naturalist**, v. 133, p. 240 – 256, 1989.

STEVENS, G. C. The elevational gradient in altitudinal range: an extension of Rapoport's latitudinal rule to altitude. **American Naturalist**, v. 140, p. 893 – 911, 1992.

SWAINE, M.D.; WHITMORE, T.C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. **Vegetatio**, v. 75, p. 81-86, 1988.

TABARELLI, M.; VILLANI, J. P.; MANTOVANI, W. Aspectos da sucessão secundária em trecho da floresta atlântica no Parque Estadual da Serra do Mar, SP. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 99-112, 1993.

TANSLEY, A. G. The use and abuse of vegetational concepts and terms. **Ecology**, v. 16, p. 284-307, 1935.

TROVÃO, D. M. B. M. **Fitossociologia e Aspectos Ecofisiológicos do Componente Lenhoso em Fragmentos de Caatinga na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Bodocongó - Paraíba**. 2004. 108f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) Universidade Federal da Campina Grande.

TROVÃO, D. M. B. M.; FERNANDES, P. D.; ANDRADE, L. A.; DANTAS NETO, J.; OLIVEIRA, A. B.; QUEIROZ, J. A. Avaliação do potencial hídrico de espécies da Caatinga sob diferentes níveis de umidade no solo. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 4, n. 2, jul./dez., 2004.

TROVÃO, D. M. B. M.; FERNANDES, P. D.; ANDRADE, L. A.; DANTAS NETO, J. Variações sazonais de aspectos fisiológicos de espécies da Caatinga. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 3, p. 307-311. 2007.

TURNER, I. M. Species loss in fragments of tropical rainforests: a review of the evidence. **Journal of Applied Ecology**. v. 33, p. 200-209, 1996.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em Ecologia**. 3 ed. Editora Artmed, Porto Alegre, 2010.

VELLOSO, A. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; PAREYN, F. G. C. **Ecorregiões propostas para o bioma caatinga**. Recife: Associação Plantas do Nordeste; Instituto de Conservação Ambiental The Nature Conservancy do Brasil, 2002. 76 p.

WHITTAKER, R. H. **Communities and ecosystems**. New York, MacMillan, 1975.

WILSEY, B.J.; CHALCRAFT, D.R.; BOWLES, C.M.; WILLIG, M.R. Relationships among indices suggest that richness is an incomplete surrogate for grassland biodiversity. **Ecology**, v. 86, n. 5, p.1178-1184, 2005.

WOLDA, H. Altitude, habitat and tropical insect diversity. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 30, p. 313-323, 1987.

YOUNG, A.; BOYLE, T.; BROWN, A. The population genetic consequences of habitat fragmentation. **Trends in Ecology and Evolution**. v. 11, p. 413-418, 1996.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)