



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MODELAGEM EM CIÊNCIAS DA  
TERRA E DO AMBIENTE

CARACTERIZAÇÃO DA SAVANA ESTÉPICA PARQUE NO  
BAIXO MÉDIO SÃO FRANCISCO, BAHIA, BRASIL

Leilton Santos Damascena

Feira de Santana – Bahia

2011

CARACTERIZAÇÃO DA SAVANA ESTÉPICA PARQUE NO BAIXO MÉDIO SÃO  
FRANCISCO, BAHIA, BRASIL

Leilton Santos Damascena

Dissertação apresentada ao curso de  
pós-graduação em Modelagem em  
Ciências da Terra e do Ambiente da  
Universidade Estadual de Feira de  
Santana, para a obtenção do título de  
mestre.

Orientador: Prof. Dr. Flávio França

Co-orientador: Dr. Iêdo Bezerra Sá

Feira de Santana – Bahia

2011

Banca Examinadora

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria de Jesus Nogueira Rodal

*Universidade Federal Rural de Pernambuco*

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Jocimara Souza Britto Lobão

*Universidade Estadual de Feira de Santana*

Prof<sup>º</sup>. Dr<sup>º</sup>. Flavio França

*Universidade Estadual de Feira de Santana*

*Orientador e Presidente da Banca*

Feira de Santana – Bahia

2011



## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vivência do seu amor e por dar-me forças para trilhar meu caminho.

À Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) pela infraestrutura dedicada à pesquisa aqui desenvolvida, principalmente a pós-graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente, na pessoa de Marjorie Cseko Nolasco e a todos os professores que constituem essa família.

Ao Laboratório de Taxonomia Vegetal e ao Herbário nas pessoas de Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Efigênia de Melo e Prof<sup>º</sup>. Dr. Luciano Paganucci de Queiroz, por ceder sua infraestrutura para o desenvolvimento desta pesquisa, além de contribuir com as identificações das espécies.

Ao projeto Mandacaru quando fulora na seca... “Estudo multidisciplinar sobre processos de desertificação, estratégias adaptativas e empoderamento das comunidades que habitam nos sertões do estado da Bahia” na pessoa do coordenado o Prof. Dr. Washington J. Sant’anna da Franca Rocha por oferecer recursos para a execução dos trabalhos de campo.

À EMBRAPA Semiárido na pessoa de Iêdo Bezzera Sá, por oferecer a infraestrutura para o desenvolvimento dos trabalhos de processamento digital das imagens.

À FAPESB por conceder à bolsa de pesquisa a qual foi fundamental para o desenvolvimento da pesquisa.

Aos professores Flávio França e Efigênia de Melo por me acolher como amigo e às vezes como filho em todo meu caminho acadêmico.

A Benedito Marques da Silva conhecido como Seu Bené, por me ensinar tanto sobre a vida em cada viagem realizada e por ser este amigão e pai, sem o qual o campo não seria o mesmo.

A minha família que é o maior presente que recebi em minha vida e de onde aprendi a me constituir como pessoa, principalmente a minha vó Madalena Souza que deu origem as pessoas que mais amo.

A minha mãe Anizia Carolina, a meu Pai Leobino Barreto e ao meu irmão Leonil Damascena pela compreensão dos momentos de dificuldade vivida para o desenvolvimento deste trabalho e por todo o carinho.

Ao Meu Bem Geanne Brito pelo carinho que sempre me dedicou e pela compreensão dos momentos de distanciamento.

Aos meus amigos de sempre Pedro Silvestre, Jonaicon Vieira, Tarciso Maia e Jamerson de Jesus pelo companheirismo durante os períodos de graduação e principalmente de alegria, com muita torcida ao lado da nação Tricolor (Baêeeaaa!!!).

Aos amigos e amigas encontrados no Laboratório de Taxonomia vegetal e durante a graduação e pós-graduação: Jamile, Carla, Sâmia, Cláudia, Diogo, Adriana, Karol, Isys, Lara, Kamilla, Jumara, Rogério, Beto, Filipe, Marianna Pinto, Cassia, Alessandra, Reinaldo, Jailson.

Com carinho, a meu padrinho Edemilton por me ensinar tanto sobre Deus e seu amor.

Aos amigos da cidade de Amargosa pelo carinho e tantos anos de amizade.

## LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1. Valores de importância das características para análise dos sistemas.</i>	23
<i>Tabela 2. Principais classificações da vegetação do Brasil e suas características.</i>	33
<i>Tabela 3. Valores normalizados para hierarquização dos conceitos utilizados na construção dos sistemas de classificação da vegetação do Brasil. **Classificações internacionais.</i>	34
<i>Tabela 4. Porcentagem da variância explicada em cada componente principal. b – Componente principal realizado exclusivamente com as classificações brasileiras; i – Componente principal que abarca classificações nacionais e internacionais.</i>	34
<i>Tabela 5. Porcentagem da informação atribuída às classificações explicada pelos componentes principais. PCnB – Valores dos componentes principais realizados com exclusivamente as classificações brasileiras.</i>	35
<i>Tabela 6. Contribuição dos conceitos para a formação de cada componente principal. PCnB – componentes principais elaborados exclusivamente sobre as classificações do Brasil.</i>	35
<i>Tabela 7. Unidades e tipos de vegetação encontrados no Bioma Caatinga propostos por Andrade-Lima (1981) e modificado por Prado (2005).</i>	36
<i>Tabela 8. Características dos grupos propostos por Veloso et al. (1991) para a Savana Estépica.</i>	40
<i>Tabela 9. Análise química das amostras de solo retirada de áreas de Savana Estépica Parque ao longo do Baixo Médio São Francisco, Bahia. (Cho – Chorrochó, Jua – Juazeiro, Macu – Macururé, Rod – rodela).</i>	52
<i>Tabela 10. Espécies e seu parâmetros fitossociológicos em ordem decrescente do valor do índice de cobertura (IC), Savana Estépica Parque, Baixo Médio São Francisco, Bahia. NP – número de pontos, NT – número de toques, MT – Média de toques, FA – Frequência absoluta, FR – Frequência relativa, VA – Vigor absoluto, VR – Vigor relativo, IC – índice de cobertura.</i>	59
<i>Tabela 11. Espécies e seus parâmetros fitossociológicos em ordem decrescente do valor de importância (IVI), Savana Estépica Parque, Baixo Médio São Francisco, Bahia. N- Número da espécie nas figuras 8 e 9; IND – Número absoluto de indivíduos; DR – Densidade relativa; FR – Frequência relativa (%); DoR – Dominância Relativa; IVI – Índice de Valor de Importância.</i>	65
<i>Tabela 12. Parâmetros fitossociológicos registrados em áreas de Savana Estépica (Caatinga). Cl.V- Classe de vegetação tendo como base o mapeamento realizado pelo PROBIO. Siglas: Ec – Ecótono; Ta – Savana Estépica Arborizada; Td – Savana Estépica Florestada; Tp – Savana Estépica Parque; Trab. – Número que se referencia aos trabalhos da figura 13; SSP – Número de espécies; DT – Densidade total por hectares; ABT – Área basal total; ALT.M – altura média; H<sup>2</sup>- Índice de diversidade de Shannon-Wiener.</i>	69
<i>Tabela 13. Lista das famílias e espécies encontradas na área de Savana Estépica Parque, no Baixo Médio São Francisco, Bahia.</i>	77

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Dispersão dos sistemas de classificação nas componentes principais 1 e 2. I - Dispersão das classificações Internacionais e do Brasil; II - Dispersão das classificações do Brasil.</i>	32
<i>Figura 2. Climatograma obtido através do balanço hídrico (Thornthwaite &amp; Mather, 1955) para o município de Floresta - Pe, que se aproxima 70 Km do município de Rodelas. Latitude 8, 60 S e Longitude 38, 57. Altitude 310 m. Dados INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Site: <a href="http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br">http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br</a></i>	42
<i>Figura 3. Climatograma obtido através do balanço hídrico (Thornthwaite &amp; Mather (1955)) para o município de Petrolina - Pe. Latitude 9, 38 S e Longitude 40, 48. Altitude 370 m. Dados INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Site: <a href="http://www.bdclima.cnpm.embra.br">http://www.bdclima.cnpm.embra.br</a></i>	43
<i>Figura 4. Distribuição dos pontos de amostragem fitossociológica na vegetação Savana Estépica Parque, no Baixo Médio São Francisco, Bahia.</i>	44
<i>Figura 5. Método de distribuição das parcelas para a coleta dos dados fitossociológicos.</i>	45
<i>Figura 6. Distribuição das espécies nas famílias coletadas na área da Savana Estépica Parque.</i>	54
<i>Figura 7. Distribuição das espécies coletadas na Savana Estépica Parque nas categorias de distribuição geográfica.</i>	54
<i>Figura 8. Proporção das formas de vida de Raunkiaer (1934) para o levantamento das espécies na Savana Estépica Parque, situada no Baixo Médio São Francisco, Bahia.</i>	56
<i>Figura 9. Cobertura do estrato arbóreo-arbustivo da Savana Estépica Parque ao longo de transectos. PSCV – Ponto sem cobertura vegetal, PCCV – Ponto com cobertura vegetal.</i>	56
<i>Figura 10. Cobertura do estrato herbáceo da Savana Estépica Parque ao longo de transectos. PSCV – Ponto sem cobertura vegetal, PCCV – Ponto com cobertura vegetal.</i>	57
<i>Figura 11. Cobertura vegetal na Savana Estépica Parque ao longo de transectos. PSCV – Ponto sem cobertura vegetal, PCCV2 – Ponto com cobertura vegetal em dois estratos, PCCV1 – Ponto com cobertura vegetal em pelo menos um estrato.</i>	58
<i>Figura 12. Frequência de indivíduos por famílias na Savana Estépica Parque, no Baixo Médio São Francisco, Bahia.</i>	60
<i>Figura 13. Distribuição dos indivíduos em classes de altura nas áreas de Savana Estépica Parque.</i>	61
<i>Figura 14. Padrão de variação de altura das espécies encontradas na Savana Estépica Parque, no Baixo Médio São Francisco, Bahia. * Os números referentes às espécies estão dispostos na tabela 11.</i>	62
<i>Figura 15. Distribuição dos indivíduos em classes diamétricas nas áreas de Savana Estépica Parque, no Baixo Médio São Francisco, Bahia.</i>	63
<i>Figura 16. Padrão de variação diamétrica das espécies encontradas na Savana Estépica Parque, no Baixo Médio São Francisco, Bahia. * Os números referentes às espécies estão dispostos na tabela 11.</i>	63
<i>Figura 17. Similaridade entre levantamentos fitossociológicos na região da Savana Estépica (Caatinga), através da aplicação do índice de Sørenze. *A numeração dos trabalhos está elencada na tabela 12.</i>	67
<i>Figura 18. Análise de conglomerado com base na estrutura da vegetação de acordo com a tabela 3, utilizando o índice da Distância de Bray-Curtis e o método de agregação Ward de Variância Mínima. I. Dendrograma com todas as variáveis estruturais; II. Dendrograma com variáveis estruturais excetuando-se a área basal.</i>	71
<i>Figura 19. Tipos fisionômicos da Savana Estépica propostos por Veloso et al. (1991), excluindo a unidade Savana Estépica Gramíneo-lenhosa (Tg).</i>	91
<i>Figura 20. Área de estudo mapeada no Baixo Médio São Francisco, Bahia.</i>	92
<i>Figura 21. Variação estrutural da Savana Estépica Parque ao longo do ciclo sazonal.</i>	93
<i>Figura 22. Aspectos do comportamento espectral de uma folha (Shimaboukuro &amp; Ponzoni, 2005).</i>	96

Figura 23. Características do sensor Thematic Mapper (TM), com a sua resolução espectral, espacial e temporal, do LandSat 5.	97
Figura 24. Fluxograma da lógica de interpretação do processamento digital de imagens proposta por Gonzalez et al. (2000) adaptado a análise da Savana Estépica Parque.	98
Figura 25. Tipos de fatiamento por níveis de cinza. (Gonzalez et al., 2000).	100
Figura 26. Fatiamento por plano de bits (Gonzalez et al. 2000)	100
Figura 27. Fatiamento por intensidade ou densidade. (Gonzalez et al., 2000).	101
Figura 28. Definição das médias de cada classe no método de mínima distância (IDRISI, 2003).	102
Figura 29. Definição de classes no método de mínima distância (IDRISI, 2003).	102
Figura 30. Modelo matemático da distribuição dos pixels em duas categorias no método MAXVER.	103
Figura 31. Categorias amostradas e sua região de influência, no método MAXVER.	104
Figura 32. Modelo de integração cartográfico para o mapeamento da unidade vegetacional Savana Estépica Parque.	108
Figura 33. Variação dos valores digitais para as categorias (Tp – Savana Estépica Parque, Ta – Savana Estépica Arborizada, Plantio, Solo, Água), na variação sazonal para esta vegetação (I, III, V, VII e IX – Alta precipitação; II, IV, VI, VIII e X – Baixa precipitação) na Região de Rodelas, Bahia.	112
Figura 34. Variação dos valores digitais para as categorias (Tp – Savana Estépica Parque, Ta – Savana Estépica Arborizada, Plantio, Solo, Água), na variação sazonal para esta vegetação (II, IV, VI, VIII e X – Alta precipitação; I, III, V, VII e IX – Baixa precipitação) na Região de Juazeiro, Bahia.	113
Figura 35. Variação da área em hectares (CA) e número de fragmentos (NP) para os mapeamentos para a Savana Estépica Parque para a região de Rodelas, Bahia.	115
Figura 36. Variação da área em hectares (CA) e número de fragmentos (NP) no dégradé (1 – área classificada por uma classificação, 6- área classificada por todas as classificações) de confluências entre os mapeamentos na Savana Estépica Parque para a região de Rodelas, Bahia.	116
Figura 37. Índices de validação entre as diferentes metodologias utilizadas e períodos sazonais, para Tp em Rodelas.	117
Figura 38. Índices de validação do mapa fusionado (1 – área classificada por uma classificação, 6- área classificada por todas as classificações) de todas as classificações para Tp em Rodelas.	117
Figura 39. Mapa de distribuição da Savana Estépica Parque no Baixo Médio São Francisco, Bahia.	118
Figura 40. Variação da área em hectares (CA) e número de fragmentos (NP) para os mapeamentos para a Savana Estépica Parque para a região de Juazeiro, Bahia.	120
Figura 41. Variação da área em hectares (CA) e número de fragmentos (NP) no dégradé (1 – área classificada por uma classificação, 6- área classificada por todas as classificações) de confluências entre os mapeamentos na Savana Estépica Parque para a região de Juazeiro, Bahia.	121
Figura 42. Índices de validação entre as diferentes metodologias utilizadas e períodos sazonais, para Tp em Juazeiro.	122
Figura 43. Índices de validação do mapa fusionado (1 – área classificada por uma classificação, 6- área classificada por todas as classificações) de todas as classificações para Tp em Juazeiro.	122
Figura 44. Mapa da Savana Estépica Parque no Baixo Médio São Francisco, Juazeiro, Bahia.	123

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

- APG – Angiosperm Phylogeny group
- CA – Classificação de Aubréville
- CAA – Classificação de Aroldo de Azevedo
- CAJS – Classificação de Alberto J. Sampaio
- CAL-V – Classificação de Andrade-Lima e Veloso
- CBD – Classificação de Burtt-Davy
- CD – Classificação de Dansereau
- CEK – Classificação de Edgar Kuhlmann
- CE-MD – Classificação de ElleMBERG & Müller Dombois
- CGC – Classificação de Gonzaga de Campos
- CGE – Classificação de George Eiten
- CLBS – Classificação de Lindalvo Bezerra dos Santos
- CM – Classificação de Martius
- CO-F – Classificação de Oliveira Filho
- CPR – Classificação do Projeto RADAMBRASIL
- CR – Classificação de Rizzini
- CS – Classificação de Schimper
- CT – Classificação de Trochain

CT-C – Classificação de Tansley & Chipp  
CV – Classificação de Veloso  
DEF – Deficiência hídrica  
Ec – Ecótono  
ETP – Evapotranspiração potencial  
ETR – Evapotranspiração real  
H' - Índice de diversidade de Shannon-Wiener  
HUEFS – Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
IPNI – The International Plant Name Index  
LANDSAT – Land Remote Sensing Satellite  
NASA – National Aeronautics and Space Administration  
Pabak – Prevalence and Bias Adjusted Kappa  
PROBIO – Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira  
Ta – Savana Estépica Arborizada  
Td – Savana Estépica Florestada  
Tg – Savana Estépica Gramíneo-lenhosa  
Tp – Savana Estépica Parque  
SIG – Sistemas de informações Geográficas  
USGS - U.S.Geological Survey

## Sumário

LISTA DE TABELAS .....	7
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....	10
RESUMO .....	14
ABSTRACT .....	15
INTRODUÇÃO.....	16
BIBLIOGRAFIA .....	17
A ARQUITETURA DOS SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO DA VEGETAÇÃO BRASILEIRA .....	18
INTRODUÇÃO.....	19
AS CLASSIFICAÇÕES DA VEGETAÇÃO BRASILEIRA.....	20
MÉTODO PARA ESTUDO CONCEITUAL DAS CLASSIFICAÇÕES DA VEGETAÇÃO NO BRASIL.....	21
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	24
CONCLUSÃO.....	29
BIBLIOGRAFIA .....	30
ASPECTOS ESTRUTURAIS E FLORÍSTICOS DAS ÁREAS DE SAVANA ESTÉPICA PARQUE NO BAIXO MÉDIO SÃO FRANCISCO.....	37
INTRODUÇÃO.....	38
SAVANA ESTÉPICA.....	39
METODOLOGIA.....	42
ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO DA SAVANA ESTÉPICA PARQUE.....	42
ÁREA DE COLETA DO MATERIAL BOTÂNICO .....	43
COLETA DO MATERIAL BOTÂNICO E O TRATAMENTO TAXONÔMICO .....	44
O MÉTODO FITOSSOCIOLÓGICO DE PARCELAS .....	45
MEDIDAS ESTRUTURAIS DO MÉTODO DE PARCELAS .....	46

O MÉTODO FITOSSOCIOLÓGICO DE PONTOS .....	47
MEDIDAS ESTRUTURARIS DO MÉTODO DE PONTOS .....	47
ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E FORMAS DE VIDA DAS ESPÉCIES .....	48
ANÁLISE COMPARATIVA DOS DADOS FITOSSOCIOLÓGICOS .....	48
MÉTODO DE COLETA E ANÁLISE DE SOLOS .....	50
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	50
CONCLUSÃO.....	72
BIBLIOGRAFIA .....	73
ANEXO.....	83
ÍNDICES FITOSSOCIOLÓGICOS PARA O ESTRATO ARBUSTIVO ARBÓREO .....	83
PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS PARA O ESTRATO HERBÁCEO .....	86
MAPEAMENTO DA SAVANA ESTÉPICA PARQUE NO BAIXO MÉDIO SÃO FRANCISCO NO ESTADO DA BAHIA.....	88
INTRODUÇÃO.....	89
ÁREA DE ESTUDO .....	91
REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	92
ASPECTOS DA SAVANA ESTÉPICA PARQUE .....	92
SENSORIAMENTO REMOTO E A CLASSIFICAÇÃO DA VEGETAÇÃO .....	94
SISTEMA DE SATÉLITES E SENSORES APLICADOS NO MAPEAMENTO .....	96
PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGEM.....	98
AMBIENTE DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA.....	104
MATERIAIS E MÉTODO.....	105
MODELAGEM CARTOGRÁFICA .....	106
LEVANTAMENTO DE DADOS.....	108
VALIDAÇÃO DO MAPEAMENTO.....	109
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	109
MAPEAMENTO PELO MÉTODO DE FATIAMENTO DE PIXEIS .....	109
MAPEAMENTO DA ÁREA DE ESTUDO NA REGIÃO DE RODELAS .....	114
MAPEAMENTO DA ÁREA DE ESTUDO NA REGIÃO DE JUAZEIRO.....	119
CONCLUSÃO.....	124
BIBLIOGRAFIA .....	125
CONCLUSÃO GERAL.....	127

## RESUMO

A vegetação da caatinga é formada por várias unidades fisionômicas, entre elas a Savana Estépica Parque (Tp), a qual é tida como a unidade mais típica da Savana Estépica. Os objetivos deste trabalho foram: Analisar a estrutura hierárquica conceitual das classificações da vegetação, inventariar as espécies vegetais e traçar suas relações fitossociológicas, afim de, avaliar as singularidades florísticas e estrutural e caracterizar os fatores abióticos, além de desenvolver o mapeamento da Tp para a região do baixo médio São Francisco. Para isso, desenvolveu-se a organização conceitual dos sistemas de classificação com base na influência deste para a formação dos grupos vegetacionais, após se dispôs as classificações em componentes principais. A fitossociologia foi realizada com base na coleta de dados florísticos e estruturais em campo, para subsidiar a comparação com outros trabalhos realizados na Savana Estépica. O mapeamento foi realizado em duas regiões, Rodelas e Juazeiro, com base em técnicas de classificação (MAXVER, Mínima Distância e Fatiamiento) para duas épocas sazonalmente opostas, para traçar limites mais precisos desta unidade vegetacional. Como resultado deste trabalho observou-se que: a) A organização conceitual dos sistemas de classificação demonstra que os conceitos ligados à estrutura vegetacional predominam na segregação de unidades vegetacionais, em quanto que, os dados florísticos não são utilizados como informações determinantes para a delimitação de grupos. b) A análise fitossociológica e florística apresentou a Tp formada por uma cobertura vegetal repleta de clareiras, contendo espécies arbustivas, herbáceas, gramíneas e algumas vezes arbóreas, que cobrem parcialmente o solo pedregoso. Esta fisionomia caracteriza-se por apresentar padrão espaçado dos nanofanerófitos, os quais possuem uma pseudo-ordenação, onde pequenos agrupamentos de plantas lenhosas de pequeno porte são formados sobre um denso tapete lenhoso de hemicriptófitos e caméfitos. Os arbustos são principalmente a *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz, *Jatropha mollissima* Baill., *Cnidocolus quercifolius* Pohl e o *Aspidosperma pyriforme* Mart., o estrato herbáceo é dominado por espécies do gênero *Aristida*. O solo é raso e pedregoso com pouca matéria orgânica. c) O mapeamento realizado para a Tp próximo ao município de Rodelas apresenta características mais típicas da fisionomia. Já a região de Juazeiro é altamente fragmentada e permeada por áreas de transição com outras fisionomias e campos antrópicos. Concluindo, a Savana Estépica Parque é uma unidade fitofisionômica distinta de outras unidades vegetacionais pela formação de pequenos agrupamentos das espécies de fanerófitos, este envolvidos em um contínuo tapete de *Aristida*.

Palavras-Chave: Caatinga; Savana Estépica; Fitossociologia; Florística

## ABSTRACT

The Caatinga vegetation is formed by several physiognomic units including the Steppic Savannah Parkland (Tp), which is regarded as the unit more typical Steppic Savannah. Our objectives were: to analyze the hierarchical structure of the conceptual classification of the vegetation, inventory the plant species and describe their phytosociological relationships in order to assess the unique floristic and structural characterization of abiotic factors, in addition to developing the mapping of Tp to region of the lower middle São Francisco. For this, was developed the conceptual organization of classification systems based on this influence for the formation of groups, was prepared after the ratings on the principal components. Phytosociology was based on collecting data on floristic and structural field, to aid comparison with other studies conducted in the Stepic Savannah. Mapping was conducted in two regions, Rodelas and Juazeiro, based on classification techniques (MAXVER, Minimum Distance, Simple Slicing) for two seasons seasonally opposed to more precise delineation of this vegetation unit. This study showed that: a) The conceptual organization of the classification systems demonstrated that concepts related to structure dominated the segregation units of vegetation systems, where the floristic data are not used as information for determining the boundaries of groups. b) The floristic and phytosociological analysis presented, Tp consists of a canopy full of gaps, containing shrubs, herbs, grasses and sometimes trees partially covering the stony soil. This physiognomy is characterized by spaced pattern of nanophanerophytes with a pseudo-ordination, where clusters of woody plants developed on a dense covering of hemipterophytes and chamaephytes. The shrubs are mainly *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. de Queiroz, *Jatropha molissima* Baill., *Cnidoscolus quercifolius* Pohl and *Aspidosperma pyriforme* Mart., the herbaceous layer is dominated by *Aristida* sp. The soil is shallow and rocky with little organic matter. c) The mapping of Rodelas area showed the most typical characteristics and the greatest area of physiognomy. In another hand, Juazeiro area was fragmented and permeated by transitions areas with anthropic physiognomy. The Steppic Savannah Parkland is an unit distinct from other vegetation types by the existence of small phanerophytes species groups in a continuous *Aristida* field.

Keywords: Caatinga; Savannah Steppe; Phytosociology; Floristic

## INTRODUÇÃO

A vegetação tem como características principais a heterogeneidade do padrão fisionômico e florístico, estas duas tendências são utilizadas para individualizar em unidades a vegetação. No sistema de classificação de Veloso *et al.* (1991) as características fisionômicas são ressaltadas, neste mesmo sistema o nível superior de classificação tem como base as diferenças florísticas com a presença de algumas distorções.

O histórico de classificação da vegetação brasileira aponta duas vertentes mais utilizadas para a delimitação dos tipos vegetacionais, as características florísticas e estruturais, onde, os conceitos fisionômicos sobressaem nos sistemas propostos. A classificação com base na fisionomia é justificada pela facilidade de reconhecimento em campo e pelo poder de discriminação dos grupos. No entanto, vale ressaltar que a classificação formulada sobre a fisionomia responde bem a questões ligadas a distribuição da biomassa.

Neste trabalho adotamos a classificação proposta por Veloso *et al.* (1991) pela estabilidade de sua classificação, e por apresentar definições precisas dos conceitos utilizados para individualização dos tipos vegetacionais, facilitando a validação da delimitação dos seus grupos. Neste sistema, a região do nordeste brasileiro é classificada como Savana Estépica e esta é subdividida em quatro grupos, Savana Estépica Florestada, Savana Estépica Arborizada, Savana Estépica Parque e Savana Estépica Gramíneo-lenhosa.

Dentre estes tipos fisionômicos foi escolhida a Savana Estépica Parque pelo seu padrão fisionômico marcante e por encontrar-se dentro de uma das áreas propícias a desertificação.

O conhecimento da distribuição das classes de vegetação ao longo de uma área é um passo fundamental para o desenvolvimento de pesquisas científicas, e para subsidiar o manejo do uso e ocupação do solo. Na perspectiva ecológica é fundamental entender as variações vegetacionais, pois estas revelam os processos relacionados a biodiversidade.

Os objetivos específicos deste trabalho foram:

Inventariar as espécies vegetais vasculares em áreas de Savana Estépica (Caatinga) Parque;

Avaliar as singularidades florísticas e estrutural na fitofisionomia Savana Estépica Parque;

Caracterizar os fatores abióticos, que acompanham a ocorrência da Savana Estépica (Caatinga) Parque;

Desenvolver o mapeamento da Savana Estépica Parque para a região do baixo médio São Francisco.

O trabalho proposto foi estruturado em três capítulos, onde o primeiro é dedicado ao conhecimento da estrutura lógica da construção dos sistemas de Classificação do Brasil. O segundo capítulo apresenta uma análise florística e fitossociológica da vegetação Savana Estépica Parque, buscando separar esta subunidade proposta por Veloso *et al.* (1991) das outras subunidades para a Savana Estépica (Caatinga). O terceiro capítulo busca realizar o mapeamento da vegetação ao longo do baixo médio São Francisco.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

ANDRADE-LIMA, D. 1981 The Caatinga dominium. Revista Brasileira de Botânica, v. 4, p. 149-153.

QUEIROZ, L.P. de. 2009. Leguminosas da caatinga. Feira de Santana, Bahia. 467 p.

VELOSO, H.P.; RAQUEL-FILHO, A.L.R. & LIMA, J.G.A. 1991. Classificação da vegetação brasileira, adaptado a um sistema universal. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.

CAPITULO I

**A ARQUITETURA DOS SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO  
DA VEGETAÇÃO BRASILEIRA**

A ARQUITETURA DOS SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO DA VEGETAÇÃO  
BRASILEIRA

*“Somente do justo equilíbrio das duas tendências (descrição fisionômica e análise florística), é que a fitogeografia poderá evoluir num sentido mais amplo” (Egler 1951)*

## **INTRODUÇÃO:**

A vegetação brasileira é formada por mosaicos diferenciados na sua composição, estrutura e diversidade de condições ambientais, sendo apontada como um dos maiores *hotspot* de diversidade do mundo. Os sistemas de classificação desta vegetação, em acordo com os conhecimentos biológicos, buscam entender os padrões na heterogeneidade das comunidades.

Nas classificações propostas para a vegetação do Brasil encontramos sua estrutura formada por diversas nomenclaturas e agrupamentos diferenciados de conceitos, que buscam organizar em grupos lógicos a variação da vegetação. No entanto, é perceptível o predomínio de alguns conceitos para a construção das delimitações entre as categorias de vegetação.

Em sua maioria, os sistemas de classificação não apresentam demarcações conceituais precisas, o que restringe a possibilidade de diálogo entre as mesmas. Este fato limita o desenvolvimento de análises integradas dos sistemas ou mesmo a utilização destes nas análises de dados ecológicos, taxonômicos, etc. Entretanto, é importante salientar, que o papel histórico de cada classificação é indiscutível, pois apresentam um retrato do conhecimento estabelecido em diversas áreas do campo das ciências naturais.

A classificação da vegetação em um importante papel na expressão da complexidade da vegetação, pois algumas classificações apresentam um caráter generalista ou, em oposição, individualista. Estas características são fundamentais para

o desenvolvimento de projetos conservacionistas no plano nacional, já que, as políticas de fomento a pesquisa adotadas para o meio ambiente estão atreladas às divisões propostas para a classificação da vegetação. Além disso, o conhecimento de alguns fenômenos biológicos está ligado a classes vegetacionais, o que impõem a necessidade de uma observação criteriosa da construção estrutural dos sistemas de classificação.

Este capítulo tem como objetivo discutir as classificações propostas para a vegetação do Brasil por meio de conceitos que estruturam os sistemas de classificação, buscando entender a estrutura hierárquica das classificações.

## **AS CLASSIFICAÇÕES DA VEGETAÇÃO BRASILEIRA**

As diversas formas de classificação da vegetação têm como fim, individualizar comunidades a partir de prismas específicos, adotando desta maneira conceitos relacionados ao ambiente, que dão suporte à presença e manutenção dos processos ecológicos, até a constituição ou comportamento das espécies inseridas na comunidade.

A classificação brasileira tem seu início na proposta de Martius (1858), publicada na *Flora Brasiliensis*, sendo que esta divisão foi realizada tendo como base a composição florística, diferenciando-se da classificação de Alberto J. Sampaio (1934), construída sobre o conceito de domínios florísticos de Drude (1889), o qual caracteriza as áreas pelos endemismos de determinadas categorias taxonômicas, e por utilizar elementos geográficos.

Nos mapas atuais de classificação da vegetação ainda está incluso o esquema fundamental da divisão dos grupos florísticos e das inter-relações entre estes, proposta por Martius, variando apenas no nível de detalhamento e no aparecimento de algumas fitofisionomias como o pantanal (Ferri, 1980) (Tabela 2).

A classificação de Gonzaga de Campos (1926) possui sua base nas características fisionômicas, sendo esta tendência mantida nas classificações seguintes, no entanto, a classificação de Lindalvo B. dos Santos (1943) foi a primeira a ter o conceito fisionômico como divisão fundamental das categorias. Esta característica é

encontrada como uma das principais formas de individualização das feições vegetacionais, pela possibilidade de detecção da heterogeneidade e o fácil mapeamento.

O detalhamento das fitofisionomias transparece na classificação brasileira após a publicação dos trabalhos de Andrade-Lima (1966) e Veloso *et al.*(1966). Anterior a estes sistemas, as classificações não possuíam detalhes das unidades de vegetações e os limites das classes eram muito amplos, o que não permitia uma boa discriminação destas áreas. As classes eram construídas em cima de regiões uniformes, o que afetava o poder da análise das comunidades vegetais. Estes sistemas incluem conceitos climáticos e edáficos para o detalhamento de algumas classes.

A tendência ao detalhamento da vegetação brasileira impulsionou um maior rigor com as características eleitas para individualização das fitofisionomias e uma disposição mais uniforme destas nas chaves de identificação da vegetação. Contrariando esta tendência de detalhamento, a primeira classificação da vegetação proposta por Rizzini (1977) ainda possuía uma característica de uniformidade com grandes regiões e sem subdivisões, este mesmo autor, propõe mais tarde uma classificação mais elaborada com subdivisões da flora (Tabela 2).

A classificação de George Eiten (1983) é mais complexa para a análise com os critérios propostos neste trabalho, pois a sua construção utiliza todos os conceitos, e em alguns momentos não apresenta uma estrutura hierárquica na utilização destes conceitos, no entanto, esta classificação é muito importante do ponto de vista da demarcação dos conceitos utilizados para definir as classes de vegetação e pelo detalhamento de suas classes.

Atualmente, a classificação proposta por Oliveira-Filho (2009) é fortemente influenciada pelo detalhamento das classes percebido no trabalho do Eiten, mas está baseada em um sistema rigoroso na estrutura de classificação, tendo suas características bem definidas (Tabela 2).

## **MÉTODO PARA ESTUDO CONCEITUAL DAS CLASSIFICAÇÕES DA VEGETAÇÃO NO BRASIL**

Os sistemas de classificação apresentam formas singulares de inter-relações entre os conceitos, o que possibilita a construção de diferentes classes a partir de conceitos semelhantes, sendo interessante uma análise objetiva da importância dos conceitos utilizados para cada classificação.

Neste trabalho, os conceitos foram escalonados de acordo com uma tabela de valores construída para definir a importância de cada um destes para o sistema de classificação da vegetação analisado (Tabela 1). As divisões fitogeográficas do Brasil não apresentam em sua maioria uma regularidade das características utilizadas na chave, havendo confusão nas classificações. Este fato será uma barreira à análise proposta. No entanto, vamos partir de seis conceitos para descrever as variações de todos os sistemas, observando que, os conceitos escolhidos estão presentes na maioria das classificações em diferentes posições na hierarquia estrutural dos sistemas.

As classificações partem de seis critérios, sendo estes: Ecológico, que faz menção a uma característica ecológica da comunidade, tal como a deciduidade em um período do ano, ou seja, o ciclo fenológico da vegetação; Geográfico, que está relacionado com o lugar de ocorrência, este critério pode ser relacionado com a posição em relação às regiões, como a costa atlântica, ou localização da vegetação partindo de referências geográficas do relevo, como montanhas; Climático, quando está relacionado com a pluviosidade e temperatura das áreas que inclui a vegetação; Fisionômico, relacionado com o hábito das espécies e as formas de vida predominantes na vegetação; Florístico, baseando-se na variação das espécies ao longo do espaço, que está diretamente relacionada com as áreas de endemismo elaborada por Drude (1889), e, por fim, o edáfico que abarca as características do solo.

Os grupos especiais, como refúgio, que distinguem vegetações singulares ou áreas de contato entre fisionomias, não serão tratados nesta análise, pois as características que os distinguem não seguem padrões como os citados acima. Além disso, outras características como a utilização de terminologias locais não serão tratadas na análise dos sistemas de classificações, podendo ser incluídas se necessário na discussão dos mesmos.

Os conceitos ganharam valores de acordo com a importância para a individualização das fitofisionomias (Tabela 1). Os critérios de atribuição dos valores de

importância dos conceitos foram norteados pelo princípio de que as características que dividem primariamente o grupo são as mais importantes. Entretanto, seguindo a composição da tabela, alguns sistemas não apresentam uma constância terminológica na construção da chave. Então, diante desta realidade, as características destoantes receberam o valor do nível abaixo da classe desempenhada pela característica.

Após esta primeira etapa os valores foram normalizados visando deixar todos em função da contribuição total que este confere a cada classificação. Para isso, foi realizada a razão do valor atribuído à característica pela soma dos valores conseguida pelo sistema de classificação na análise (Tabela 3).

**Tabela 1.** Valores de importância das características para análise dos sistemas.

PRINCIPAL CARACTERÍSTICA	16
COMPLEMENTAR	8
PRIMEIRA SUBDIVISÃO	4
COMPLEMENTAR	2
SEM CORRESPONDÊNCIA	1

Os valores normalizados foram distribuídos em componentes principais pelo software PAST V. 1.89 (Hammer *et al.* 2001) buscando identificar, as tendências e a distribuição que melhor segregue as classificações, apontando as proximidades e dissonância nos usos dos conceitos. O uso da técnica do componente principal é justificado pela construção da análise em planos conceituais, onde seus níveis de influência são variáveis correlacionáveis.

A análise dos eixos de influência de cada característica na construção dos sistemas de classificações e as proximidades entre estes, podemos sugerir hipótese sobre a evolução das classificações e a seleção das características que mais prevalecem na determinação da vegetação.

A aplicação do componente principal neste conjunto de dados nos permite inferir pela dispersão das classificações nos eixos a proximidade dos sistemas de classificação, quando analisados sob a ótica de hierarquia dos conceitos propostos. Além disso, a

tabela de tendência define qual a contribuição que cada conceito conferiu à posição da classificação nos eixos de dispersão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os componentes principais construídos com a inclusão de sistemas nacionais e internacionais de classificação da vegetação apresentaram o primeiro componente PC1 com 62,5% de toda informação registrada na matriz (Tabela 4), onde 80% correspondem à contribuição Florístico, 56% Fisionômico, 7% Geográfico, 10% Ecológico, 18% Climático e 0,3% Edáfico (Tabela 6). No primeiro componente principal construído com sistemas nacionais a variação explicada passa de 64% de toda a variação (Tabela 4), a importância dos conceitos foi distribuída, assim, Florístico com 82%, Fisionômico 54%, Climático 18%, Ecológico 10% e o Geográfico e Edáfico com menos de 5% (Tabela 6).

O domínio da variação do conceito florístico sobre o primeiro componente principal é explicado pela construção de dois sistemas de classificação quase unicamente por este conceito. As classificações de Martius (1858) e Alberto J. Sampaio (1940) que são sistemas que não apresenta níveis de detalhe. As outras classificações são sistemas mais diversos na utilização dos seus conceitos permitindo um nível de detalhe maior na definição das unidades vegetacionais, no entanto, quase sempre os sistemas são norteados pelo elemento estrutural.

Os conceitos ligados a aspectos edáficos, climático e ecológico ocupam uma posição subsequente dentro das classificações, por isso uma pequena contribuição é percebida nos PC1 das duas análises. Já, o componente 2 ressalta a informação destes conceitos subsequentes, diferenciando bem os sistemas de classificação.

O PC2 formado por todas as classificações representa 17.4% da dispersão dos dados (Tabela 4), colocando os conceitos geográfico, ecológico e climático como as variáveis que mais contribuíram para a posição dos sistemas de classificação, com respectivamente 61%, 45% e 59% (Tabela 6). Já, o segundo componente principal formado exclusivamente pelas classificações brasileiras, abrange 18% das variações

(Tabela 4), este é dissimilar do componente construído conjuntamente com as classificações internacionais, demonstrando predomínio do conceito ecológico 76% ao invés do geográfico 24%, como é percebido no segundo componente para todas as classificações, e a presença forte do conceito fisionômico 52% seguido pelo florístico 27% (Tabela 6).

A análise dos componentes principais apresenta uma correlação inversa entre os conceitos Florístico e Fisionômico, e uma relação positiva entre o último e os conceitos de Ecologia, Climático e Edáfico. A correlação negativa entre as duas principais vertentes de explicação da distribuição fitogeográfica, contradiz o justo equilíbrio comentado por Egler (1951) como um dos caminhos para uma explicação global da vegetação. Para Egler “*Somente do justo equilíbrio das duas tendências (descrição fisionômica e análise florística), é que a fitogeografia poderá evoluir num sentido mais amplo* (Egler 1951, P 68)”, mas ainda, nas classificações atuais é crescente a dependência dos conceitos fisionômicos em detrimento dos elementos florísticos.

Além destas duas tendências gerais, é perceptível que as classificações respondem de maneira sutil as variações do conceito geográfico e ecológico, e por último sobre o conceito florístico e geográfico, sendo que estes últimos conceitos são correlacionados na posição hierárquica que ocupam no sistema.

A construção dos sistemas de classificação é norteadada sobre padrões de construção lógica, que atualmente é pautada sobre a ótica da estrutura da vegetação, como a característica mais abrangente para divisão de grupos vegetacionais. A utilização de conceitos estruturais é justificada pela ampla escala espacial (Alcoforado-Filho, 2003) ou pela falta de conhecimento florístico da vegetação de uma determinada área. Apesar desta justificativa, uma ampla escala espacial é passível de ser utilizada com conceitos diferentes de tipos estruturais, pois, o conhecimento da vegetação tem sido ampliado nos momentos atuais.

A análise fisionômica está apoiada pelo conceito de formação que inclui na concepção estrutural a forma de vida proposta por Raunkiaer (1934) e sintetizada por Mueller Dombois & ElleMBERG (1974), que une detalhes da ecologia das espécies na delimitação das classes estruturais, este conceito circunscreve grupos funcionais de

espécies que apresentam formas de crescimento e resistência similares, conferindo as classificações estruturais uma escala ecológica das espécies.

As classificações norteadas por conceitos diferentes do fisionômico, não se mantiveram ao longo do histórico dos mapeamentos da vegetação do Brasil. Os sistemas propostos por Martius (1858) publicada na *Flora Brasiliensis* e Alberto J. Sampaio (1934) formam um grupo que toma o conceito florístico como categoria superior, pois estes dividem a vegetação com base na composição florística, distanciando-se das outras classificações.

No entanto, mesmo com a manutenção dos grandes grupos florísticos propostos por Martius no sistema de classificação proposto por Veloso *et al.* (1991) esta condição não é seguida para algumas categorias vegetacionais, como pode ser observado para a classe que determinaria a vegetação da Caatinga, denominada de Savana Estépica: “*O termo foi empregado para denominar a área do “sertão Árido nordestino” com dupla estacionlidade, apresenta uma área disjunta no estado de Roraima e duas outras áreas também disjuntas chaquenhas, uma no extremo sul do Mato Grosso do Sul e outra na barra do Rio Guarí, no Rio Grande do Sul.*” (Veloso, *et al.*, 1991, P. 89). Este fato apresenta uma contradição no sistema proposto por Veloso *et al.* (1991), pela supervalorização da análise estrutural da vegetação sobre a construção florística das comunidades vegetacionais.

As classificações do Projeto RADAMBRASIL (1982) (CPR) e a Classificação de Aroldo de Azevedo (1950) (CAA) estão posicionadas no segundo e terceiro quadrantes, apresentando características dissonantes, pois se posicionam de maneira oposta no gráfico de dispersão, fato devido à posição dos conceitos ecológico e fisionômico na hierarquia dos sistemas (Figura 1). O conceito norteadado para o sistema do RADAMBRASIL tem como base as regiões ecológicas e de forma subsequente a fisionomia, já, o Aroldo de Azevedo privilegia as formações, que tem um cunho mais fisionômico para determinação dos tipos vegetacionais.

No gráfico dos componentes principais que incluem as propostas das classificações internacionais, a discriminação com base nos critérios deste trabalho não conseguiu individualizar quatro sistemas de classificação, mas sim agrupá-los em dois pontos (Figura 1, I).

No primeiro ponto os sistemas de Veloso *et al.* (1991) (CV) e Aubréville (1956) (CA), apresentam uma confluência, ou seja, uma tendência de igualar as bases de construção das classificações com sistemas internacionais, visão está defendida por Veloso *et al.* (1991). Os sistemas se diferenciam, pois o primeiro constrói a circunscrição dos grandes grupos de vegetação tendo como base o conceito de província, buscando incluir em seus maiores agrupamentos a história da vegetação, mesmo apresentando problemas hierárquicos nesta posição do sistema.

No segundo, os sistemas de Lindalvo Bezerra dos Santos (1943) (CLBS) e Gonzaga de Campos (1926) (CGC) são diferenciados pelos sistemas de caracterização da vegetação, sendo o primeiro fisionômico e o segundo fisionômico-estrutural, que se diferencia pela delimitação da vegetação baseada no conceito de formação. No trabalho aqui proposto, a categoria Fisionômica inclui o conceito Estrutural e forma de vida, o que conduz a união entre estes dois sistemas quando analisados nos componentes principais, incluindo ou não as classificações internacionais (Figura 1, I-II).

O desenvolvimento de classificações sobre conceitos de estrutura da vegetação é a tendência mais abrangente nas classificações da vegetação do Brasil e no mundo, contudo é importante salientar que é necessária a construção de sistemas com diferentes estruturas conceituais para atender a necessidade de adequação da escala funcional nas classificações da vegetação (Metzger, 1999; Ahl & Allen, 1996).

As escalas funcionais são definidas pela escolha hierárquica dos conceitos que compõem um sistema, esta delimita a janela de observação dos fenômenos que permeiam a vegetação, e, além disso, determinam a escala de utilização destes sistemas e as possibilidades de correlação dos fenômenos estudados. Desta discussão se apresenta a necessidade da observação da escala na qual o sistema é proposto, pois esta opção metodológica define as unidades visíveis ao sistema e sua abrangência.

A construção do sistema atual da vegetação do Brasil (Veloso *et al.* 1991) acompanha as classificações universais em sua estrutura hierárquica e conceitual, esta opção é justificada pela busca de traçar padrões no entendimento das relações entre a vegetação do mundo. Esta atitude não pode subtrair a possibilidade de análise a partir de sistemas diferenciados, pois a universalização das classes está quase completamente

baseada em conceitos estruturais da vegetação, simplificando a heterogeneidade dos agrupamentos vegetacionais, a sua fisionômia.

A expressão da heterogeneidade da vegetação pelos sistemas de classificação é uma variável fundamental para análise ecológica, pois, as categorias formadas agrupam informações que delineiam comportamentos ecológicos e podem traçar hipóteses, desde a ocorrência de espécies até modelos preditivos de nichos ecológicos. No entanto, nos artigos a escolha do sistema de classificação da vegetação é colocada como um plano de fundo, o qual não influencia as características do objeto de estudo e não possibilita a contextualização do fenômeno.

Está condição se deve a disponibilidade de sistemas alternativos, a classificação de Veloso *et al.* (1991), pois estes não são encontrados em base cartográfica. Além disso, os sistemas propostos para a vegetação do Brasil apresentam grande dificuldade conceitual para delimitação de suas categorias. A título de exemplo, encontramos para a vegetação da Caatinga sistemas de classificação alternativos, mas estes sistemas não são utilizados pela falta de base cartográfica (Queiroz, 2009).

Um dos sistemas é a proposta de Luetzelburg (1992-23) com um critério florístico-fisionômico, onde as características de distribuição biogeográfica das espécies são completadas com informações estruturais. As características deste sistema requerem maior conhecimento de campo, pois a distribuição geográfica das espécies é valorizada, conjuntamente ao elemento estrutural.

De acordo, com o estudo de Luetzelburg (1922-23), a Caatinga foi dividida em dois grupos, “Caatinga Arbustiva” e “Caatinga Arbórea”, que são subdivididos ainda em vários grupos a depender da associação entre os gêneros. Dando continuidade a este sistema Andrade-Lima (1981), manteve a proposta de Luetzelburg, adotando apenas variações em algumas associações e grupos taxonômicos, que foi reformulada atualmente por Prado (2003) (Tabela 7).

Neste sistema, Andrade-Lima coloca toda a região da caatinga como um Domínio, que é conceituado como uma área que apresenta espécies endêmicas com uma história evolutiva similar. Adicionalmente, neste sistema os fatores ambientais (precipitação, temperatura, concentração das chuvas, tipos de solo), são colocados como o modelador da ocorrência dos gêneros, o que justificaria a co-ocorrência de alguns

táxons com funções específicas e por vezes confluentes na vegetação. No entanto, não é abandonado o conceito estrutural, pois este confere a possibilidade de circunscrição dos grupos de maneira variável ao longo da vegetação.

A construção teórica do sistema de Andrade-Lima (1981) é diferente da classificação de Veloso *et al.*(1991), pelos pesos conferidos a cada um dos conceitos classificadores. Construções alternativas de classificações da vegetação podem conferir significados diferenciais que possibilitam interpretações variadas para fenômenos biogeográficos.

## CONCLUSÃO

A classificação da vegetação não necessariamente tem que possuir um único sistema, pois a complexidade da vegetação impõe a necessidade da construção de múltiplas escalas de análises. Todavia, os sistemas, obrigatoriamente, têm que possuir construções claras e definições precisas dos conceitos utilizados, este requisito não aparece na maioria das classificações proposta para a vegetação do Brasil.

A construção hierárquica dos sistemas classificação apresenta uma construção bem similar na utilização dos conceitos, onde os conceitos estruturais e florísticos são opostos, sendo que o primeiro apresenta correlação positiva entre os conceitos de Fisionomia, Ecologia, Clima e Solo. Estes últimos permeiam a maioria dos sistemas de classificação propostos para o Brasil.

A classificação da vegetação do Brasil precisa buscar novos sistemas para apresentar a heterogeneidade ambiental da sua vegetação, e disponibilizar seus dados em bases cartográficas para o desenvolvimento de trabalhos empíricos, que possam validar ou aperfeiçoar a estrutura das categorias vegetacionais.

Neste trabalho, aconselha-se o desenvolvimento para a região da Caatinga do sistema desenvolvido por Andrade-Lima (1981), primeiro pela sua aceitação na comunidade acadêmica, e em segundo, pela possibilidade da construção de um mapeamento mais significativo do ponto de vista florístico, permitindo o

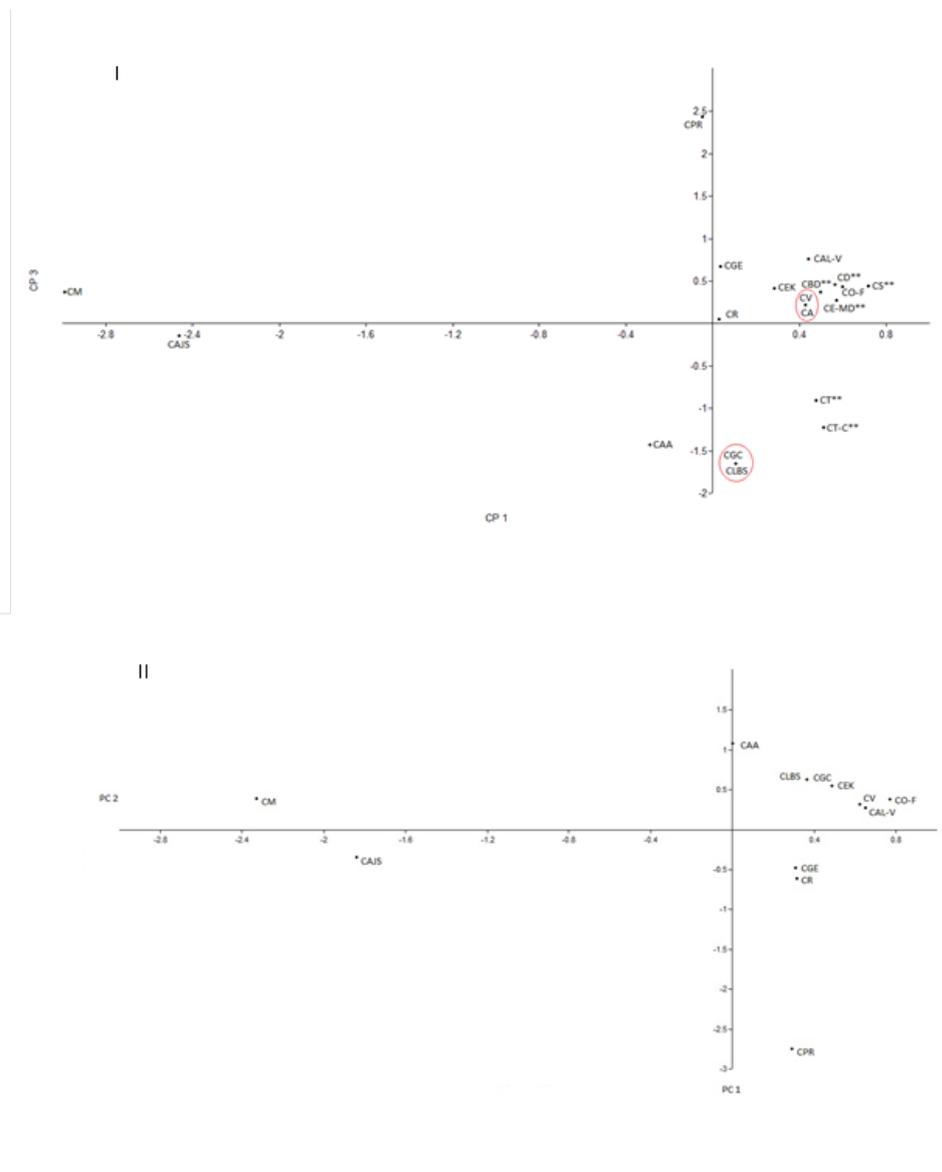
desenvolvimento de novas hipóteses biogeográficas e um melhor embasamento para a escolha de áreas para preservação (Tabela 7).

A técnica dos componentes principais possibilitou uma análise objetiva da construção teórica dos sistemas de classificação, eliminando as redundâncias dos seis planos conceituais definidos para a análise dos sistemas de classificação da vegetação.

## **BIBLIOGRAFIA**

- AB'SABER, A.N. 1977. Os domínios morfoclimáticos da América do Sul. Primeira aproximação. *Geomorfologia* 52:1-21.
- AHL, V. & ALLEN, T.F.H. 1996. *Hierarchy Theory: A vision, Vocabulary and Epistemology*. Columbia University Press. P. 205.
- ANDRADE-LIMA, D de. 1966. *Atlas Geográfico do Brasil*. IBGE. Rio de Janeiro.
- AUBRÉVILLE, A. 1956. Essais de classification et de nomenclature des formations forestières africaines avec extension Du système proposé à toutes ces formations Du monde tropical Sonés. *CCTA/ CSA*, 247-288.
- AZEVEDO, A. 1950. Regiões climato-botânicas do Brasil. *Boletim Paulista de Geografia*. São Paulo. 6: 32-43.
- DRUDE, O. *Manual de Geographie*, Paris, 1889.
- EITEN, C. 1983. *Classificação da Vegetação do Brasil*. CNPq.
- FERRI, M.G. 1980. *Vegetação Brasileira*. Ed. Itatiaia. São Paulo. 157p.
- GONZAGA DE CAMPOS, I.F. 1926. *Mapa florestal do Brasil*. Ministério da Agricultura, Indústria e comércio, Rio de Janeiro, STA, 147p.
- HAMMER, O., HARPER, D.A.T. & RYAN, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica* 4(1): 9 pp.
- MARTIUS, C.F.P. Von, 1840/1906. *Tabula Geographica Brasiliæ et terrarum adjacentium. Tabula geographica quinque provinciarum floræ Brasiliensis illustrans*. In: *Flora Brasiliensis*. Monacchi et Lipsiæ, V1. part. 1 Fasc. 21.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H., 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. Wiley, New York.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T. 2009. Classificação das Fitofisionomias da América do Sul Cisandina tropical e subtropical: Proposta de um novo sistema – Prático e flexível – ou uma injeção a mais de caos? *Rodriguésia* 60 (2): 237-258.

- RIZZINI, C.T. 1977. Tratado de Fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. Âmbito cultural Edições Ltda. 2<sup>o</sup> ed.
- SAMPAIO, A.J. de. 1934. Phytogeographia do Brasil. São Paulo, editora Nacional. 284p.
- SANTOS, L.B. dos. 1943. Aspecto geral da vegetação do Brasil. Boletim Geográfico, Rio de Janeiro. 1:68-73. 1943.
- SILVA, A.B. 2003. Sistemas de informações geo-referenciadas: conceitos e fundamentos. Campinas – SP. Editora Unicamp. 240 p.
- VELOSO, H.P. & GOES FILHO, L. 1982. Fitogeografia brasileira, classificação fisionômica ecológica da vegetação neotropical. B. Téc. Projeto RADAMBRASIL, Série Vegetação, Salvador n1, 80p.
- VELOSO, H.P. 1966. Atlas Florestas do Brasil. Rio de Janeiro. Ministério da Agricultura, Serviço de Informações, 82p.
- VELOSO, H.P.; RAQUEL-FILHO, A.L.R. & LIMA, J.G.A. 1991. Classificação da vegetação brasileira, adaptado a um sistema universal. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.



**Figura 1. Dispersão dos sistemas de classificação nas componentes principais 1 e 2. I - Dispersão das classificações Internacionais e do Brasil; II - Dispersão das classificações do Brasil.**

**Tabela 2. Principais classificações da vegetação do Brasil e suas características.**

CLASSIFICAÇÃO DE MARTIUS (1858) –(CM)	A classificação se baseia na formação de cinco grupos florísticos. A flora nordestina é denominada <i>Hamadryades</i> . A construção desta divisão é apoiada nas diferenças florísticas. A flora nordestina inclui a Caatinga, as áreas de restinga e mata atlântica.
CLASSIFICAÇÃO DE GONZAGA DE CAMPOS (1926) – (CGC)	A classificação foi construída sobre o sistema fisionômico estrutural. A Caatinga foi tratada separadamente como uma unidade simples sem detalhamento para subunidades.
CLASSIFICAÇÃO DE ALBERTO J. SAMPAIO (1940) – (CAJS)	A classificação tem como base a divisão da flora em dois grupos, flora amazônica e extra-amazônica. A vegetação nordestina é classificada como Zona das Caatingas, esta divisão é construída sobre a concepção de níveis de endemismo. A vegetação da Caatinga é reunida com toda a vegetação adaptadas a ambientes áridos e semi-árido.
CLASSIFICAÇÃO DE LINDALVO BEZERRA DOS SANTOS (1943) – (CLBS)	A classificação se apóia a divisão da flora em grupos fisionômicos relativamente homogêneos. A Caatinga neste sistema é incluída nas formações arbustivas e herbáceas.
CLASSIFICAÇÃO DE AROLDO DE AZEVEDO (1950) – (CAA)	Esta classificação mantém os termos regionalistas e a divisão em grupos fisionômicos como a classificação anterior.
CLASSIFICAÇÃO DE EDGAR KUHLMAMN (1960) – (CEK)	A classificação foi construída sobre os conceitos de climato-estrutural, a Caatinga é colocada como um tipo arbóreo, herbáceos ou intermediários.
CLASSIFICAÇÃO DE ANDRADE LIMA E VELOSO (1966) – (CAL-V)	A classificação foi elaborada sobre o conceito de formação. A Caatinga neste sistema é classificada com maior riqueza de detalhes, pela estrutura das espécies e densidade da vegetação.
CLASSIFICAÇÃO DO PROJETO RADAM (1982) – (CPR)	A classificação foi elaborada sobre um sistema fisionômico ecológico, a Caatinga é tratada como região ecológica da Estepe, sendo esta subdividida pela estrutura da vegetação.
CLASSIFICAÇÃO DE RIZZINI (1963) – (CR)	A classificação foi construída sobre duas classes de formação, sendo que a Caatinga está incluída em uma unidade denominada de Thicket (Scrub), internamente esta unidade é dividida pela associação ou formação de estruturas adaptadas.
CLASSIFICAÇÃO DE GEORGE EITEN (1983) – (CGE)	A classificação da vegetação foi realizada sobre 24 itens principais, sendo subdivididas de modo regional. A Caatinga é diferenciada em oito subunidades construídas sobre estrutura e densidade da fisionomia.
CLASSIFICAÇÃO DE VELOSO (1991) – (CV)	A classificação é baseada em conceitos fisionômicos e ecológicos. A Caatinga é denominada Savana Estépica, diferenciada pelas formas de vida e estrutura da vegetação.
CLASSIFICAÇÃO DE OLIVEIRA-FILHO (2009) – (CO-F)	A classificação é construída sobre 202 classes sem a inclusão das variações de solo. A Caatinga é incluída na fitofisionomia arbustiva e nanofloresta rigidifoliada.

**Tabela 3. Valores normalizados para hierarquização dos conceitos utilizados na construção dos sistemas de classificação da vegetação do Brasil. \*\*Classificações internacionais.**

CLASSIFICAÇÕES	FLORÍSTICO	ESTRUTURA	GEOGRÁFICO	ECOLÓGICO	CLIMÁTICO	SOLO
CM	0.76	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
CGC	0.13	0.52	0.26	0.03	0.03	0.03
CAJS	0.57	0.04	0.29	0.04	0.04	0.04
CLBS	0.13	0.52	0.26	0.03	0.03	0.03
CAA	0.26	0.52	0.13	0.03	0.03	0.03
CEK	0.12	0.47	0.03	0.12	0.24	0.03
CAL-V	0.03	0.42	0.03	0.11	0.21	0.21
CPR	0.03	0.23	0.23	0.46	0.03	0.03
CR	0.11	0.42	0.21	0.21	0.03	0.03
CGE	0.09	0.35	0.17	0.17	0.17	0.04
CV	0.06	0.46	0.11	0.11	0.23	0.03
CO-F	0.03	0.48	0.06	0.12	0.24	0.06
<b>CS**</b>	0.03	0.52	0.03	0.13	0.26	0.03
<b>CT-C**</b>	0.03	0.52	0.26	0.03	0.13	0.03
<b>CBD**</b>	0.06	0.48	0.06	0.12	0.24	0.03
<b>CD**</b>	0.06	0.50	0.03	0.13	0.25	0.03
<b>CA**</b>	0.06	0.46	0.11	0.11	0.23	0.03
<b>CT**</b>	0.03	0.52	0.26	0.13	0.03	0.03
<b>CE-MD**</b>	0.03	0.52	0.13	0.26	0.03	0.03

\* Siglas das classificações brasileiras tabela 2.

\*\* Siglas das classificações internacionais (CS – Classificação de Schimper, CT-C – Classificação de Tansley & Chipp, CBD – Classificação de Burt-Davy, CD – Classificação de Dansereau, CA – Classificação de Aubréville, CT – Classificação de Trochain, CE-MD – Classificação de Elleberg & Mueller-Dombois).

**Tabela 4. Porcentagem da variância explicada em cada componente principal. b – Componente principal realizado exclusivamente com as classificações brasileiras; i – Componente principal que abarca classificações nacionais e internacionais.**

CP	Autovalor	Variância (%)
1.b	0.08	64.85
1.i	0.05	62.53
2.b	0.02	17.99
2.i	0.01	17.41
3.b	0.02	12.47
3.i	0.01	14.33
4.b	0.00	2.84
4.i	0.00	3.79
5.b	0.00	1.85
5.i	0.00	1.90
6.b	0.00	0.01
6.i	0.00	0.01

**Tabela 5. Porcentagem da informação atribuída às classificações explicada pelos componentes principais. PCnB – Valores dos componentes principais realizados com exclusivamente as classificações brasileiras.**

CLASSIFICAÇÕES	PC1	PC1B	PC2	PC2B	PC3	PC3B	PC4	PC4B	PC5	PC5B	PC6	PC6B
CM	-0.72	-0.65	0.13	0.06	0.04	0.11	-0.08	-0.07	0	0.01	0	0
CGC	0.03	0.1	-0.08	0.09	-0.19	-0.18	0.01	0.02	-0.01	0.01	0	0
CAJS	-0.59	-0.51	-0.06	-0.05	-0.02	-0.06	0.11	0.11	0.01	-0.01	0	0
CLBS	0.03	0.1	-0.08	0.09	-0.19	-0.18	0.01	0.02	-0.01	0.01	0	0
CAA	-0.07	0	0.03	0.16	-0.17	-0.1	-0.11	-0.09	-0.01	0.02	0	0
CEK	0.07	0.14	0.14	0.08	0.05	0.13	-0.02	-0.04	0.03	-0.06	0	0.01
CAL-V	0.11	0.18	0.11	0.04	0.09	0.16	0.03	0.05	-0.16	0.12	0	0
CPR	-0.01	0.08	-0.31	-0.41	0.28	-0.02	-0.01	-0.05	0.01	0.01	0	0
CR	0.01	0.09	-0.15	-0.09	0.01	-0.09	-0.04	-0.04	0	0.01	0	0
CGE	0.01	0.09	-0.03	-0.07	0.08	0.04	0.06	0.05	0.01	-0.03	-0.01	-0.01
CV	0.1	0.17	0.07	0.05	0.02	0.07	0.04	0.03	0.03	-0.06	0	0
CO-F	0.14	0.21	0.1	0.06	0.05	0.12	0.02	0.01	0	-0.03	0	0
CS**	0.17		0.13		0.05		-0.01		0.03		0	
CT-C**	0.12		-0.04		-0.14		0.09		0.01		0	
CBD**	0.12		0.11		0.04		0.01		0.03		0	
CD**	0.14		0.13		0.05		-0.02		0.03		0	
CA**	0.1		0.07		0.02		0.04		0.03		0	
CT**	0.12		-0.15		-0.11		0		-0.01		0	
CE-MD**	0.14		-0.12		0.03		-0.12		-0.01		0	

\* Siglas das classificações brasileiras tabela 2.

\*\* Siglas das classificações internacionais (CS – Classificação de Schimper, CT-C – Classificação de Tansley & Chipp, CBD – Classificação de Burt-Davy, CD – Classificação de Dansereau, CA – Classificação de Aubréville, CT – Classificação de Trochain, CE-MD – Classificação de Elleberg & Mueller-Dombois).

**Tabela 6. Contribuição dos conceitos para a formação de cada componente principal. PCnB – componentes principais elaborados exclusivamente sobre as classificações do Brasil.**

CATEGORIAS	PC1	PCB 1	PC2	PCB 2	PC3	PCB 3	PC4	PCB 4	PC5	PCB 5	PC6	PCB 6
FLORÍSTICO	-0.8	-0.82	0.23	0.27	-0.17	-0.01	-0.3	-0.29	0.14	-0.09	0.41	0.41
FISIONÔMICO	0.56	0.54	0.14	0.52	-0.52	-0.29	-0.46	-0.43	0.1	-0.04	0.42	0.42
GEOGRÁFICO	-0.07	-0.04	-0.61	-0.24	-0.37	-0.68	0.55	0.54	0.15	-0.15	0.41	0.41
ECOLÓGICO	0.1	0.12	-0.45	-0.76	0.68	0.14	-0.38	-0.47	0.15	-0.06	0.41	0.41
CLIMÁTICO	0.18	0.16	0.59	0.15	0.31	0.62	0.49	0.42	0.32	-0.47	0.42	0.42
EDÁFICO	0.03	0.03	0.09	0.04	0.08	0.21	0.11	0.24	-0.91	0.86	0.39	0.39

**Tabela 7. Unidades e tipos de vegetação encontrados no Bioma Caatinga propostos por Andrade-Lima (1981) e modificado por Prado (2005).**

Unidade	Tipo de Vegetação	Fisionomia e distribuição	Substrato
<b>I</b>	<b>1</b> <i>Tabebuia-Anadenanthera-Myracrodruon-Cavanillesia-Schinopsis</i>	Floresta de caatinga alta (caatinga arbórea). Norte da Minas Gerais e Centro-Sul da Bahia	Rochas calcárias da formação Bambuí ou rochas cristalinas do Pré-Cambriano
	<b>2</b> <i>Myracrodruon-Schinopsis-Caesalpinia</i>	Floresta de caatinga média. Maior parte do centro do bioma	Principalmente rochas cristalinas do Pré-Cambriano
	<b>3</b> <i>Caesalpinia-Spondias-Commiphora-Aspidosperma</i>	Floresta de caatinga média. Áreas mais secas do que as do tipo anterior	Principalmente rochas cristalinas do Pré-Cambriano
<b>II</b>	<b>4</b> <i>Mimosa-Syagrus-Spondias-Cereus</i>	Floresta de caatinga baixa. Centro-norte da Bahia	Principalmente rochas cristalinas do Pré-Cambriano
	<b>6</b> <i>Cnidoscolus-Commiphora-Caesalpinia</i>	Caatinga arbórea aberta. Sudoeste do Ceará e áreas medianamente secas com solos soltos e ácidos	Principalmente rochas cristalinas do Pré-Cambriano
	<b>13</b> <i>Auxemma-Mimosa-Luetzelburgia-Thiloa</i>	Floresta de caatinga média. Oeste do Rio Grande do Norte e centro do Ceará	Principalmente solos aluviais
<b>III</b>	<b>5</b> <i>Pilosocereus-Poeppigia-Dalbergia-Piptadenia</i>	Floresta de caatinga baixa. Solos arenosos da série Cipó	Arenitos da série Cipó
<b>IV</b>	<b>7</b> <i>Caesalpinia-Aspidosperma-Jatropha</i>	Caatinga arbustiva. Áreas mais secas do vale do rio São Francisco	Principalmente rochas cristalinas do Pré-Cambriano
	<b>8</b> <i>Caesalpinia-Aspidosperma</i>	Caatinga arbustiva aberta. Cariris Velhos, Paraíba	Principalmente rochas cristalinas do Pré-Cambriano
	<b>9</b> <i>Mimosa-Caesalpinia-Aristida</i>	Caatinga arbustiva aberta (seridó). Rio Grande do Norte e Paraíba	Principalmente rochas cristalinas do Pré-Cambriano
	<b>10</b> <i>Aspidosperma-Pilosocereus</i>	Caatinga arbustiva aberta. Cabaceiras, Paraíba	Principalmente rochas cristalinas do Pré-Cambriano
<b>V</b>	<b>11</b> <i>Calliandra-Pilosocereus</i>	Caatinga arbustiva aberta. Pequenas áreas restritas e espalhadas com solos ricos em cascalhos	Principalmente rochas metamórficas do Pré-Cambriano
<b>VI</b>	<b>12</b> <i>Copernicia-Geoffroea-Licania</i>	Floresta de galeria. Vales dos rios do Ceará e Rio Grande do Norte	Principalmente solos aluviais ao longo dos vales dos rios

CAPITULO II

**ASPECTOS ESTRUTURAIS E FLORÍSTICOS DAS ÁREAS  
DE SAVANA ESTÉPICA PARQUE NO BAIXO MÉDIO SÃO  
FRANCISCO**

## ASPECTOS ESTRUTURAIS E FLORÍSTICOS DAS ÁREAS DE SAVANA ESTÉPICA PARQUE NO BAIXO MÉDIO SÃO FRANCISCO

### INTRODUÇÃO

A região Nordeste ocupa uma área de 1.548.672 km<sup>2</sup> do território brasileiro, esta se apresenta revestida quase completamente por uma vegetação com características xerófilas e florística distinguíveis de outros tipos de vegetação (Queiroz, 2009). A singularidade desta formação é colocada desde a proposição do primeiro sistemas de classificação para o Brasil por Martius (1858).

A delimitação da formação Savana Estépica não está restrita ao bioma Caatinga, ocorrendo em outras áreas, como a região Chaquenha do Mato Grosso do Sul, Norte do estado de Roraima (Velooso *et al.*, 1991). No sistema proposto por Velooso *et al.* (1991), a Savana Estépica é formada por quatro formações de vegetação (Tabela 8), distinguíveis pela fisionomia e pela presença de algumas espécies marcadoras. Contudo, neste trabalho analisou-se a Savana Estépica Parque (Tp), que apresenta características fisionômicas bem definidas, além de, ser individualizada em outras classificações (Egler, 1951; Andrade-Lima, 1981).

Diante dos sistemas de classificação percebe-se que este tem o compromisso de apresentar o conhecimento da diversidade da flora e dos fatores físicos que a permeiam, qualidades essenciais para o uso racional da vegetação e do solo. No caso, da Tp é fundamental o seu conhecimento, já que estas áreas são apresentadas entre regiões sob o risco de desertificação (Projeto Mandacaru)<sup>1</sup>, justificada pelo seu alto nível de fragilidade ambiental.

---

<sup>1</sup> “MANDACARU QUANDO FULORA NA SECA...’ ESTUDO MULTIDISCIPLINAR SOBRE PROCESSOS DE DESERTIFICAÇÃO, ESTRATÉGIAS ADAPTATIVAS E EMPODERAMENTO DAS COMUNIDADES QUE HABITAM NOS SERTÕES DO ESTADO DA BAHIA” projeto coordenado pelo Prof. Dr. WASHINGTON J. SANT’ANNA DA FRANCA ROCHA (UEFS/INGÁ) 2010.

Os objetivos deste trabalho foram analisar os aspectos qualitativos e quantitativos, referente à florística e estrutura da fisionomia da Savana Estépica Parque, visando delinear as variações deste tipo vegetacional diante das outras unidades que compõe a Savana Estépica, para subsidiar o refino da classificação vegetacional e o entendimento da distribuição desta fisionomia.

## SAVANA ESTÉPICA

A classificação proposta por Veloso *et al.* (1991), apresenta como base conceitual a fisionomia da vegetação, sendo auxiliados pelos aspectos de cobertura e fertilidade dos solos. Esta mesma classificação é adotada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) para o mapeamento da vegetação do Brasil. Neste sistema, a vegetação da caatinga é dividida em apenas quatro grupos Savana Estépica Florestada (Td), Savana Estépica Arborizada (Ta), Savana Estépica Parque (Tp), Savana Estépica Gramíneo-lenhosa (Tg) (Tabela 8).

A fisionomia Tp é apontada por Veloso *et al.* (1991) como o subgrupo de formação com características fisionômica particulares, e descrita por ele como um ecótipo formado por *“nanofanerófitos de um mesmo ecótipo, bastante espaçado, qual fossem plantados, isto porque apresentam uma pseudoordenação de plantas lenhosas raquíticas, sobre denso tapete lenhoso de hemicriptófitos e caméfitos”* (Veloso, *et al.* 1991. P. 92). Nesta definição duas características são importantes o estrato herbáceo e o padrão de distribuição espacial das espécies.

A característica do extrato herbáceo é a principal referência para esta vegetação, *“O tapete herbáceo é a nota dominante da paisagem: é composto unicamente de gramíneas. As bromeliáceas e Cactáceas são raras.”* (Kuhlmann, 1974. P. 70). No entanto, esta descrição é direcionada a uma paisagem chamada de Seridó pertencente a o Rio Grande do Norte, que circunscreve perfeitamente a comunidade vegetal da região de rodela e partes de Juazeiro, definida pelo mapa de vegetação do Brasil como Savana Estépica Parque.

**Tabela 8. Características dos grupos propostos por Veloso *et al.* (1991) para a Savana Estépica.**

SAVANA ESTÉPICA FLORESTADA	Micro e Nanofanerófitos, com troncos bem lignificados, provido de espinhos ou acúleos. Ocupam no nordeste áreas de regiões interplanálticas do nordeste, apresentando os gêneros: <i>Cavanillesia</i> , <i>Chorisia</i> , <i>Acacia</i> , <i>Mimosa</i> e <i>Cassia</i> .
SAVANA ESTÉPICA ARBORIZADA	As espécies apresentam um porte menor que a anterior, sendo floristicamente próximas. Ocupa no nordeste a região interplanáltica. Ocorrência das espécies: <i>Spondias tuberosa</i> , <i>Commiphora leptophloeos</i> , <i>Cnidocolus phyllacanthus</i> , <i>Aspidosperma pyriforme</i> e o gênero <i>Mimosa</i> .
SAVANA ESTÉPICA PARQUE	Nanofanerófitos, pseudo ordenação das plantas lenhosas sobre um denso tapete gramíneo lenhoso de hemicriptófitos e caméfitos. Na região interplanáltica do nordeste ocorre às espécies de <i>Aristida</i> , <i>Aspidosperma pyriforme</i> e <i>Mimosa acutipula</i> . Ocorre sobre depressões capeadas por vertissolos, que não possuem boa drenagem.
SAVANA ESTÉPICA GRAMÍNEO-LENHOSA	Tapete graminoso salpicado de plantas lenhosas anãs espinhosas, com características florísticas e fisionômicas. Na região interplanáltica nordestina. A área é inteiramente recoberta por um tapete graminoso do gênero <i>Aristida</i> , entremeado por nanofanerófitos do gênero <i>Jatropha</i> .

As características da região do Seridó para Andrade-Lima (1981) eram perfeitamente separáveis de outras vegetações, no entanto, para este autor esta vegetação era restrita as regiões do Rio grande do Norte e Paraíba. Em sua proposta de classificação este tipo vegetacional correspondia a unidade IV do tipo 9, delimitada pela associação dos gêneros *Mimosa* – *Poincianella* (*Caesalpinia* p.p.) – *Aristida*, e estruturalmente descrita como uma comunidade aberta com cobertura continua de *Aristida adscendens* Trimen e algumas vezes *A. elliptica* Kunth.

Além destas características colocadas para este tipo vegetacional podemos incluir a variação do estrato herbáceo diante da sazonalidade, que tem a característica de manter os indivíduos completamente secos. A distinção desta comunidade por outras propostas aponta um cenário otimista para a sua delimitação.

No entanto, vale ponderar que esta comunidade é muito confundida com campos antrópicos e com a Savana Estépica Gramíneo-lenhosa, que se distribui “*Na depressão interplanáltica nordestina, [é caracterizada por apresentar] o terreno coberto inteiramente pelo capim panasco (Aristida),..., Este campo é entremeado de nanofanerófitos espinhosos,...., pertencentes ao gênero Jatropha*” (Veloso *et al.*, 1991. P. 93). Esta descrição é muito sucinta para a delimitação de uma subunidade de Savana Estépica para a região da Caatinga, no entanto, o gênero *Jatropha* citado na descrição pode-se lê como *Cnidoscolus*, pois este era uma seção de *Jatropha* na *Flora Brasiliensis* (Mueller-Argoviensis, 1873).

No mapeamento realizado pelo PROBIO para todas as regiões do Bioma Caatinga, a classe Savana Estépica gramíneo-lenhosa é muito reduzida, nos levando a três possíveis caminhos de análise: a) Existe muita dificuldade de reconhecimento desta fisionomia em campo, pela sua proximidade com campos antrópicos, b) A distribuição da fisionomia é muito restrita, ou c) que para as áreas de caatinga não existe esta subunidade. A resolução desta questão ainda é carente de dados de campo para o desenvolvimento de análise de comparação da flora e estrutura.

Para uma análise criteriosa do poder de discriminação do sistema proposto por Veloso *et al.* (1991), é necessário partir da síntese entre estas duas vertentes, florística e fisionômica, como são apontadas por Egler (1951)<sup>2</sup> para a evolução da fitogeografia. Então, o nível de individualização da heterogeneidade das unidades de um sistema pode ser analisado tendo como base aspectos qualitativos e quantitativos dos elementos pertencentes a este.

---

<sup>2</sup> Trabalho apresentado na I reunião Pan-Americana de Consulta sobre Geografia realizada no Rio de Janeiro em setembro de 1949. Resultou de observações feitas no campo, pelo autor em julho e agosto de 1948, quando participou de uma excursão de estudos que a Seção Regional Nordeste da Divisão de geografia do CNG realizou no nordeste Brasileiro.

## METODOLOGIA

### ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO DA SAVANA ESTÉPICA PARQUE

A área de estudo estende-se pelo Baixo Médio São Francisco perfazendo os municípios de Juazeiro, Jaguarari, Abaré, Chorrochó, Macururé e Rodelas. A Savana Estépica Parque no estado da Bahia é marcada por altíssimos níveis de evapotranspiração potencial e déficit hídrico, apenas em um mês ao longo do ano a precipitação na região supera a evapotranspiração. Afim de, permitir um melhor detalhamento desta vegetação, particionamos em duas regiões, a primeira, Rodelas, a precipitação e o déficit hídrico médio anual são de 623 e 1023 mm ano<sup>-1</sup>, respectivamente, a temperatura varia em torno de 26,5 °C. As chuvas são irregulares, mas têm seu pico no mês de Março onde a precipitação pode alcançar ca. 157 mm. A segunda região, Juazeiro, a precipitação e o déficit hídrico médio anual são de 608 e 990 mm ano<sup>-1</sup>, respectivamente, a temperatura varia em torno de 26,4 °C, esta última região possui uma menor deficiência hídrica quando comparada com a área de Rodelas (Figura 2 e Figura 3).

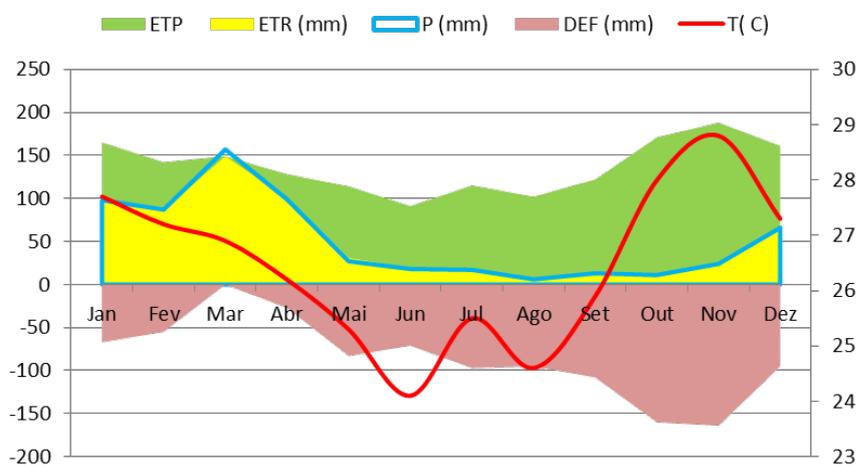


Figura 2. Climatograma obtido através do balanço hídrico (Thornthwaite & Mather, 1955) para o município de Floresta - Pe, que se aproxima 70 Km do município de Rodelas. Latitude 8, 60 S e Longitude 38, 57. Altitude 310 m. Dados INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Site: <http://www.bdelima.cnpm.embrapa.br>

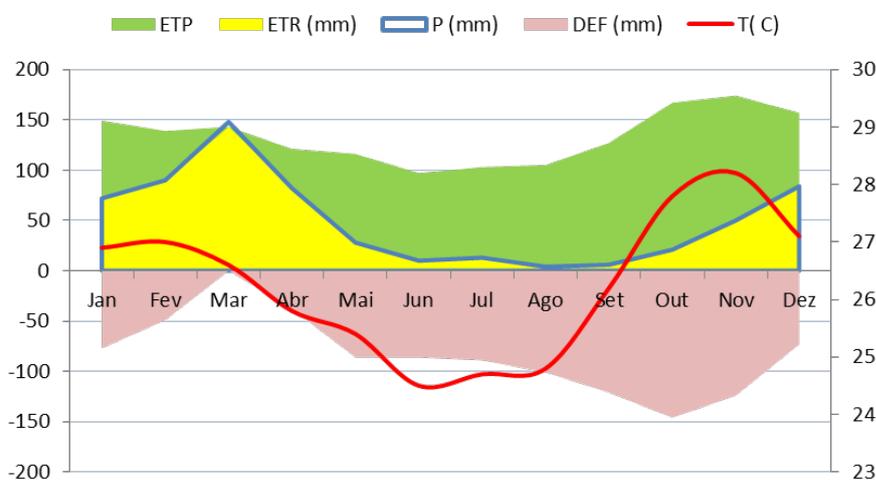
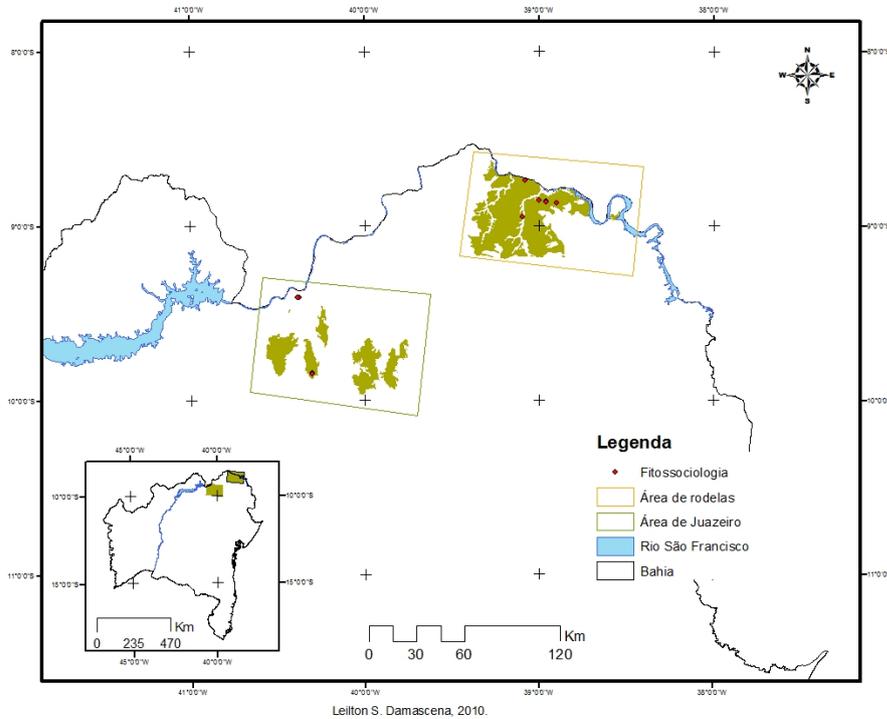


Figura 3. Climatograma obtido através do balanço hídrico (Thornthwaite & Mather (1955)) para o município de Petrolina - Pe. Latitude 9, 38 S e Longitude 40, 48. Altitude 370 m. Dados INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Site: <http://www.bdclima.cnpm.embra.br>

Os solos que revestem as duas áreas são distintos, a região de Rodelas é quase completamente delimitada por um solo halomórfico de origem de Rochas Detríticas (SS2), a área de Juazeiro é mais heterogênea apresentando solo Vertisol (V5) e Planosol (PLSe14), que são caracterizados pela associação de SOLONETZ SOLODIZADO E PLANOSOL SOLÓDICO EUTRÓFICO, com textura arenosa, variando a proporção dos componentes (Jacomine *et al.*, 1979).

#### ÁREA DE COLETA DO MATERIAL BOTÂNICO

O levantamento dos dados fitossociológicos foi obtido com o trabalho de campo, realizado no ano de 2009, para as áreas de Savana Estépica Parque definidas pelo mapa do PROBIO. Para o trabalho de fitossociologia foram delimitados dois polígonos sobre áreas de Savana Estépica Parque. O primeiro polígono apresenta uma área de 2.850 km<sup>2</sup>, incluído nos municípios de Juazeiro e Jaguarari. O segundo polígono apresenta uma área de 2.515 km<sup>2</sup>, e um perímetro de 201 km, Macururé, Chorrochó e Abaré. As áreas escolhidas para estudo foram fotografadas para registro da fisionomia e estão distribuídas ao longo da fisionomia (Figura 4).



**Figura 4. Distribuição dos pontos de amostragem fitossociológica na vegetação Savana Estépica Parque, no Baixo Médio São Francisco, Bahia.**

#### COLETA DO MATERIAL BOTÂNICO E O TRATAMENTO TAXONÔMICO

O material botânico coletado foi herborizado de acordo com as técnicas descritas por Mori *et al.* (1989). As exsicatas foram depositadas no acervo do Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS).

A determinação das espécies contou com a colaboração de especialistas em taxonomia do HUEFS, o uso de bibliografias adequadas como revisão de táxons e floras para a região de estudo. A organização da lista de espécies está de acordo com a APG III (Souza & Lorenzi, 2009). Os nomes dos autores seguem Brummit & Powell (1992) e o IPNI (2005).

## O MÉTODO FITOSSOCIOLÓGICO DE PARCELAS

O método utilizado para a coleta de dados em campo foi por meio de parcelas, este foi adotado pela possibilidade de comparação com outros trabalhos executados em áreas de Savana Estépica (Caatinga), o que nos possibilitou um maior número de análises entre os índices fitossociológicos, atendendo ao objetivo da comparação estrutural entre as fitofisionomias.

Inicialmente delimitou-se uma quadra de 250 x 130m, sendo que esta foi dividida em quinze parcelas 10x10m afastadas entre si por 50m. Após este primeiro momento foi sorteado três regiões verticais dentre as cinco construídas sendo amostradas três parcelas em cada região vertical. Ao final da amostragem da primeira transecção foi realizada a amostragem da transecção paralela 50 m espaçados (Figura 5).

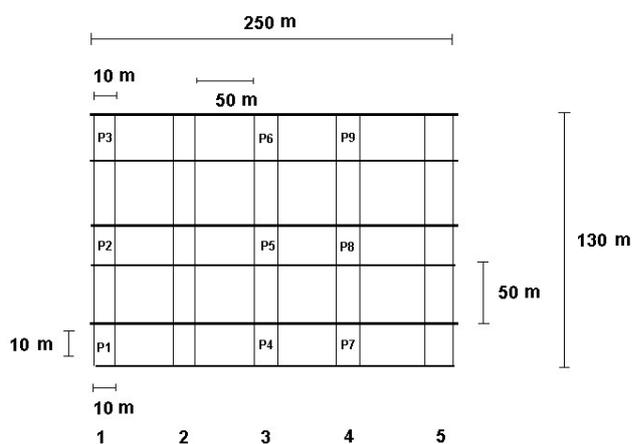


Figura 5. Método de distribuição das parcelas para a coleta dos dados fitossociológicos.

Em campo foram anotados os seguintes dados: a área da base com perímetro maior que 9 cm, o comprimento do tronco (do solo a primeira ramificação), a circunferência do tronco na altura do peito (1,3 m) e a altura máxima (Rodal *et al.* 1992).

## MEDIDAS ESTRUTURAIS DO MÉTODO DE PARCELAS

Os parâmetros ecológicos da frequência, densidade e dominância foram base para o cálculo de métricas de disposição espacial das espécies nas áreas de Savana Estépica Parque, conforme Mueller-Dombois & Ellenberg (1974).

A frequência é o descritor do número de observações realizadas, podendo ser: absoluta ou relativa. Este parâmetro está correlacionado ao tamanho da população e com a forma de distribuição dos indivíduos no ambiente, auxiliando na compreensão de como a população ocupa o espaço (Brower & Zar, 1984; Pinto-Coelho 2002; Cullen-Jr. *et al.*, 2004).

A densidade é um parâmetro que vai revelar a ocupação do espaço pelas espécies, podendo ser absoluta ou relativa, sendo realizada através da relação entre o número de espécies e a área amostrada. Para o cálculo da dominância absoluta é a relação entre a densidade de uma espécie, pela área média da base desta espécie, o que revela o quanto está sendo ocupado por esta espécie. Já, a dominância relativa é levado em conta a área da base total das espécies coletadas.

O valor de importância de uma espécie é calculado pela soma da frequência, dominância relativa e densidade relativa. Este índice construído através de uma função linear entre estes três parâmetros. Todas as fórmulas relacionadas as métricas fitossociológicas encontram-se no Anexo.

A medida de biodiversidade adotada foi o índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ), que para ser calculado leva em conta o número total de indivíduos e de espécies, e a proporção do número de indivíduos em cada espécie. O índice tem como princípio a noção de que as espécies não possuem a mesma probabilidade de ocorrência e que o conteúdo da informação é independente do número de amostras. O índice também apresenta a propriedade aditiva, que possibilita uma mediação parcial e total da diversidade. Este foi obtido através do Programa FITOPAC1 (Shepherd, 1995).

## O MÉTODO FITOSSOCIOLÓGICO DE PONTOS

A coleta de dados do estrato herbáceo foi realizada com o método de pontos, que tem como base matemática o conceito de homogeneidade da área representada pelos pontos, onde as espécies estariam distribuídas de maneira independente ao longo da amostra.

A Savana Estépica Parque é uma fisionomia com o estrato herbáceo bem marcado, sendo esta uma das características fundamentais para sua distinção, mas a falta de trabalhos que relacionem a flora herbácea dificulta a comparação das análises com outras áreas de Caatinga.

O método de pontos é de simples realização em campo, não requerendo tempo prolongado para obtenção dos dados (Mantovani & Martins, 1990). Como todo método, apresenta limitações como se pode vê em seguida: i) Altura da vegetação, ii) Densidade da Vegetação, iii) Morfologia e diferentes formas de vida, iv) Vento, v) Diferentes observadores, vi) Diâmetro da Agulha e vii) Número de amostras, são os fatores de origem de deformações nos índices da metodologia (Mantovani & Martins, 1990).

A coleta de dados no estrato herbáceo foi realizada através de um transecto de 100 metros, com pontos intercalados a cada metro, sendo registrada a espécie e a frequência de toques na agulha.

## MEDIDAS ESTRUTURARIS DO MÉTODO DE PONTOS

Os parâmetros fitossociológicos que foram realizados seguiram a descrição de Mantovani & Martins (1990). Nas métricas adotadas no método de pontos a média de toques (MT) na agulha, revela o número médio de estratos da folhagem de uma espécie cobrindo o solo verticalmente, sendo fundamental para o cálculo das outras medidas. A frequência ou cobertura é calculada pelo número de toques da vegetação na agulha; este cálculo é dividido em Frequência ou Cobertura absoluta (FA) que é a probabilidade de encontrar-se uma determinada espécie em 100 pontos. Este parâmetro sofre influências: i) do número de pontos amostrados, ii) da forma de vida, iii) do tamanho dos indivíduos

e iv) da distância entre pontos. Já a frequência ou cobertura relativa (FR) é um valor comparativo das frequências absolutas das espécies amostradas numa comunidade.

A medida de vigor ou comportamento de uma espécie corresponde ao êxito que uma espécie tem naquela comunidade, podendo ser calculado seu valor absoluto, sendo este a medida da estratificação ou da cobertura vertical de uma espécie e depende principalmente de sua forma de vida e desenvolvimento, e o seu valor relativo, que varia com a heterogeneidade da estratificação da vegetação, obtendo seus maiores valores em áreas de pouca estratificação.

O índice de valor de cobertura (IC) é utilizado para indicar a importância da espécie na comunidade, sendo este o resultado da soma da frequência absoluta, que representa a cobertura, e o vigor absoluto, que tem correlação com a biomassa dos indivíduos de uma espécie.

#### ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E FORMAS DE VIDA DAS ESPÉCIES

Após a identificação das espécies, a distribuição geográfica foi adotada através das categorias: a) espécies endêmicas da Savana Estépica Parque, b) espécies endêmicas do Bioma Caatinga (cf. Velloso *et al.*, 2001); as espécies que não se encaixavam em nenhuma destas categorias serão consideradas como distribuição ampla. Além destas categorias de distribuição serão classificadas as espécies consideradas ruderais (Cf. Font Quer, 2001; Lorenzi, 2000).

A classificação das espécies em formas de vida teve como base as estratégias que as espécies apresentam para proteger sua gema de crescimento (Raunkiaer, 1934).

#### ANÁLISE COMPARATIVA DOS DADOS FITOSSOCIOLÓGICOS

Os dados fitossociológicos foram comparados buscando abranger duas vertentes da fitogeografia, a florística e a fisionomia, para definir o grau de diferença das

subunidades propostas por Veloso *et al.* (1991) para a Savana Estépica na região da Caatinga.

A análise comparativa por similaridade florística definiu as semelhanças taxonômicas entre os grupos de vegetação propostos por Veloso *et al.* (1991), e a heterogeneidade que cada categoria apresenta. Para a análise foi elaborada uma matriz de presença/ausência para a ocorrência dos táxons ao nível específico para cada trabalho, e logo após, a similaridade foi efetuada pelo índice de Sørensen, que busca valorizar as espécies com menor representatividade na comparação. Os levantamentos foram distribuídos assim: Savana Estépica Florestada, Savana Estépica Arborizada, Savana Estépica Parque, Ecótonos (Áreas entre Ta e Td), mas não foram encontrados trabalhos referentes à Savana Estépica Gramíneo-lenhosa.

A análise de similaridade entre estas áreas foi realizada através da comparação específica, sendo descartados os indivíduos com identificação em nível genérico. A análise de consistência foi realizada pelos dados de importância das espécies que reúnem um determinado ramo, o que possibilitou uma análise criteriosa do ponto de vista de formação da vegetação. Além disso, considerou-se a formação dos agrupamentos com a similaridade a partir de 0.3 no índice de Sørensen, realizado com auxílio do Programa PAST – Palaeontological Statistics 1.90 (Hammers *et al.*, 2009).

O segundo momento da análise foi o agrupamento dos trabalhos fitossociológicos como base na técnica de *cluster* realizado com índices descritores da estrutura da vegetação, foram escolhidos os índices que correspondem às características estruturais relevantes para Veloso *et al.* (1991): **Densidade Total; Altura Média; Índice de Diversidade de Shannon-Wiener; Número de espécies; Área Basal Total.**

A construção da matriz foi realizada pela coleta dos valores relacionados a estes índices anteriormente elencados, para inferir relações ao nível estrutural da vegetação, a estatística foi realizada com base no índice de Bray-Curtis, utilizando o método *Ward* que apresenta a menor variância e desvio-padrão nos resultados, com auxílio do Bioestat 5.0 (Ayres *et al.* , 2007).

## MÉTODO DE COLETA E ANÁLISE DE SOLOS

A técnica de coleta dos solos para análise de fertilidade seguiu Lemos & Santos (1996), e a amostragem do solo foi realizada nas parcelas fistossociológicas, somando-se 7 amostras. Os parâmetros adotados foram à análise química e de matéria orgânica, características que possibilitaram a comparação entre outros trabalhos e possíveis relações edáficas com a formação da fitofisionomia.

Estes procedimentos são justificados pelo fato de que a florística e fisionomia da Caatinga estão associadas a aspectos do clima e solo (Andrade-Lima, 1981), sendo que a umidade é o principal fator limitante, no entanto, o solo é o principal responsável para o armazenamento e condução da umidade, além de, reter e trocar elementos minerais com a vegetação (Santos, 1992).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Solo** - O solo que dá suporte ao desenvolvimento da subformação Tp é arenoso, com características marcantes de erosão superficial, e baixa deposição de matéria orgânica. Esta observação também é realizada por Hueck, 1972 e Egler, 1951, onde a aparência arenosa do substrato é bem retratada conjuntamente com a percepção da formação de sucros de escoamento superficial das chuvas, na sua descrição de campo secos “*Solo raso pedregoso, apresenta a superfície endurecida sobre a qual se deposita uma poeira estéril, ou então, nas depressões, depósitos de areia lavada. Não há o mínimo vestígio de humo, que é levado pelos escoamentos superficiais, na ocasião das chuvas*” (Egler, 1951. P 71). Os níveis de matéria orgânica encontrada na análise química do solo confirmam as observações em campo, mas não são níveis tão baixos como os descrito por Egler, este fato deve ser ocasionado pela grande quantidade de *Aristica* sp. encontrado em toda área.

A distribuição geográfica da fitofisionomia se encontra dispersa em três tipos de solos para esta vegetação, o primeiro é Planossolo Nátrico Órtico originado de rochas detríticas que é encontrado na região de Rodelas, os outros são o solo Vertissolo e

Planossolo Háplico Eutrófico na região de Juazeiro. A caracterização da Savana Estépica Parque por Veloso *et al.* (1991) condiz em parte com os tipos de solo encontrado nas áreas de Tp, pois para Veloso a “[Tp] *Ocupam geralmente pequenas depressões, capeadas por vertissolos, que na época das chuvas são alagadas por não possuírem boa drenagem*” (Veloso *et al.*, 1991. P. 92). A descrição acima pode ser generalizada para a área próxima a região de Juazeiro, no entanto exclui toda a região de rodela.

**Tabela 9. Análise química das amostras de solo retirada de áreas de Savana Estépica Parque ao longo do Baixo Médio São Francisco, Bahia. (Cho – Chorrochó, Jua – Juazeiro, Macu – Macururé, Rod – rodelas) .**

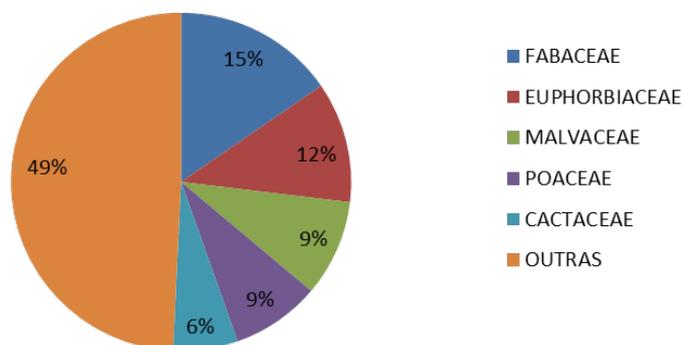
Amostras	Resultados Analíticos			Fertilidade Completa								Micro em solo					
	<i>pH</i>	<i>P</i>	<i>K</i>	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>Ca+Mg</i>	<i>Al</i>	<i>Na</i>	<i>H+Al</i>	<i>SB</i>	<i>CTC</i>	<i>V</i>	<i>M_O</i>	<i>Cu</i>	<i>Fe</i>	<i>Zn</i>	<i>Mn</i>
	<i>em</i> <i>água</i>	<i>mg/dm<sup>3</sup></i>	<i>cmolc/dm<sup>3</sup></i>								<i>%</i>	<i>g/kg</i>	<i>mg/kg</i>				
Cho 1	6,0	5	0,23	3,10	1,50	4,60	0,0	0,16	2,20	4,99	7,19	69	7,04	0,54	75,32	1,47	121,87
Cho 2	6,2	50	0,31	3,30	1,10	4,40	0,0	0,03	1,76	4,74	6,50	73	6,42	0,77	68,5	3,00	65,34
Macu	6,8	6	0,16	4,00	0,60	4,60	0,0	0,06	0,66	4,81	5,47	88	5,07	0,99	69,64	0,73	60,91
Rod 1	6,3	4	0,21	2,40	0,70	3,10	0,0	0,03	0,99	3,34	4,33	77	4,24	1,22	36,64	1,67	48,63
Rod 2	6,4	36	0,02	2,10	0,80	2,90	0,0	0,03	1,54	2,95	4,49	66	5,07	0,32	44,61	1,18	30,89
Jua 1	8,1	37	0,02	28,40	4,10	32,50	0,0	0,03	0,00	32,55	32,55	100	22,25	0,09	10,48	1,03	55,62
Jua 2	6,1	51	0,02	2,40	0,60	3,00	0,0	0,02	1,65	3,04	4,69	65	3,83	0,99	55,98	0,43	21,34

As análises químicas das amostras dos solos da vegetação Tp apresentam uma acidez fraca, destas apenas uma localidade tem alcalinidade elevada, o que pode ter sido ocasionado por correções químicas do solo administrada de maneira desordenada, ocasionada pela formação de pastagens. Além desta condição os valores de CTC encontrados nas amostras oscilam entre 4 a 7 cmolc/dm<sup>3</sup>, que corresponde a solos arenosos a pouco argilosos. Os solos com valores abaixo de 5cmolc/dm<sup>3</sup> apresentam menor teor de matéria orgânica e conseqüente baixa retenção de umidade, já, os valores acima deste são solos com maior capacidade de retenção de nutriente e umidade. Nesta análise também encontramos valores anômalos em uma amostra, diferenciando ainda mais esta área dos solos da Tp, as características locais de acúmulo de água e o uso intensivo podem ser as explicações para este desvio acentuado das características químicas. Nas outras áreas os valores baixos da CTC explicam a presença de erosão superficial e a baixa umidade das áreas de Tp (Tabela 9).

Os macronutrientes, de acordo com a Tabela 9, Mg, Ca, Na e K encontram-se variando entre os níveis de médio a alto em sua proporção, o que demonstra haver baixa lixiviação deste solo. Este dado reflete os baixos índices de precipitação encontrada em todas as áreas pertencentes à fitofisionomia.

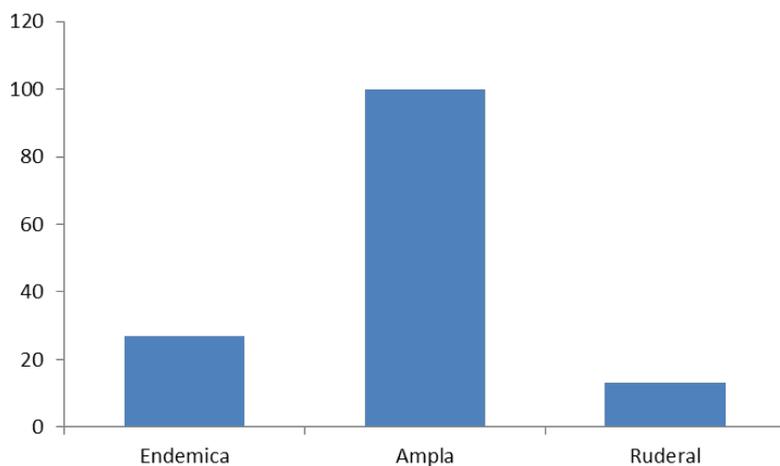
Na Tabela 9, encontramos também que os valores de alumínio são zero para todas as áreas, no entanto, este dado não é uma anomalia, pois na faixa de pH que o solo deste vegetação encontra-se os valores de alumínio tendem a zero (Meurer, 2000).

**Florística** - O levantamento florístico, em todas as áreas de Savana Estépica Parque, apresentou 131 espécies, com 86.2 % destas identificadas a nível específico (Tabela 13). Estas espécies estão distribuídas em 39 famílias de angiospermas, sendo Fabaceae (Leguminosae) (20 spp., ca. 15%) e Euphorbiaceae (15 spp., ca. 11%) são as famílias que apresentam o maior número de espécies encontradas na área, fato esperado, pois, estas possuem alta representatividade na Caatinga (Queiroz, 2005). No entanto, a família Poaceae (11 spp., ca. 9%) também foi bem representada, este aspecto está relacionado a dominância do estrato herbáceo, o que é uma característica peculiar da fitofisionomia Tp. (Figura 6).



**Figura 6. Distribuição das espécies nas famílias coletadas na área da Savana Estépica Parque.**

Dentre as espécies coletas, 27 (ca. 20%) são endêmicas da caatinga (Cf. Giuliatti *et al.* In: Sampaio *et al.* 2002), sendo que 13 (ca. 9%) são ruderais (Cf. Lorenzi, 2000) e 100 (ca. 76%) com distribuição ampla (Figura 7). Contudo, vale salientar que as espécies dominantes (Tabela 10) são em sua maioria espécies endêmicas da flora da Caatinga, mas com ampla distribuição dentro do Bioma, dando indicações que os efeitos da antropização sobre esta vegetação ainda não superaram o poder de resiliência.



**Figura 7. Distribuição das espécies coletadas na Savana Estépica Parque nas categorias de distribuição geográfica.**

A composição florística da Savana Estépica Parque não apresenta uma flora endêmica, sendo composta por espécies com distribuições heterogêneas, algumas ocorrem mais frequentemente sobre a Savana Estépica Arbórea (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Bernan, *Calliandra depauperata* Benth.), outras sobre solo arenoso (*Calliandra depauperata* Benth., *Coursetia rostrata* Benth., *Mimosa tenuiflora* Benth., *Zornia brasiliensis* Volgel) ou Caatinga de areia (*Poincianella microphylla* (Mart. ex G.Don) L.P.Queiroz, *Pithecellobium diversifolium* Benth.).

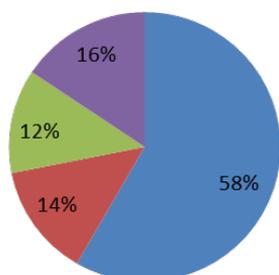
Além destas, algumas são espécies invasoras e colonizadoras de áreas antropizadas (*Desmanthus pernambucanus* Thell., *Mimosa tenuiflora* Benth., *Neptunia plena* (L.) Benth., *Poincianella laxiflora* (Tul.) L.P.Queiroz, *Rhynchosia minima* (L.) DC., *Senna uniflora* (Mill.) H.S.Irwin & Barneby, *Tephrosia purpurea* (L.) Persl., *Senna martiana* (Benth.) H.S.Irwin & Barneby).

Para Veloso a Savana Estépica Parque apresenta como flora “[O domínio] de vários ecótipos (...), estes sempre associados ao capim panasco, do gênero *Aristida* (Veloso *et al.*, 1991, p.92)”. Na amostragem realizada foi encontrado de forma dominante em toda região.

Na individualização desta unidade vegetacional o critério florístico com base na singularidade florística não é sustentado. No entanto, a associação de algumas espécies de fanerófitos conjuntamente com a ocorrência de espécies do gênero *Aristida* podem delimitar esta formação, como propôs Andrade-Lima (1981), através da unidade IV do tipo 9, delimitada pela associação dos gêneros *Mimosa*- *Poincianella* (*Caesalpinia* p.p.)-*Aristida*, com cobertura contínua de *Aristida adscendens* Trimen. e algumas vezes *A. elliptica* Kunth. Este tipo era utilizado por Andrade-Lima (1981) para individualizar o Seridó, que era uma vegetação singular distribuída no Rio Grande do Norte e na Paraíba, no entanto, a associação florística desta unidade é similar ao padrão encontrado na fisionomia Savana Estépica Parque.

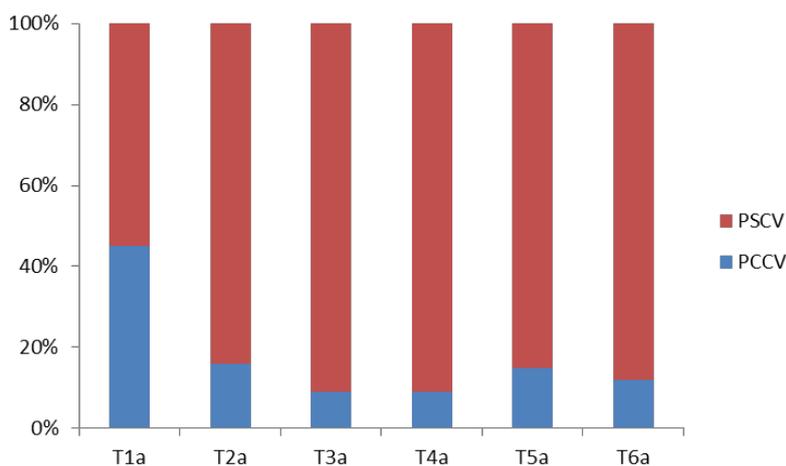
A classificação das espécies em formas de vida coloca esta unidade vegetacional claramente dominada por fanerófitos, quando analisamos o número de espécies ocorrentes, no entanto, seria necessário ponderar esta análise com a dominância encontrada no estrato herbáceo desta vegetação que é representada por hemicriptófitos, como descrita por Veloso *et al.* (1991) (Figura 8).

■ Fanerófito ■ Caméfito ■ Hemicriptófito ■ Terófito

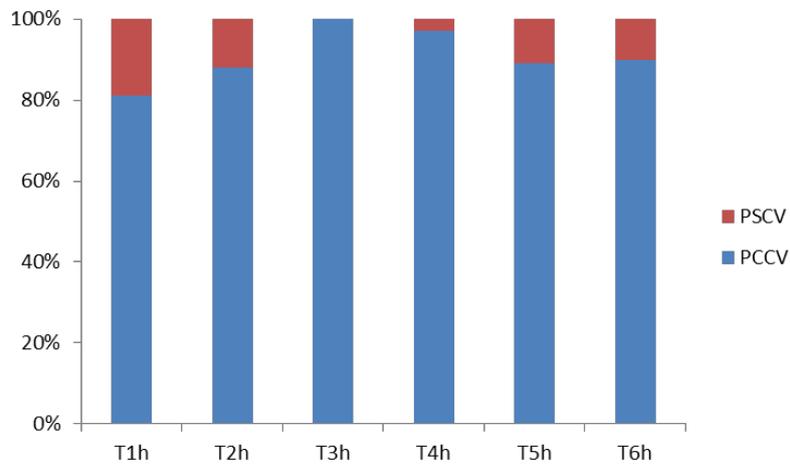


**Figura 8. Proporção das formas de vida de Raunkiaer (1934) para o levantamento das espécies na Savana Estépica Parque, situada no Baixo Médio São Francisco, Bahia.**

**Cobertura do estrato herbáceo e arbóreo-arbustivo** – A cobertura vegetal da fisionomia Tp é visualmente marcada pelo estrato herbáceo, com a formação de pequenos grupos de espécies lenhosas que ocupam o estrato arbóreo-arbustivo. Em, Kuhlmann (1974) a característica do estrato herbáceo é a principal referência para a Savana Estépica Parque. Esta característica foi bem representada na análise da cobertura vegetal, que para o estrato arbóreo-arbustivo encontramos grandes lacunas chegando a alcançar 90% da área amostrada (Figura 9), e no estrato herbáceo o domínio de cobertura chega a 100% (Figura 10).

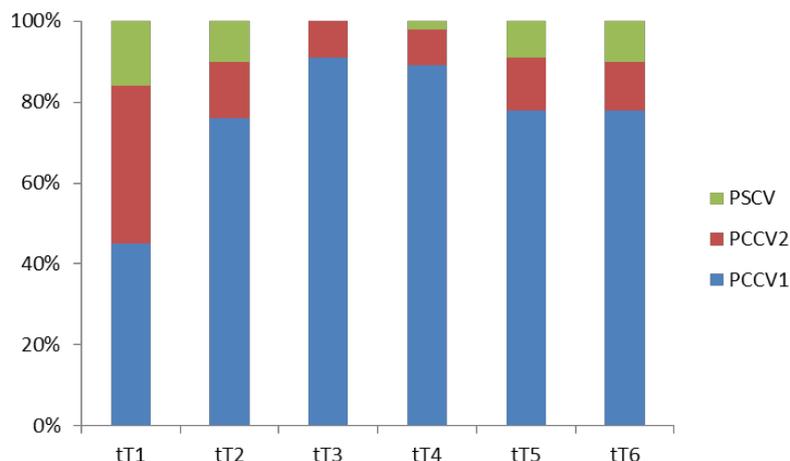


**Figura 9. Cobertura do estrato arbóreo-arbustivo da Savana Estépica Parque ao longo de transectos. PSCV – Ponto sem cobertura vegetal, PCCV – Ponto com cobertura vegetal.**



**Figura 10. Cobertura do estrato herbáceo da Savana Estépica Parque ao longo de transectos. PSCV – Ponto sem cobertura vegetal, PCCV – Ponto com cobertura vegetal.**

A fisionomia Tp apresenta o padrão espacial permeado por lacunas nos estratos vegetacionais, alcançando cerca de 20% da área amostrada. Nesta fisionomia em geral a dominância de cobertura é do estrato herbáceo que representa mais de 50% da vegetação, seguido pelo estrato arbóreo-arbustivo com valores abaixo de 20% (Figura 11). A alternância da cobertura dos fanerófitos conduz a percepção de pseudoordenação desta vegetação citada por Veloso *et al.* (1991).



**Figura 11. Cobertura vegetal na Savana Estépica Parque ao longo de transectos. PSCV – Ponto sem cobertura vegetal, PCCV2 – Ponto com cobertura vegetal em dois estratos, PCCV1 – Ponto com cobertura vegetal em pelo menos um estrato.**

A primeira transecção, da região de Juazeiro, apresenta um padrão diferenciado de cobertura vegetal, com maior participação do estrato arbóreo-arbustivo, alterando o padrão de dominância herbácea, que nos outros transectos amostrados alcançam mais de 70% da cobertura vegetal (Figura 11).

A diferença entre a área de Juazeiro e Rodelas é evidente em sua cobertura, a primeira apresenta um maior domínio da cobertura arbóreo-arbustiva em detrimento do estrato herbáceo, esta variação é ocasionada por áreas de transição desta região, a segunda área possui um domínio massivo do estrato herbáceo, característico da fisionomia Tp.

**Fitossociologia do método de pontos** – No método de pontos foram amostrados 6 transectos com 100 pontos, amostrando uma cobertura de 5709 indivíduos distribuídos em 30 espécies entre os estratos herbáceo e arbóreo-arbustivo. O incremento do número de espécies está relacionado ao estrato herbáceo e a inclusão de espécies não lenhosas do estrato arbóreo-arbustivo (Tabela 10).

**Tabela 10. Espécies e seu parâmetros fitossociológicos em ordem decrescente do valor do índice de cobertura (IC), Savana Estépica Parque, Baixo Médio São Francisco, Bahia. NP – número de pontos, NT – número de toques, MT – Média de toques, FA – Frequência absoluta, FR – Frequência relativa, VA – Vigor absoluto, VR – Vigor relativo, IC – índice de cobertura.**

Táxons	NP	NT	MT(i)	FA(i)	FR(i)	VA(i)	VR(i)	IC(i)
	total	total						
<i>Aristida adscendens</i>	451	4621	10.25	0.59	59.34	6.08	80.94	6.67
<i>Poincianella microphylla</i>	53	227	4.28	0.07	6.97	0.30	3.98	0.37
<i>Selaginella sellowiana</i>	29	199	6.86	0.04	3.82	0.26	3.49	0.30
<i>Sida galheirensis</i>	38	140	3.68	0.05	5.00	0.18	2.45	0.23
<i>Poincianella laxiflora</i>	27	86	3.19	0.04	3.55	0.11	1.51	0.15
<i>Jatropha mollissima</i>	31	61	1.97	0.04	4.08	0.08	1.07	0.12
<i>Tacinga inamoena</i>	32	57	1.78	0.04	4.21	0.08	1.00	0.12
<i>Mimosa tenuiflora</i>	8	77	9.63	0.01	1.05	0.10	1.35	0.11
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	23	42	1.83	0.03	3.03	0.06	0.74	0.09
<i>Aristida elliptica</i>	9	49	5.44	0.01	1.18	0.06	0.86	0.08
<i>Cardiospermum corindum</i>	8	34	4.25	0.01	1.05	0.04	0.60	0.06
<i>Borreria verticilata</i>	10	17	1.70	0.01	1.32	0.02	0.30	0.04
<i>Herisantia tiubae</i>	5	15	3.00	0.01	0.66	0.02	0.26	0.03
<i>Croton blanchetianus</i>	4	12	3.00	0.01	0.53	0.02	0.21	0.02
<i>Cissus decídua</i>	6	8	1.33	0.01	0.79	0.01	0.14	0.02
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	2	11	5.50	0.00	0.26	0.01	0.19	0.02
<i>Pilosocereus gounellei</i>	4	7	1.75	0.01	0.53	0.01	0.12	0.01
<i>Croton echioideus</i>	3	6	2.00	0.00	0.39	0.01	0.11	0.01
<i>Evolvulus elegans</i>	1	7	7.00	0.00	0.13	0.01	0.12	0.01
<i>Gomphrena vaga</i>	2	6	3.00	0.00	0.26	0.01	0.11	0.01
<i>Richardia grandiflora</i>	3	5	1.67	0.00	0.39	0.01	0.09	0.01
<i>Aspidosperma cuspa</i>	2	5	2.50	0.00	0.26	0.01	0.09	0.01
<i>Cnidoscolus urens</i>	2	4	2.00	0.00	0.26	0.01	0.07	0.01
<i>Neesiochloa barbata</i>	2	4	2.00	0.00	0.26	0.01	0.07	0.01
<i>Centratherum punctatum</i>	1	4	4.00	0.00	0.13	0.01	0.07	0.01
<i>Desmanthus pernambucanus</i>	1	2	2.00	0.00	0.13	0.00	0.04	0.00
<i>Jatropha ribifolia</i>	1	1	1.00	0.00	0.13	0.00	0.02	0.00
<i>Prosopis juliflora</i>	1	1	1.00	0.00	0.13	0.00	0.02	0.00
<i>Tripogon spicatus</i>	1	1	1.00	0.00	0.13	0.00	0.02	0.00

A análise fitossociológica com base na cobertura vegetal, ponderou a importância do estrato herbáceo para a fisionomia Tp, além de definir as espécies mais importantes para a fisionomia. A espécie *Aristida adscendens* Trimen alcançou o maior índice de cobertura (IC) chegando a 6.6, seguida pelas espécies *Poincianella microphylla* (IC=0.37) e *Selaginella sellowiana* (IC=0.30).

As espécies *Poincianella laxiflora* (IC=0.15) e *Jatropha molissima* (IC=0.12) que foram tidas como as mais importantes no método de parcelas, no método de pontos ocuparam a quinta e sexta posição no índice de importância de cobertura. Os valores encontrados para esta vegetação reafirmam a dominância do estrato herbáceo para esta vegetação, ratificando a importância do capim panasco, principalmente com a espécie *Aristida adscendens* Trimen.

**Fitossociologia do método de quadrantes** – O levantamento dos dados estruturais da vegetação foi realizado pela amostragem de 63 parcelas correspondendo a uma área de 6.300 m<sup>2</sup>, totalizando 673 indivíduos amostrados, pertencentes a 18 espécies, distribuídas em sete famílias, dentre estas Fabaceae (7ssp.) e Euphorbiaceae (ssp. 4) com o maior número de espécies e indivíduos amostrados 306 e 322 respectivamente, abrangendo aproximadamente 90% dos indivíduos amostrados (Figura 12). As espécies *Poincianella laxiflora* (Tul.) L.P.Queiroz (207 ind. ca. 31%), *Jatropha molissima* Baill. (191 ind. ca. 28%) são dominantes em toda fisionomia, seguidas por *Croton blanchetianus* Baill. e *Poincianella microphylla* (Mart. ex G.Don) L.P.Queiroz que somadas possuem menos de 20 % dos indivíduos totais amostrados (Tabela 11).

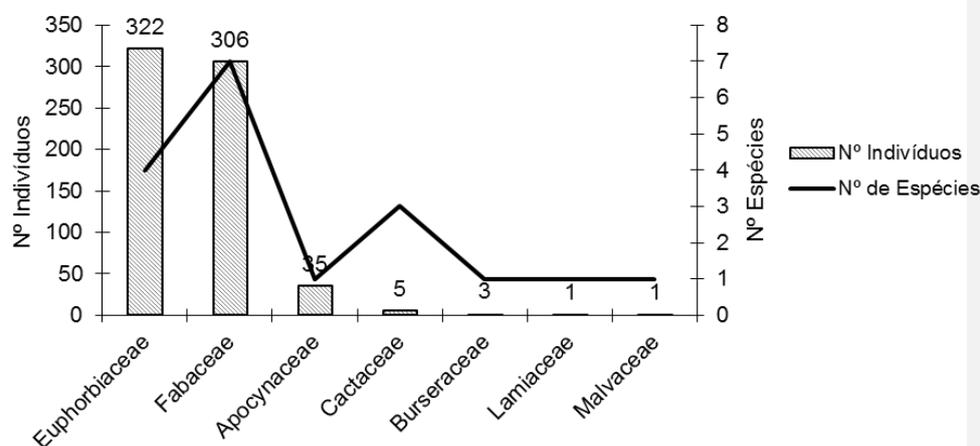


Figura 12. Frequência de indivíduos por famílias na Savana Estépica Parque, no Baixo Médio São Francisco, Bahia.

Encontramos em nossa amostragem a maior frequência de indivíduos com altura de 2,7 m, apresentando a formação de uma vegetação predominante arbustiva (Figura

13). Contudo, ao longo da vegetação são encontrados indivíduos alcançando aproximadamente 9 m. Esta descrição aproxima-se de uma unidade vegetacional estabelecida por Egler (1951), denominada “*Caatinga seca esparsa*”, “[composta por] *arbustos isolados, com 2 metros de altura em média, e muito espaçadamente algumas “umburanas” de porte arbóreo.*”(Egler, 1951. P 71).

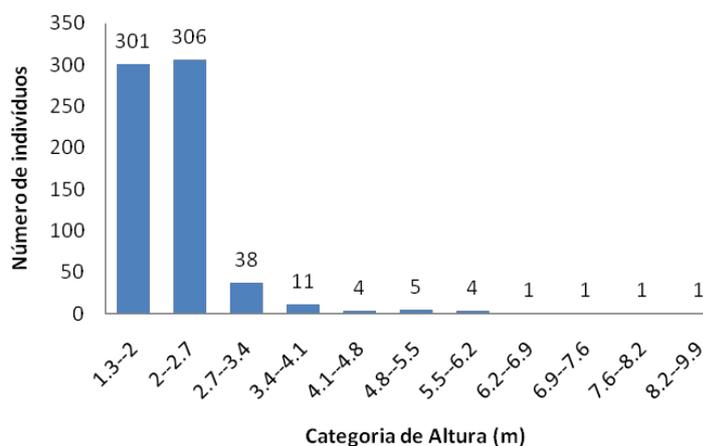
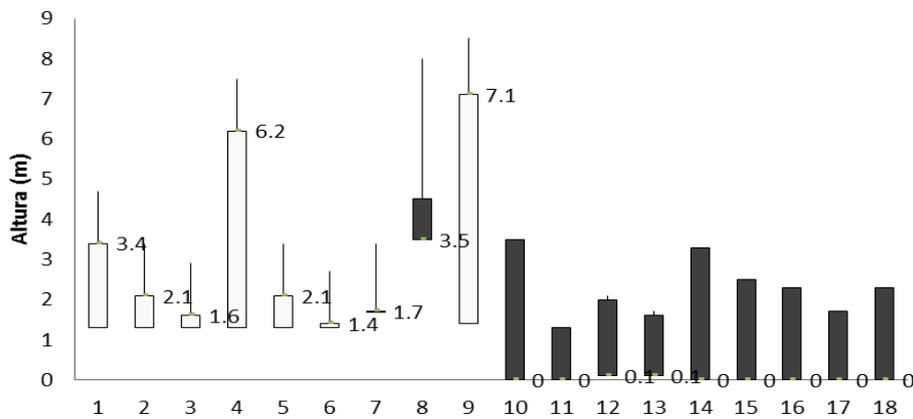


Figura 13. Distribuição dos indivíduos em classes de altura nas áreas de Savana Estépica Parque.

Quando analisamos o porte das maiores espécies, encontramos *Mimosa ophthalmocentra* Mart. ex Benth. (var. 7.1m, com 8 ind.), *Cnidoscolus quercifolius* Pohl (var. 6.2m, com 38 ind.) e *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B.Gillett (var. 3.8 com 3 ind.), esta última é a espécie que apresenta a menor variação no grupo que alcançam uma estrutura arbórea, ou seja, ela sempre se apresenta com um porte arbóreo, aproximando a Tp da descrição de Egler (1951) (Figura 14).



**Figura 14.** Padrão de variação de altura das espécies encontradas na Savana Estépica Parque, no Baixo Médio São Francisco, Bahia. \* Os números referentes às espécies estão dispostos na tabela 11.

Entre as espécies a *Jatropha mollissima* Baill., *Croton sonderianus* Müll. Arg. e *Poincianella laxiflora* (Tul.) L.P. Queiroz, apresentam os maiores números de indivíduos amostrados, no entanto, não exibiram variação na sua altura correspondente, fato que pode está associado ao crescimento individual das espécies e sua relação com o solo ou a retirada para uso da população de uma determinada faixa estrutural da vegetação, caso que é eventualmente visualizado nas áreas visitadas.

A distribuição diamétrica desta comunidade concentra ca. 93% dos indivíduos entre 3 e 32 centímetros de diâmetro (Figura 15), que ao serem distribuídos em categorias apresenta um padrão de uma comunidade em regeneração, onde as espécies estão concentradas nas faixas iniciais de desenvolvimento. No entanto, para este tipo vegetacional é importante pondera esta análise com os efeitos da condição ambiental imposta nesta região sobre o desenvolvimento das espécies.

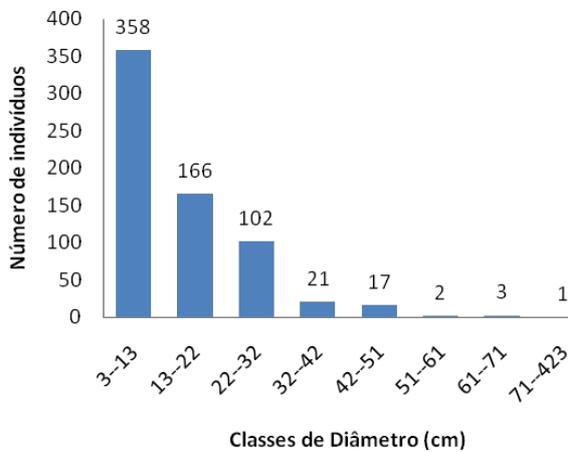


Figura 15. Distribuição dos indivíduos em classes diamétricas nas áreas de Savana Estépica Parque, no Baixo Médio São Francisco, Bahia.

As espécies com maiores diâmetros foram *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B.Gillett chegando a quase 70 cm de área basal, *Poincianella laxiflora* (Tul.) L.P.Queiroz ca. 55 cm, seguida por *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Bernan ca. 50 cm, dentre esta espécie a *P. laxiflora* (Tul.) L.P.Queiroz apresenta em campo boa quantidade de seus indivíduos com fuste múltiplo, já as duas outras espécies apresentam fuste único e padrão arbóreo. (Figura 16).

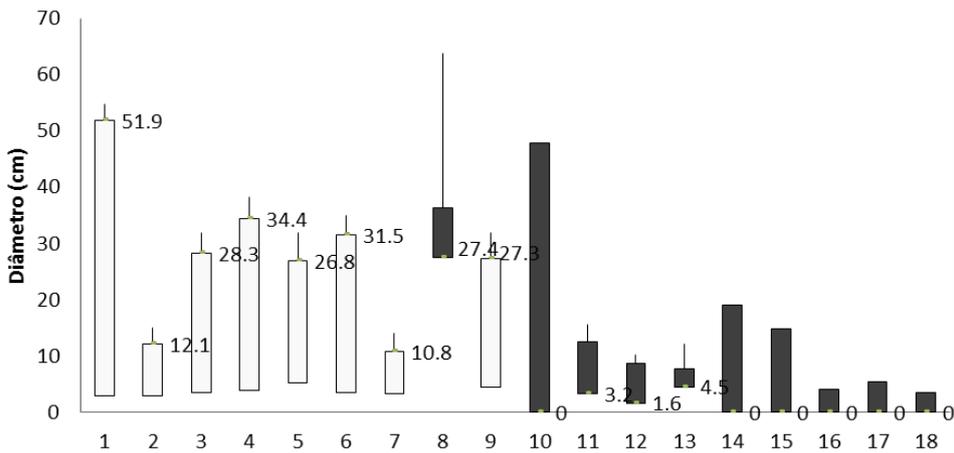


Figura 16. Padrão de variação diamétrica das espécies encontradas na Savana Estépica Parque, no Baixo Médio São Francisco, Bahia. \* Os números referentes às espécies estão dispostos na tabela 11.

A distribuição diamétrica apresenta uma característica importante para definição da subunidade Tp, onde a ocupação do espaço pelas espécies mais frequentes é relativamente pequena, característica evidente pela formação de pequenos agrupamentos e largos espaços tomados pelo capim panasco (*Aristida* sp.)

O ciclo sazonal nesta vegetação é visualmente impactante, sendo que o *Ziziphus joazeiro* Mart. e *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B.Gillett foram as únicas espécies vista que se mantiveram verdes ao longo de todo período de coleta. Todas as outras espécies apresentaram o comportamento típico da perda de estruturas devido à deficiência hídrica encontrada na região. O que é bem caracterizado na descrição de Campos Secos, por Kurt (1897-1965), que o descreve com uma área de cobertura vegetal com clareiras, composta por espécies herbáceas e gramíneas, que cobrem parcialmente o solo pedregoso.

A ordenação das espécies pelo índice de valor de importância para as áreas de Tp apresentou *Poincianella laxiflora* (Tul.) L.P.Queiroz, *Jatropha mollissima* Baill., *Croton blanchetianus* Baill., *Cnidoscolus quercifolius* Pohl., *Poincianella microphylla* (Mart. ex G.Don) L.P.Queiroz e *Aspidosperma pyrifolium* Mart., *Mimosa tenuiflora* Benth., *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B.Gillett, *Mimosa ophythalmocentra* Mart. ex Benth., *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Bernan. como as mais importantes para a estruturação da vegetação, destas 7 são endêmicas da Caatinga.

A espécie *C. blanchetianus* Baill. apresenta frequência baixa quando analisada no conjunto de coletas, no entanto, em algumas parcelas esta espécie apresentou picos de frequência. Por outro lado, *Jatropha mollissima* Baill. possui dominância pequena, mas abriga o segundo maior número de indivíduos (191 ind.), ficando atrás apenas da *Poincianella laxiflora* (Tul.) L.P.Queiroz (207 ind.) (Tabela 11).

**Tabela 11. Espécies e seus parâmetros fitossociológicos em ordem decrescente do valor de importância (IVI), Savana Estépica Parque, Baixo Médio São Francisco, Bahia. N- Número da espécie nas figuras 8 e 9; IND – Número absoluto de indivíduos; DR – Densidade relativa; FR – Frequência relativa (%); DoR – Dominância Relativa; IVI – Índice de Valor de Importância.**

Táxons	N	IND	DR	DoR	FR	IVI
<i>Poincianella laxiflora</i>	1	207	30.76	44.44	26.95	102.14
<i>Jatropha molissima</i>	2	191	28.38	4.1	25.75	58.23
<i>Croton blanchetianus</i>	3	92	13.67	13.02	6.59	33.27
<i>Cnidoscolus quercifolius</i>	4	38	5.65	9.1	16.17	30.91
<i>Poincianella microphylla</i>	5	71	10.55	15.37	4.79	30.71
<i>Aspidosperma pyriforme</i>	6	35	5.2	5.44	7.19	17.83
<i>Mimosa tenuiflora</i>	7	16	2.38	0.69	2.99	6.06
<i>Commiphora leptophloeos</i>	8	3	0.45	3.76	1.8	6
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	9	8	1.19	2.01	1.2	4.4
<i>Anadenanthera colubrina</i>	10	1	0.15	1.28	0.6	2.03
<i>Pilosocereus gounellei</i>	11	2	0.3	0.22	1.2	1.72
<i>Cereus Jamacaru</i>	12	2	0.3	0.1	1.2	1.59
<i>Calliandra depauperata</i>	13	2	0.3	0.12	0.6	1.01
<i>Prosopis juliflora</i>	14	1	0.15	0.2	0.6	0.95
<i>Croton echioideus</i>	15	1	0.15	0.12	0.6	0.87
<i>Sida galheirensis</i>	16	1	0.15	0.01	0.6	0.76
<i>Cnidoscolus urens</i>	17	1	0.15	0.02	0.6	0.76
<i>Hyptis sp.</i>	18	1	0.15	0.01	0.6	0.75

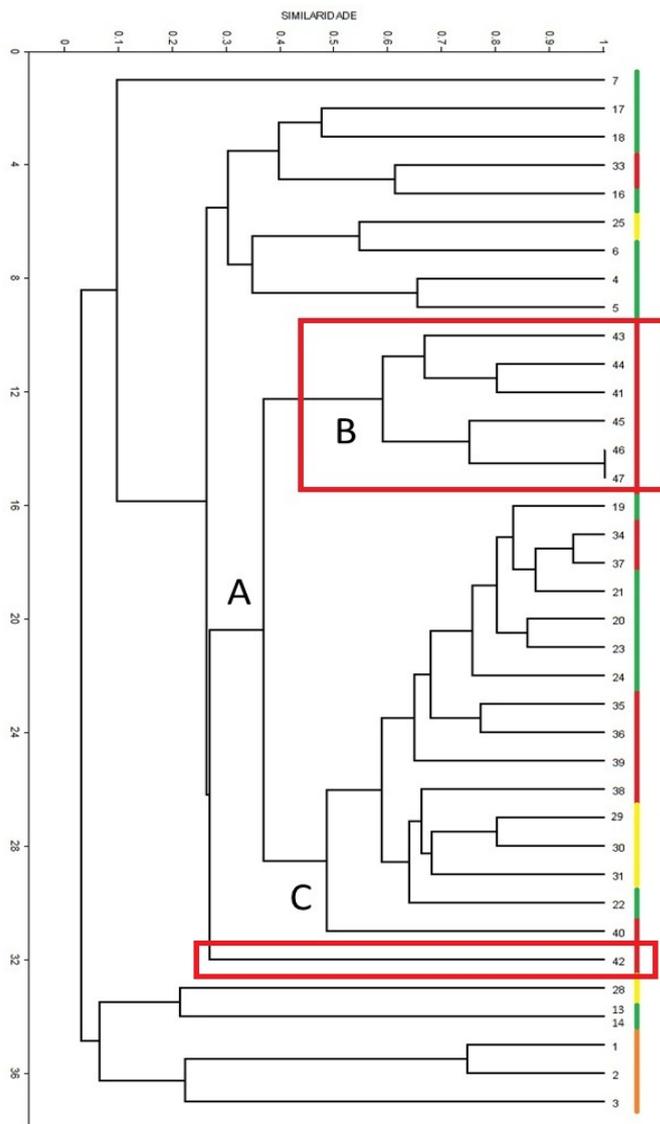
A composição desta vegetação para Egler (1951) segue a ordenação de importância “[Para os arbustos] *principalmente o pereiro [Aspidosperma sp.], que forma mais ou menos 60 % desta sinúsia, seguindo-se na ordem de importância, a faveleira [Cnidoscolus sp.], a catingueira [Poincianella sp.], o marmeleiro [Croton sp.]*” (Egler, 1951. P 71). Em nossa amostragem, todos os gêneros foram encontrados, mas com dominâncias diferentes, sendo o gênero *Poincianella* o mais representativo para esta unidade de vegetação.

A observação da classificação proposta por Veloso *et al.* (1991), ou sistemas alternativos Andrade-Lima (1981), Kurt (1965), Egler (1951), é visível a diferenciação da Savana Estépica Parque de outras unidades que compõe a Caatinga. Contudo, é necessário dimensionar a variabilidade que se agrupa sobre esta categoria, para possibilitar uma análise criteriosa do sistema formado por Veloso *et al.* (1991) para a Savana Estépica.

A composição da flora da unidade Savana Estépica Parque não é formada por espécies com uma distribuição restrita, no entanto, ocorre um conjunto aparentemente restrito de espécies, que pode ser explicado pela similaridade florística.

O dendrograma de similaridade entre subunidades de caatinga apresenta as áreas de Tp circunscrita ao agrupamento “A” com similaridade acima de 0.3, com exceção dos fragmentos 42 e 33. Os fragmentos amostrados neste trabalho permaneceram agrupados em um subgrupo “B” com similaridade acima de 0.6, com exceção do fragmento 42, que se posicionou fora do agrupamento de áreas correspondentes a fragmentos de Tp. A similaridade entre os fragmentos do agrupamento “B” não possui relação com a proximidade geográfica. (Figura 17)

**[LSD1] Comentário:** Refazer figura com a distribuição geográfica



- Fragmentos amostrados neste trabalho
- Savana Estépica Parque
- Savana Estépica Arborizada
- Savana Estépica Florestada
- Ecótono

Figura 17. Similaridade entre levantamentos fitossociológicos na região da Savana Estépica (Caatinga), através da aplicação do índice de Sørense. \*A numeração dos trabalhos está elencada na tabela 12.

O agrupamento “A” é formado por amostras da área de Savana Estépica Parque ao longo do baixo médio São Francisco, e por fragmentos amostrados na região do Seridó incluindo fragmentos de Tp e Ta. Estas áreas são reunidas por *Poincianella laxiflora* (Tul.) L.P.Queiroz, *Jatropha mollissima* Baill. e de forma subsequente por *Aspidosperma pyriforme* Mart., estas três espécies apresenta o índice de valor de importância (IVI) variável para os dois subgrupos “B” e “C”. (Figura 17)

O agrupamento “B” é formado pelos fragmentos da região do baixo médio São Francisco na Bahia e pode ser diferenciado pela presença do *Cnidoscolus quercifolius* Pohl. e pelo IVI alto de *Jatropha mollissima* Baill. e de forma oposta o baixo IVI de *Aspidosperma pyriforme* Mart., sendo agrupada com similaridade aproximada de 0.6 (Figura 17).

O subgrupo “C” abarca um maior número de fragmentos e sua similaridade aproxima-se de 0.5, onde as espécies *Poincianella laxiflora* (Tul.) L.P.Queiroz, *Aspidosperma pyriforme* Mart. com alto valor de IVI e *Jatropha mollissima* Baill. com baixo valor de IVI são as maiores responsáveis por este agrupamento, acompanhadas de maneira subsequente por *Croton hemiargyreus* Müll. Arg., *Cnidoscolus phyllacanthus* Pax & K.Hoffm. e *Mimosa hostilis* Benth. Este último agrupamento abarca áreas que pelo mapeamento do PROBIO não foram consideradas Savana Estépica Parque, mas todas fazem parte da região do Seridó (Figura 17).

Os fragmentos do ramo C são formados por amostras de áreas incluídas em núcleos de desertificação, na região do Seridó (Costa, 2009). A união deste grupo é justificada por dois motivos, a proximidade espacial que reflete na similaridade florística e pelas características ambientais que os fragmentos estão incluídos.

A heterogeneidade do dendrograma de similaridade florística para áreas de Savana Estépica Parque pode ser explicada pela proposta da delimitação desta categoria que é fundamentada nas características da fisionomia, a qual não consegue explicar a distribuição das espécies. Sendo, mais importante para variável de flora o entendimento da influência das outras unidades de vegetação em seu entorno. Uma prova desta característica é a alta frequência de espécies de ampla distribuição para o bioma Caatinga. Já que, pela condição extrema de fatores ambientais, a Savana Estépica

Parque pode ser considerada uma área de pequeno poder de produção de propágulos e alto nível de seleção.

As características estruturais da vegetação devem delimitar melhor os grupos propostos por Veloso *et al.* (1991), já que as delimitações das categorias são baseadas em características fisionômicas e não florísticas. O agrupamento realizado para análise foi constituído sobre métricas utilizadas para a medida de estrutura e diversidade, nos trabalhos fitossociológicos (Tabela 12).

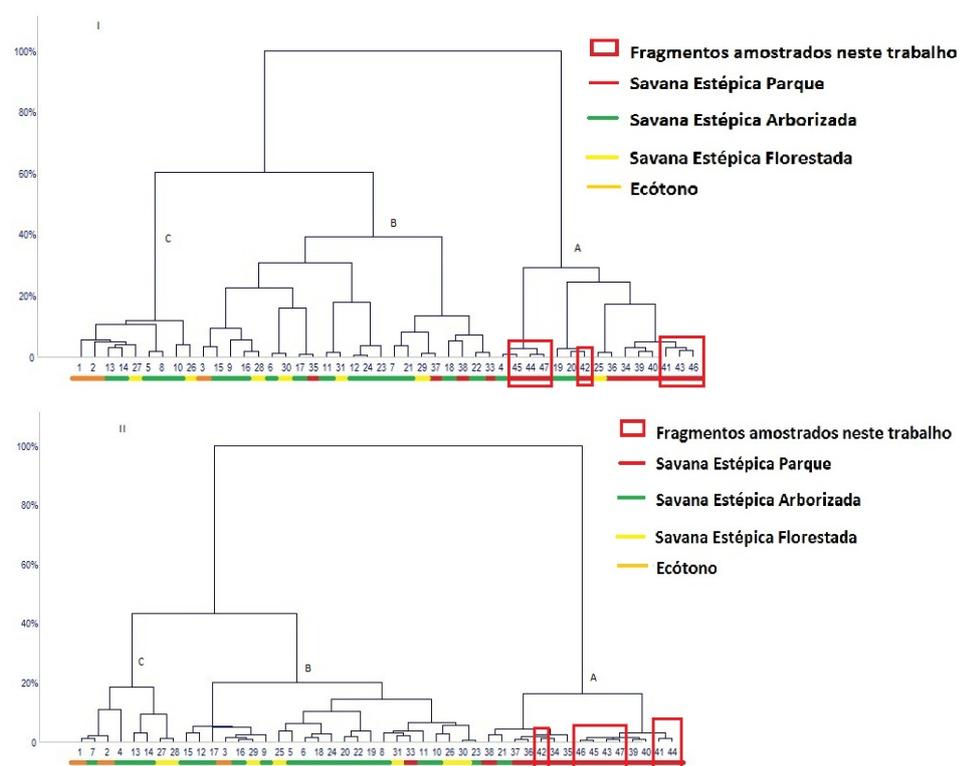
**Tabela 12. Parâmetros fitossociológicos registrados em áreas de Savana Estépica (Caatinga). Cl.V- Classe de vegetação tendo como base o mapeamento realizado pelo PROBIO. Siglas: Ec – Ecótono; Ta – Savana Estépica Arborizada; Td – Savana Estépica Florestada; Tp – Savana Estépica Parque; Trab. – Número que se referencia aos trabalhos da figura 13; SSP – Número de espécies; DT – Densidade total por hectares; ABT – Área basal total; ALT.M – altura média; H<sup>2</sup>- Índice de diversidade de Shannon-Wiener.**

LEVANTAMENTOS	Ano	Critério	Cl.V.	Trab.	SSP	DT (IND. HA <sup>-1</sup> )	ABT (M <sup>2</sup> HA <sup>-1</sup> )	ALT.M (m)	H <sup>2</sup>
ALTO COMANDANTE	2002	DNS>=3		1	46	2730.68	38.22	4.6	3.21
BAIXÃO DA COBRA	2002	DNS>=3	Ec	2	44	2799.50	38.58	5.2	3.09
CASTRO (F. CH. GRAND)	1994	DNS>=3.2		3	76	3591.00	29.7	2.5	2.53
RODAL (BOA VISTA I)	1992	DNS>=3		4	28	1872.00	20.28	6.2	1.90
RODAL (BOA VISTA II)	1992	DNS>=3		5	22	1076.00	34.29	4.4	1.99
RODAL (POÇO DO FERRO II)	1992	DNS>=3		6	24	2172.00	15.62	3.3	2.25
ALCOFORADO-FILHO	1993	DNS>=3		7	56	3210.00	24.9	4.7	3.09
FERRAZ 500	1994	DNS>=3		8	35	3555.00	30.6	4	2.33
ARAÚJO (B. FAVELEIRO)	1995	DNS>=5		9	27	3023.00	19.84	2.6	2.18
ARAÚJO (P. DO FERRO I)	1995	DNS>=5		10	22	5385.00	31.08	3.2	1.85
ARAÚJO (SAMBAÍBA)	1995	DNS>=5	Ta	11	25	3975.00	32.24	4.1	1.64
OLIVEIRA	1997	DNS>=3		12	57	4618.00	24.2	3.2	2.65
ARAÚJO (ESTRONDO)	1998	DNS>=3		13	49	6596.00	35	5.3	3.10
ARAÚJO (CARRASCO)	1998	DNS>=3		14	54	5724.00	30	5.4	2.60
GOMES	1999	DNS>=3		15	49	4172.00	31.5	2.45	2.93
SANTANA	2006	DNS>3		16	22	4080.00	17.5	2.45	2.35
RODAL	1998	DNS>3		17	35	2207.70	6.07	2.3	2.73
BARBOSA	2007	DNS>3		18	12	2814.80	16.933	3.11	2.245
CANTO ALEGRE	2009	DNS>1		19	10	1708	13.64	3.31	1.32

SÍTIO AÇUDE	2009	DNS>1		20	13	3047	13.51	3.07	1.53
SÍTIO RIACHO	2009	DNS>1		21	12	1131	5.41	2.8	1.81
CARNAUBINHA	2009	DNS>1		22	9	3598	13.98	3.12	1.21
CACHOEIRA	2009	DNS>1		23	10	4213	11.82	2.79	1.73
POÇO SALGADO	2009	DNS>1		24	12	2293	9.76	3.01	1.81
RODAL (FASA)	1992	DNS>=3		25	23	1876.00	16.51	3.8	2.54
FERRAZ 700	1994	DNS>=3		26	22	5590.00	52.4	4	1.83
ARAÚJO (B.FRIA)	1998	DNS>=3		27	49	5952.00	43	3.8	3.10
LEMONS	2002	DNS>=3	Td	28	56	5827.00	31.9	3.5	3.00
QUINTOS	2009	DNS>1		29	18	3900	11.02	2.61	2.28
VÁRZEA BARRO	2009	DNS>1		30	13	4218	14.41	2.86	1.84
QUINTOS DE BAIXO	2009	DNS>1		31	15	4218	13.68	3.4	2.09
AMORIM	2005	DNS>1		33	15	3250.00	6.10	3.4	1.94
HUMAITÁ	2009	DNS>1		34	9	865	3.14	2.33	1.57
SÃO ROQUE	2009	DNS>1		35	5	424	3.59	2.09	1.43
CURUCURU	2009	DNS>1		36	8	1291	5.81	1.99	1.57
SÃO GONÇALO	2009	DNS>1		37	9	1167	4.23	2.06	1.74
SUSSUARANA	2009	DNS>1		38	15	364	2.12	2.39	2.03
UMBURANA	2009	DNS>1		39	6	1029	4.82	2.22	1.08
VEADOS	2009	DNS>1	TP	40	4	658	2.59	2.3	1.04
JUAZEIRO	2010	DNS>=3		41	5	1633	12.54	2.207	0.9614
JUAZEIRO	2010	DNS>=3		42	13	1511	33.65	2.378	1.588
CHORROCHÓ	2010	DNS>=3		43	4	633.3	15.11	2.019	0.9998
CHORROCHÓ	2010	DNS>=3		44	5	1356	26.3	1.908	0.9233
RODELAS	2010	DNS>=3		45	3	944.4	22.2	1.976	1.047
RODELAS	2010	DNS>=3		46	5	833.3	13.61	1.955	1.117
ABARÉ	2010	DNS>=3		47	5	566.7	30.7	2.089	0.8579

A análise foi realizada em dois momentos, o primeiro foi realizado com todas as métricas estruturais disponíveis, mas o segundo com a exclusão os dados de área basal.

Pois, a classificação de Veloso *et al.* (1991) usa como base aspectos estruturais da vegetação, no entanto, na sua descrição das áreas, as características principais são a fisionomia (hábito e forma de vida), a frequência e a densidade das espécies, não sendo utilizadas métricas dependentes da área basal das espécies.



**Figura 18.** Análise de conglomerado com base na estrutura da vegetação de acordo com a tabela 3, utilizando o índice da Distância de Bray-Curtis e o método de agregação Ward de Variância Mínima. I. Dendrograma com todas as variáveis estruturais; II. Dendrograma com variáveis estruturais excetuando-se a área basal.

O primeiro dendrograma apresenta a formação de três ramos bem similares, sendo que o ramo “A” agrupa a maioria dos fragmentos de Savana Estépica Parque adicionando quatro áreas de outras formações, com exceção de três fragmentos da Savana Estépica Parque, pertencentes à região do Seridó. No entanto, é relevante ressaltar que os dados de área basal sofrem influência do estágio de regeneração da

vegetação, além de não ser um aspecto utilizado por Veloso *et al.* (1991) para a definição dos grupos de vegetação (Figura 18. I).

No segundo dendrograma, a análise de conglomerado continuou apresentando a formação de três grupos com alta similaridade. No ramo “A” os fragmentos considerados Savana Estépica Parque são aglomerados com a exceção do fragmento 33, que possui uma densidade alta de indivíduos, característica que não condiz com a classificação de Veloso *et al.* (1991).

Neste grupo ainda, houve a adição de um fragmento da região do Seridó que é considerado Savana Estépica Arbórea, o fragmento 21, que possui baixa densidade de indivíduos aproximando-se mais da fisionomia Savana Estépica Parque. Os fragmentos citados foram retirados do trabalho de Amorim (2005) e Costa (2009) respectivamente, realizados para a região do Seridó, onde a formação Savana Estépica apresenta muitos ecótonos com outras formações.

O ramo “B” e “C” nos dois dendrogramas é formado pelos fragmentos que apresentam a maior complexidade estrutural, no entanto, as classes Savana Estépica Arbórea e Florestada não conseguem delimitar de forma satisfatória a heterogeneidade que estes fragmentos apresentam (Figura 18). Dentre as classes propostas para a Savana Estépica para a região nordestina, a maior parte da vegetação é classificada como área de Savana Estépica Arbustiva e Florestada, homogeneizando boa parte da heterogeneidade estrutural e de flora da vegetação que reveste a região nordestina.

## CONCLUSÃO

Concluimos que, a classificação de Veloso *et al.* (1991) para categoria Savana Estépica Parque apresenta uma boa consistência quando analisamos índices de estrutura e diversidade, no entanto, a delimitação florística tem uma influência importante das unidades vegetacionais em seu entorno.

A Savana Estépica Parque é uma unidade vegetacional que pode ser caracterizada pelo padrão espaçado da sua cobertura vegetacional, e principalmente pelo contínuo estrato herbáceo formado pelo capim panasco (*Aristida*) (Luetzelburg, 1922-

1923) e com plantas arbustivas e arbóreas atrofiadas e esparsas (Andrade-Lima, 1981), esta vegetação não possui uma flora específica, mas uma associação de espécies. A proposta de Andrade-Lima (1981) descreve esta vegetação com a unidade IV, tipo 9, formada pela associação dos gêneros *Mimosa-Poincianella* (*Caesalpinia* p.p.)-*Aristida*, caracterizam bem a construção florística desta unidade.

As categorias Savana Estépica Arbórea e Florestada não foram discriminadas com base na análise estrutural, pelo contrário, elas homogeneizam boa parte da heterogeneidade estrutural e florística da Savana Estépica (Caatinga).

#### **BIBLIOGRAFIA**

- ALCOFORADO-FILHO, F.G.; SAMPAIO, E.S. de S.B. & RODAL, M.J.N. 2003. Florística e fitossociologia de um remanescente de vegetação caducifólia espinhosa arbórea em Caruaru, Pernambuco. *Acta Botânica Brasílica*. 17(2): 287-303.
- AMORIM, I.L., SAMPAIO, E.V.S.B & ARAÚJO, E.L. 2005. Flora e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de Caatinga do Seridó, RN, Brasil. *Acta Botânica Brasílica*. 19(3): 615-623.
- ANDRADE-LIMA, D. 1981. The Caatingas Dominion. *Revista Brasileira de Botânica*. 4, pp. 149-163.
- ARAÚJO, E. L., SAMPAIO, E.V. S.B. E RODAL, M.J. N. 1995. Composição Florística e fitossociologia de três áreas de caatinga de Pernambuco. *Revista Brasileira de Biologia*. 55 (4): 595 - 607.
- ARAÚJO, F. S. 1998. Estudos Fitogeográficos no Nordeste do Brasil. Tese de Doutorado. Campinas : Universidade Estadual de Campinas, 1998.
- AYRES, M.; AYRES M.J.; AYRES, D.L. & SANTOS, A.S. 2005. BioEstat 5.0: Aplicações Estatísticas 237 nas Áreas das Ciências Biológicas e Médicas. Belém. Instituto de Desenvolvimento Sustentável 238 Mamirauá.
- BAHIA. 2003. Plano de Recurso Hídricos da Bahia. Governo do Estado da Bahia.
- BARBOSA, M. R.V., LIMA, I.B. DE, LIMA, R.J., CUNHA, J.P. DA, AGRA, M.F. & THOMAS, W.W.2007. Vegetação e Flora do Cariri Paraibano. *Oecologia Brasiliensis*. 11 (3): 313-322.
- BROWER, J.E. & ZAR, J.H.; 1984. Field & laboratory methods for general ecology. 2ed. Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, Iowa, 226p.

- BRUMMITT, R.K. & POWELL, C.R. 1992. *Authors of Plant names*. Royal Botanic Gardens, kew.
- CAPRA, F. 1996. *A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos*. São Paulo: Cultrix. 256 p.
- CASTRO, A.A.J.F. 1994. *Composição florístico-geográfica (Brasil) e Fitossociologia (Piauí - São Paulo) de Amostras de Cerrado*. Tese de Doutorado. Campinas : Universidade Estadual de Campinas, 1994.
- COSTA, T.C. E C., OLIVEIRA, M.A.J. DE, ACCIOLY, L.J. DE, SILVA & F.H.B.B. DA. 2009. Análise da degradação da Caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB). *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola*. 13 (Suplemento): 961-974.
- CULLEN-JR., L.; RUDRAN, R. & VALLADARES-PADUA, C.; 2004. *Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*. Editora da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 665 p.
- EGLER, W.A. 1951. Contribuição ao estudo da Caatinga pernambucana. *Revista Brasileira de Geografia*. Outubro-Dezembro. pp. 65-78.
- FABRICANTE, J.R. & ANDRADE, L.A. 2007. Análise estrutural de um remanescente de caatinga no seridó paraibano. *Oecologia Brasiliensis* 11(3): 341-349.
- FARIAS, R.R.S.C., FARIAS, A.A.J. 2004. Fitossociologia de trecho da vegetação do Complexo de Campo Maior, Campo Maior, PI, Brasil. [ed.] Sociedade Botânica do Brasil. *Acta Botânica Brasilica*. 4, 8 de 6 de 2004, Vol. 18, 4, pp. 949 -963.
- FERRAZ, E. M.N. 1994. *Variação florístico-vegetacional na região do vale do Pajeú, Pernambuco*. Dissertação de Mestrado. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1994.
- FONT-QUER, P. 2001 *Diccionario de Botánica*. Barcelona: Península.
- GOMES, A.P.S., RODAL, M.J.N. & MELO, A.L. 1999. *Florística e Fitogeografia da vegetação arbustiva subcaducifólia da Chapada de São José, Buíque, PE, Brasil*. Dissertação de Mestrado. Recife : Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1999.
- HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T., AND P. D. RYAN, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp. [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)
- HUECK, K. *As florestas da América do Sul: ecologia, composição e importância econômica*. Sao Paulo: Poligono, 1972. 466p ISBN (Broch).
- IPNI. 2009. The International Plant Names Index. Site: <http://www.ipni.org/index.html>
- JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C.; SILVA, F.B.R. e; MONTENEGRO, J.O.; FORMIGA, R.A.; BURGOS, N.; MELO FILHO, H.F.R. de. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos da margem direita do rio São Francisco, estado da Bahia. Recife: EMBRAPA-SNLCS/SUDENE, 1979. p.739-1 .296. v.2

- il. 1 mapa. (EMBRAPASNLCS. Boletim Técnico, 52; SUDENE-DRN. Recursos de Solos, 10).
- KUHLMANN, E.1974. O domínio da Caatinga. Boletim de Geografia. Rio de Janeiro. 33 (241): 65-72. Jul/ago.
- LEMONS, J.R. & RODAL, M.J.N. 2002. Fitossociologia do componente lenhoso de um trecho da vegetação de caatinga no Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, Brasil. Acta Botânica Brasilica. 16, 2002, Vol. 1, 16, pp. 23-42.
- LEMONS, R.C. DE; SANTOS, R.D. DOS. 1996. Sociedade Brasileira de Ciencia do Solo; Servico Nacional de Levantamento e Conservacao de Solos (Brasil). Manual de descricao e coleta de solo no campo. 3.ed Campinas, SP: Sociedade Brasileira de Ciencia do Solo, Comissao de Metodo de Trabalho de Campo, SNLCS. 83p
- LORENZI, H. 2000. Plantas daninhas no Brasil: terrestres, aquaticas, parasitas e toxicas. 3 ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum de Estudos da Flora. 608 p.
- LUETZELBURG, Ph. Von, 1922-23. Estudo Botânico do Nordeste (3º Vol.) Publ. Nº57, série Insp. Fed.Obras contra a seca 57(1,2 e 3): 1-512, Rio de Janeiro.
- MARTIUS, C.F.P. Von, 1840/1906. Tabula Geographica Brasiliæ et terratum adjacentium. Tabula geographica quinque provincias floræ Brasiliensis illustrans. In: Flora Brasiliensis. Monacchi et Lipsiæ, V1. part. 1 Fasc. 21.
- MEURER, E. J. Fundamentos de Química do Solo. Porto Alegre: Ed. Gênese, 2000, 174 p.
- MORI, S. A. 1985. Manual de manejo do herbario fanerogamico. Ilheus: CEPLAC. 97 p
- MUELLER-ARGOVIENSIS, J. 1873. Euphorbiaceae In Martius, K. & Eichler, A. (eds) Fl. Brasiliensis, Vol 11 Part 2 pag. 1-726 tab. 1-104.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. Wiley, New York.
- OLIVEIRA, M.E.A. 1997. Flora e Fitossociologia de uma área de transição caatinga de areia-carrasco em Padre Marcos-PI. *Naturalia*. 22, 1997, pp. 131-150.
- PEREIRA, I. M.; ANDRADE, L.A. DE; BARBOSA, M.R. DE V.; SAMPAIO, E.V.S.B. 2002. Composição florística e análise fitossociológica do componente arbustivo-arbóreo de um remanescente florestal no agreste paraibano. Acta Botânica Brasilica. 16(3): 357-369.
- PINTO-COELHO, R.M. 2000. Fundamentos em ecologia. Artmed Editora. Porto Alegre-RS, 252p.
- PRADO, D.E. (2003) As caatingas da América do Sul. Pp 3-74 in I.R.Leal, M.Tabarelli & J.M.C.da Silva (eds.), Ecologia e conservação da caatinga. Ud. Univ. Fed. de Pernambuco, Recife.

- PRADO, D.E. 2003. As Caatingas da América do Sul. Pp. 3-74. *In*: I.R.Leal, M.Tabarelli & J.M.C.da Silva (eds.) *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Ud. Univ. Fed. de Pernambuco, Recife.
- QUEIROZ, L.P. de. 2009. *Leguminosas da caatinga*. Feira de Santana, Bahia. 467 p.
- QUEIROZ, L.P.,FRANÇA, F., GIULIETTI, A.M., MELO, E., GONÇALVES, C.N., FUNCH, L.S., HARLEY, R.M., FUNCH, R.R. & SILVA, T.S. 2005. *Caatinga*. *In*: [Orgs.] F. A. JUNCÁ, L. S. FUNCH E W. ROCHA. *Biodiversidade e Conservação da Chapada Diamantina*. Brasília : s.n., 2005.
- RAUNKIAER, C., 1934. *The Life forms of Plants and Statistical Plant Geography*. Clarendon Press, Oxford.
- RODAL, M. DE J.N. 1992. *Fitossociologia da vegetação arbustivo-arbórea em quatro áreas de caatinga em Pernambuco*. Tese de Doutorado. Campinas : Universidade Estadual de Campinas.
- RODAL, M. DE J.N. 1992. *Fitossociologia da vegetação arbustivo-arbórea em quatro áreas de caatinga em Pernambuco*. Tese de Doutorado. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1992.
- RODAL, M.J. N. & SAMPAIO, E.V.S. B. 2002. *A vegetação do Bioma Caatinga*. [ed.] E.V.S. B. SAMPAIO, M.J.N. RODAL *Vegetação & Flora da Caatinga*. Recife : Associação Plantas do Nordeste. pp. 11 - 24.
- RODAL, M.J. N., ANDRADE, K.V.A., SALES, M.F., GOMES, A.P.S. 1998. *Fitossociologia do componente lenhoso de um refúgio vegetacional no município de Buíque*. *Revista Brasileira de Biologia*. 58 (3): 517-526.
- SANTANA, J.A. DA S.S., SILVA, J. 2006. *Diversidade e estrutura fitossociológica da Caatinga na estação ecológica do Seridó - RN*. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*. 6, 2006, Vol. 2, 6, pp. 232-242.
- SANTOS, M. DE F. DE A.V., RIBEIRO, M.R. & SAMPAIO, E.V.S.B. 1992. *Semelhanças vegetacionais em sete solos da Caatinga*. *Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília. 27(2): 305-314. Fev.
- SHEPHERD, G. J. 1995. *Fitopac 1. Manual do usuário*. São Paulo : UNICAMP, 1995.
- SOUZA, V.C. & LORENZI, H. 2008. *Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, Baseado em APG II*. Nova Odessa : Instituto Plantarum, 2008. p. 800.
- VELLOSO, A.L., *et al.* 2001. *Ecorregiões propostas para o Bioma Caatinga*. [ed.] A.L. VELLOSO, E.V.S.B. SAMPAIO & F.G.C.P.ALDEIA : Associação Plantas do Nordeste; Instituto de Conservação Ambiental do Brasil, 2001. p. 76.
- VELOSO, H.P., RANGEL-FILHO, A.L.R. & LIMA, J.C.A. 1991. *Classificação da Vegetação Brasileira, adaptada a um sistemas universal*. Rio de Janeiro : CDDI. p. 124.

**Tabela 13. Lista das famílias e espécies encontradas na área de Savana Estépica Parque, no Baixo Médio São Francisco, Bahia.**

Família / Espécie – Determinador	VOUCHER
ACANTHACEAE	
<i>Ruellia asperula</i> Lindau	Melo 6574
AMARANTHACEAE – Luisa Ramos Senna Souza	
<i>Alternanthera ramosissima</i> (Mart.) Chodat	Melo 6318
<i>Gomphrena demissa</i> Mart.	Melo 6213
<i>Gomphrena vaga</i> Mart.	Melo 6584
ANACARDIACEAE	
<i>Myracrodruon urundeuva</i> M. Allemao	Melo 6595
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	Melo 6600
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	Melo 6605
<i>Spondias venulosa</i> (Engl. ex Mart.) Mart. in DC. ex Engl.	Melo 6607
APIACEAE	
<i>Balansaea</i> sp.	Melo 6349
APOCYNACEAE – Alessandro Rapini	
<i>Aspidosperma cuspa</i> S.F. Blake ex Pittier	Melo 6340
<i>Aspidosperma pyriformium</i> Mart.*	Melo 6204
Apocynaceae indet 1.	Melo 6323

<i>Matelea nigra</i> (Decne.) Morillo & Fontella	Melo 6358
ASTERACEAE	
<i>Centratherum punctatum</i> Cass.	Melo 6348
Asteraceae indet 1.	Melo 6420
<i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass.	Melo 6324
BIGNONIACEAE	
<i>Arrabidaea cinerea</i> K. Schum. in Engl. & Prantl	Melo 6190
Bignoniaceae indet 1	Melo 7064
Bignoniaceae indet 2	Melo 6354
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	Melo 7023
BORAGINACEAE	
<i>Cordia leucocephala</i> Moric.	Melo 6136
<i>Heliotropium filiforme</i> Lehm.	Melo 6199
BRASSICACEAE	
<i>Caparis hasta</i> Jacq.	Melo 6586
<i>Cleome guianensis</i> Aubl.	Melo 6193
<i>Cleome spinosa</i> Jacq.	Melo 6342
BROMELIACEAE	
<i>Tillandsia loliacea</i> Mart. ex Schult. f.	Melo 6426
<i>Tillandsia streptocarpa</i> Baker	Melo 6408
BURSERACEAE	
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillett*	Melo 6423
CACTACEAE	
<i>Cereus Jamacaru</i> DC.*	Não coletado
<i>Melocactus zehntneri</i> Luetzelb.	Melo 7016
<i>Pilosocereus gounellei</i> ( F.A.C.Weber ex K.Schum. ) Byles & G.D.Rowley*	Melo 7007
<i>Tacinga funalis</i> Britton & Rose	Melo 6557
<i>Tacinga inamoena</i> (K.Schum. ) N.P.Taylor & Stuppy	Melo 6347
Cactaceae indet 1	Melo 6990
Cactaceae indet 2	Melo 6988

<i>Melocactus</i> sp.	Melo 6416
CELASTRACEAE	
<i>Fraunhoferia multiflora</i> Mart.	Melo 6319
COMBRETACEAE	
<i>Combretum monetaria</i> Mart.	Melo 6351
CONVOLVULACEAE	
<i>Convolvulus chamaepitys</i> Mart.	Melo 6327
<i>Evolvulus elegans</i> Moric.	Melo 6418
<i>Ipomoea nil</i> Roth	Melo 6589
<i>Jacquemontia confusa</i> Meisn.	Melo 7034
CYPERACEAE – Fabrício Moreira Ferreira	
<i>Cyperus uncinulatus</i> Schrad. ex Nees	Melo 6211
CUCURBITACEAE	
Cucurbitaceae indet	Melo 6554
EUPHORBIACEAE – Daniela Santos Carneiro Torres	
<i>Cnidoscolus pubescens</i> Pohl	Melo 6124
<i>Cnidoscolus quercifolius</i> Pohl*	Melo 6187
<i>Cnidoscolus urens</i> (L.) Arthur*	Melo 6214
<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	Melo 6181
<i>Croton echioideus</i> Baill.*	Agrovale 3
<i>Croton pulegioidorus</i> Baill.	Melo 6366
<i>Croton blanchetianus</i> Baill.*	Melo 6604
<i>Ditaxis fasciculata</i> Vahl ex A. Juss.	Melo 6174
<i>Euphorbia prostrata</i> Aiton	Melo 6331
<i>Jatropha mollissima</i> Baill.*	Melo 6201
<i>Jatropha mutabilis</i> Baill.	Melo 6183
<i>Jatropha ribifolia</i> (Pohl) Baill.	Melo 6311
<i>Manihot</i> sp.	Melo 6141
<i>Tragia bahiensis</i> Müll. Arg.	Melo 6356
<i>Tragia volubilis</i> L.	Melo 6346

FABACEAE – Luciano Paganucci de Queiroz

<i>Aeschynomene marginata</i> Benth.	Melo 6173
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Bernan*	Melo 6316
<i>Calliandra depauperata</i> Benth.*	Melo 6421
<i>Coursetia rostrata</i> Benth. in Mart.	Melo 6581
<i>Desmanthus pernambucanus</i> Thell.	Melo 6156
<i>Erythrina velutina</i> Willd.	Melo 6591
<i>Mimosa ophthalmocentra</i> Mart. ex Benth.*	Melo 6191
<i>Mimosa tenuiflora</i> Benth.*	Melo 6434
<i>Neptunia plena</i> (L.) Benth.	Melo 6170
<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	Melo 6172
<i>Pithecellobium diversifolium</i> Benth.	Melo 6178
<i>Poincianella laxiflora</i> (Tul.) L.P.Queiroz*	Melo 6515
<i>Poincianella microphylla</i> (Mart. ex G.Don) L.P.Queiroz*	Melo 6160
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.*	Melo 6209
<i>Rhynchosia minima</i> (L.) DC.	Melo 6314
<i>Senna macranthera</i> (Collad.) H.S.Irwin & Barneby	Melo 6130
<i>Senna martiana</i> (Benth.) H.S.Irwin & Barneby	Melo 6131
<i>Senna uniflora</i> (Mill.) H.S.Irwin & Barneby	Melo 6147
<i>Tephrosia purpurea</i> (L.) Persl.	Melos 6438
<i>Zornia brasiliensis</i> Vogel	Melo 6179

IRIDACEAE

<i>Trimezia martinilensis</i> (L.) Herb.	Melo 6197
--	-----------

LAMIACEAE

<i>Hyptis</i> sp.*	Agrovale 7
<i>Ocimum</i> sp.	Melo 6339

LOGANIACEAE

<i>Spigelia anthelmia</i> L.	Melo 6333
------------------------------	-----------

LORANTHACEAE

<i>Struthanthus flexicaulis</i> Mart.	Melo 6332
---------------------------------------	-----------

<i>Struthanthus marginatus</i> (Desr.) G.Blume	Melo 6166
LYTHRACEAE	
<i>Cuphea pascuorum</i> Mart. ex Hoehne	Melo 6134
MALPHIGHIACEAE	
<i>Galphimia brasiliensis</i> A. Juss.	Melo 6353
MALVACEAE	
<i>Corchorus hirtus</i> L.	Melo 6435
<i>Herisantia tiubae</i> (K. Schum.) Brizicky	Melo 6313
<i>Melochia betonicifolia</i> Ruiz & Pav,	Melo 6164
<i>Melochia tomentosa</i> L.	Melo 6350
<i>Pseudobombax marginatum</i> (A.St.-Hil., Juss. Cambess.) A.Robyns	Melo 6613
<i>Sida abutilifolia</i> Mill.	Melo 6361
<i>Sida cordifolia</i> L.	Melo 6182
<i>Sida galheirensis</i> Ulbr.*	Melo 6177
<i>Sida spinosa</i> L.	Melo 6430
<i>Waltheria albicans</i> Turcz.	Melo 6127
<i>Waltheria indica</i> L.	Melo 6186
<i>Waltheria macropoda</i> Turcz.	Melo 6129
ONAGRACEAE	
<i>Ludwigia leptocarpa</i> (Nutt.) H.Hara	Melo 6135
OXALIDACEAE	
<i>Oxalis frutescens</i> L.	Melo 6334
PLANTAGINACEAE	
<i>Angelonia cornigera</i> Hook.	Melo 6184
<i>Stemodia pratensis</i> (Aubl.) C.P.Cowan	Melo 6327
POACEAE – Fabrício Moreira Ferreira	
<i>Anthephora hermaphrodita</i> Kuntze	Melo 6138
<i>Aristida adscendens</i> Trimen	Melo 6163
<i>Aristida elliptica</i> Kunth	Melo 6157
<i>Cenchrus ciliaris</i> L.	Melo 6162

<i>Enteropogon mollis</i> (Nees) Clayton	Melo 6412
<i>Neesiochloa barbata</i> (Nees) Pilg.	Melo 6192
<i>Pappophorum mucronulatum</i> Nees.	Melo 6165
<i>Paspalum fimbriatum</i> Kunth	Melo 6359
<i>Paspalum scutatum</i> Nees ex Trin.	Melo 6194
<i>Setaria scandens</i> Schrad.	Melo 6360
<i>Tragus berteronianus</i> Schult.	Melo 6139
POLYGALACEAE	
<i>Polygala bahiensis</i> Chodat	Melo 6161
<i>Polygala monninooides</i> Kunth	Melo 6364
<i>Polygala</i> sp.	Melo 6215
POLYGONACEAE – Efigênia de Melo	
<i>Ruprechtia apetala</i> Wedd.	Melo 6154
RHAMNACEAE	
<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	Melo 6216
RUBIACEAE	
<i>Mitracarpus</i> sp 1.	Melo 6210
<i>Mitracarpus</i> sp 2.	Melo 6185
<i>Mitracarpus</i> sp 3.	Melo 6330
SANTALACEAE	
<i>Phoradendron affine</i> (Pohl ex. DC.) Engler & Krause	Melo 6603
<i>Phoradendron quadrangulare</i> (Kunth.) Griseb.	Melo 6322
SAPINDACEAE	
<i>Cardiospermum corindum</i> L.	Melo 6132
SAPOTACEAE	
<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. & Schult.) T.D.Penn.	Melo 7008
SOLANACEAE	
<i>Nicotiana glauca</i> Graham	Melo 7017
<i>Brugmansia</i> sp.	Melo 7003
VERBENACEAE – Flávio França	

*Bouchea agrestis* Schauer

Melo 6150

*Stachytarpheta sanguinea* Mart.

Melo 6155

#### VITACEAE

*Cissus decidua* Lombardi

Melo 6405

---

\* espécies que ocorram no estudo fitossociológico 18 táxons.

## ANEXO

### ÍNDICES FITOSSOCIOLÓGICOS PARA O ESTRATO ARBUSTIVO ARBÓREO

#### 1. Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H')

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_e \ln p_i \quad (1)$$

$$p_e = n_e / N \quad (2)$$

$p_e$  - abundância relativa de espécies,

$n_e$  - número de indivíduos da espécie

N - número total de indivíduos;

#### 2. Freqüência Absoluta

$$Fa_i = p * 100 \quad (3)$$

$Fa_i$  - Freqüência Absoluta

$p$  - número de indivíduos coletados

### 3. Frequência Relativa

$$Fr_i = \left( Fa_i / \sum_{i=1}^n Fa \right) * 100 \quad (4)$$

$Fa_i$  - Frequência Absoluta

$\sum_{i=1}^n Fa$  - Somatório da Frequência absoluta

### 4. Densidade Absoluta

$$Da_i = n_i / A \quad (5)$$

$Da_i$  - Densidade absoluta da espécie (i);

$n_i$  - número total de indivíduos amostrados da espécie (i);

$A$  - Área/Volume total amostrado

### 5. Densidade Relativa

$$Dr_i = \left( Da_i / \sum_{i=1}^n Da \right) * 100 \quad (6)$$

$Dr_i$  - Densidade relativa da espécie (i);

$Da_i$  - Densidade absoluta da espécie (i);

$\sum_{i=1}^n Da$  - Somatório da densidade absoluta das espécies.

#### 6. Dominância Absoluta

$$Da_i = Da_i * ABm_i \quad (7)$$

$DoA_i$  - Dominância absoluta da espécie i. Taxa de ocupação do ambiente pelos indivíduos da espécie.

$Da_i$  - Densidade absoluta da espécie.

$ABm_i$  - Área basal média da espécie i.

#### 7. Dominância Relativa

$$DoR_i = AB_i / ABT * 100 \quad (8)$$

$DoR_i$  - Dominância relativa

$AB_i$  - Área basal da espécie i

$ABT$  - Área basal total

8. Valor de importância

$$VI_i = Fr_i + Dr_i + Dor_i \quad (9)$$

$VI_i$  - Valor de importância da espécie (i);

$Fr_i$  - Frequência relativa da espécie (i);

$Dr_i$  - Densidade relativa da espécie (i);

$Dor_i$  - Dominância relativa da espécie (i).

9. Valor de Cobertura

$$VC = Dr_i + DoR_i \quad (10)$$

$Dr_i$  – Densidade Relativa da espécie i

$DoR_i$  – Dominância Relativa da espécie i

PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS PARA O ESTRATO HERBÁCEO

1. Média de Toques

$$MT_i = NT_i / NP_i \quad (11)$$

$NT_i$  - nº de toques na espécies i

$NP_i$  - n° de pontos com a espécie i

## 2. Freqüência Absoluta

$$FA_i = 100 * NP_i / NTP \quad (12)$$

$NP_i$  - n° de pontos com a espécie i

$NTP$  - n° total de pontos amostrados

## 3. Freqüência Relativa

$$FR_i = 100 * FA_i / \sum FA \quad \text{ou} \quad FR_i = 100 * NP_i / \sum NP \quad (13)$$

## 4. Vigor absoluto (VA)

$$VA_i = 100 * NT_i / NTP \quad (14)$$

$NT_i$  - n° de toques na espécie i

$NTP$  - n° total de pontos amostrados.

## 5. Vigor relativo (VR)

$$VR_i = 100 * VA_i / \sum VA_i \text{ ou } VR_i = 100 * NT_i / \sum NT_i \quad (15)$$

6. Índice de cobertura (IC)

$$IC_i = FA_i + VA_i$$

### CAPITULO III

## **MAPEAMENTO DA SAVANA ESTÉPICA PARQUE NO BAIXO MÉDIO SÃO FRANCISCO NO ESTADO DA BAHIA**

## MAPEAMENTO DA SAVANA ESTÉPICA PARQUE NO BAIXO MÉDIO SÃO FRANCISCO NO ESTADO DA BAHIA

### INTRODUÇÃO

A Savana Estépica reveste boa parte do território nordestino, correspondendo a aproximadamente 850.000 Km<sup>2</sup>, esta vegetação abriga uma flora com adaptações específicas, as quais refletem diretamente a diversidade das variáveis ambientais que permeiam esta região (Queiroz, 2009). Entre outras variáveis os fatores climato-pedológicos são considerados os mais importantes para a determinação das diversas fisionomias, como propõe Andrade-Lima (1981).

O clima predominante para esta vegetação é definido como semiárido, sendo este circunscrito pela isoietas de 1000 mm ano<sup>-1</sup> (Ab'Saber, 2003), que engloba áreas as quais a precipitação chega a 400 mm ano<sup>-1</sup>. Além do baixo volume, as chuvas são distribuídas de maneira irregular no tempo e espaço (Rodal & Sampaio, 2002), aprofundando o déficit hídrico das áreas revestidas por esta vegetação.

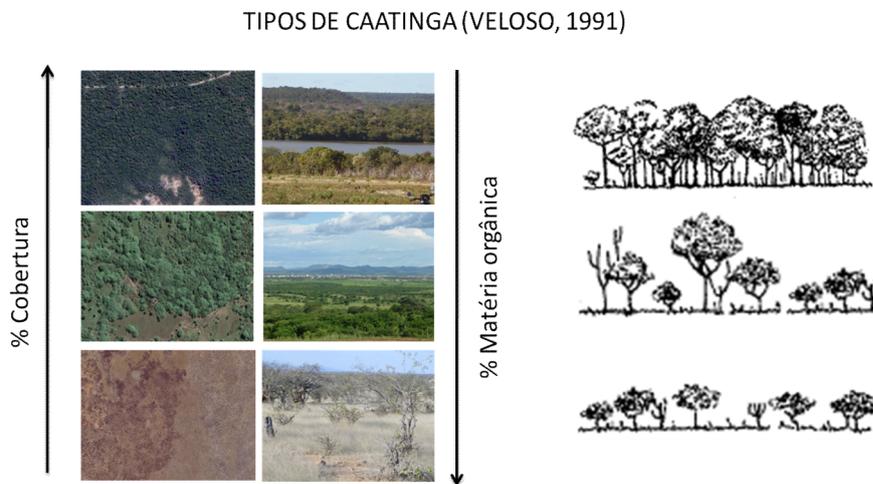
Os efeitos da sazonalidade climática são marcados pelo comportamento da vegetação, que perde as folhas passando a expor o solo de maneira mais acentuada durante o período seco, de maneira oposta, quando a oferta de água é ampliada a vegetação rapidamente recupera sua biomassa voltando a apresentar copas mais espessas.

A estrutura vegetacional predominante é constituída por árvores e arbustos, e em algumas formações, o estrato herbáceo é relevante. O estrato Arbóreo-arbustivo apresenta um padrão irregular na construção de sua copa e a presença de fuste múltiplo e na maioria das vezes descontinuidades entre as copas, permitindo que a luminosidade penetre até o solo (Queiroz, 2009).

A classificação desta vegetação com um comportamento peculiar é limitada pela heterogeneidade de seus ambientes e a falta de padrões estruturais e florísticos bem descritos (Queiroz, 2009). A espacialização da vegetação em unidades permite construção de análises incluindo a escala geográfica.

As classificações que tem como critérios individualizadores aspectos fisionômicos disponibilizam informações referentes à fitomassa e a condição estrutural, no entanto, não respondem a questões de distribuição das espécies ou seus endemismos, o que poderia ser demonstrado com mapeamentos com base na flora.

Contudo, o sistema adotado para a vegetação do Brasil (Velooso *et al.*, 1991), utiliza-se das características fisionômicas para a delimitação dos grupos vegetacionais e a adição de informações florísticas. Para a região da Savana Estépica, foram formuladas quatro unidades vegetacionais: Savana Estépica Florestada, Savana Estépica Arborizada, Savana Estépica Parque e Savana Estépica Gramíneo-lenhosa, as quais são definidas sobre o declínio gradual do porte da vegetação, relacionada a vários fatores ambientais (Figura 19).



**Figura 19. Tipos fisionômicos da Savana Estépica propostos por Veloso et al. (1991), excluindo a unidade Savana Estépica Gramíneo-lenhosa (Tg).**

A unidade Savana Estépica gramíneo-lenhosa, não foi incluída na figura acima pois no mapeamento realizado pelo PROBIO para o nordeste, a sua área de abrangência é muito reduzida e não possui fotografias disponíveis ou imagens com qualidade para as áreas classificadas como pertencentes a esta categoria.

Este capítulo tem como objetivo mapear a Savana Estépica (Caatinga) Parque (Veloso *et al.*, 1991) ao longo do Baixo Médio São Francisco, no estado da Bahia, buscando refinar a caracterização desta unidade vegetacional (Figura 20).

## ÁREA DE ESTUDO

A Savana Estépica Parque é uma unidade vegetacional que apresenta sua distribuição ao longo do baixo médio São Francisco, principalmente em duas áreas, a primeira próxima à região do município de Juazeiro e a segunda na região do município de Rodelas. Entre estes dois polos são encontrados pequenos fragmentos, mas que não foram mapeados por causa da baixa quantidade de área (Figura 20).

Estas regiões foram anteriormente mapeadas pelo PROBIO, onde foi encontrada para Rodelas a fisionomia distribuída em oito fragmentos agrupados, ocupando uma área de 225.137 hectares, e em Juazeiro cinco fragmentos que são distribuídos de maneira irregular, ocupando 110.804 hectares. Este mapeamento foi realizado com uma escala espacial de 1:250.000 para toda região da Savana Estépica pertencente ao Nordeste brasileiro.

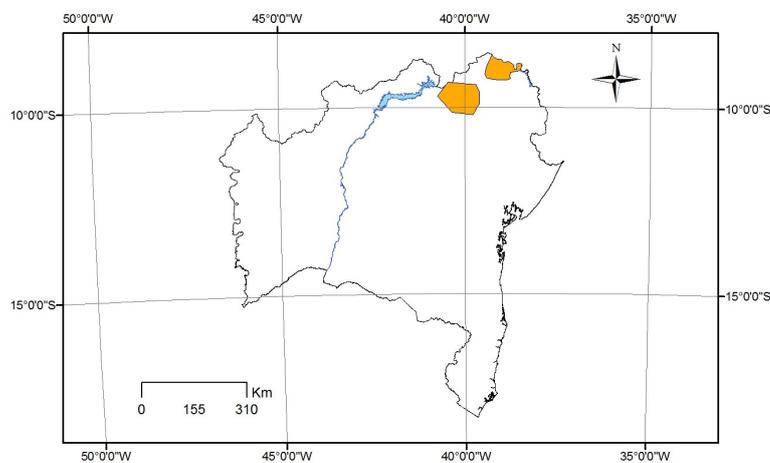


Figura 20. Área de estudo mapeada no Baixo Médio São Francisco, Bahia.

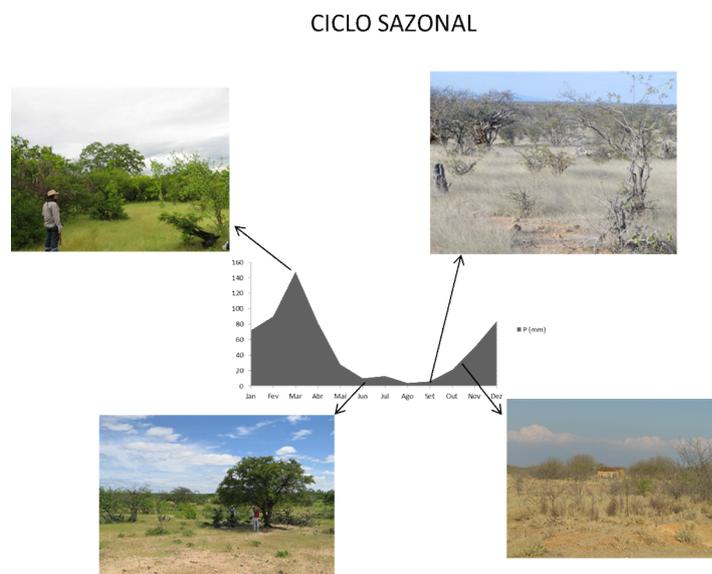
## REFERÊNCIAL TEÓRICO

### ASPECTOS DA SAVANA ESTÉPICA PARQUE

O grupo de formação Tp apresenta segundo Veloso *et al.* (1991) características estruturais típicas, pela sua singular formação de agrupamentos de nanofanerófitos, espaçados de maneira a apresentar uma pseudoordenação, além de um contínuo tapete gramíneo em toda a fisionomia.

As espécies dominantes encontradas no estrato arbóreo-arbustivo da fitofisionomia, em sua maioria, são endêmicas da Caatinga, e o estrato herbáceo é dominado por duas espécies do gênero *Aristida* (*A. adscendens* Trimen e *A. elliptica* Kunth) (Andrade-Lima, 1981) e próximo aos agrupamentos do estrato arbóreo-arbustivo encontram-se espécies do gênero *Sellaginella* no solo.

O ciclo sazonal desta vegetação é bem característico dos ambientes de caatinga, mas, para esta fisionomia o estrato herbáceo é mantido durante os ciclos sazonais. Já, o estrato arbóreo-arbustivo tem um comportamento similar com outras áreas de Caatinga, onde os indivíduos perdem as folhas nos períodos secos (Figura 21).



**Figura 21. Variação estrutural da Savana Estépica Parque ao longo do ciclo sazonal.**

O mapeamento desta fisionomia é muito influenciado pelos ciclos sazonais, os quais conferem a esta vegetação características de campos antrópicos, dificultando em campo o reconhecimento da fitofisionomia.

## SENSORIAMENTO REMOTO E A CLASSIFICAÇÃO DA VEGETAÇÃO

O sensoriamento remoto é um campo científico que tem como premissa básica, a observação e captação de características do alvo sem tocá-lo, contudo, esta definição é muito abrangente englobando outros campos que processam imagens. Adicionalmente podemos entender que a captação destes alvos é realizada por sistemas de satélites e os objetos estudados apresentam uma distribuição geográfica inerente (Novo, 1992; Jensen, 2009).

A possibilidade de observar alvos através de sensores tem sua origem no conhecimento da energia eletromagnética e no comportamento diferenciado que esta possui com os diferentes alvos (Novo, 1992; Liu, 2007; Jensen, 2009), este fenômeno é conhecido como assinatura do espectro da onda eletromagnética. A singularidade da energia manifestada no espectro por um objeto possui cinco tipos de assinaturas: espectral, espacial, angular, temporal e polarizada (Liu, 2007), das quais as mais importantes para este trabalho são:

I - A assinatura espectral possibilita a classificação de um alvo pelas diferenças de comportamento ao longo do espectro, este pode ser determinado pelo conhecimento dos valores de energia em algumas bandas específicas.

II - A assinatura espacial é encontrada pela visualização em tela da composição colorida da imagem, para definição de texturas similares e padrões de distribuição espacial conhecido.

III - A assinatura temporal da imagem tem como fundamento a variação ocasionada pelas mudanças climáticas, que conferem mudanças nas características dos alvos. Esta característica é importantíssima para a vegetação, pois é inerente a esta a alteração de padrões de acordo com variáveis climáticas, no caso da Savana Estépica do nordeste a interferência da sazonalidade sobre os padrões estruturais é uma das características que identificam esta comunidade vegetacional.

As técnicas disponíveis apresentam várias metodologias para a discriminação de alvos e o monitoramento das alterações ambientais. Para o estudo da vegetação o maior

desafio é o reconhecimento dos comportamentos espectrais dos tipos vegetacionais e o acompanhamento dos efeitos de impactos ambientais sobre o componente vegetacional.

O sensoriamento remoto apresenta características que auxiliam a solução dos problemas relacionados à vegetação de maneira satisfatória, pela alta qualidade dos dados e a possibilidade de atualização frequente, sendo um método eficiente e econômico (Novo, 1992).

A classificação da vegetação possui características peculiares, pois as suas respostas espectrais são resultante de interações complexas dos diversos materiais que compõem a vegetação (Huete, 1988). Mas para o entendimento da assinatura espectral da vegetação, tomaremos a característica mais conspícua que é a resposta realizada pela parte foliar. Desta forma, o comportamento de reflectância da vegetação é aproximado da assinatura espectral das folhas.

O comportamento espectral da folha possui peculiaridades que possibilitam ser detectada a sua presença em imagens digitais (Figura 22). A reflectância na região do visível apresenta valores baixos, principalmente nos comprimentos de onda referentes ao vermelho, ocasionado pela atividade fotossintética da vegetação e a presença de pigmentos responsáveis pela absorção de alguns comprimentos de onda. Nos comprimentos de ondas maiores da região do infravermelho próximo, os valores de reflectância são altos, pela constituição do mesófilo esponjoso, além disso, este segmento é muito influenciado pelo teor de água (Ponzoni & Shimabukuro, 2007).

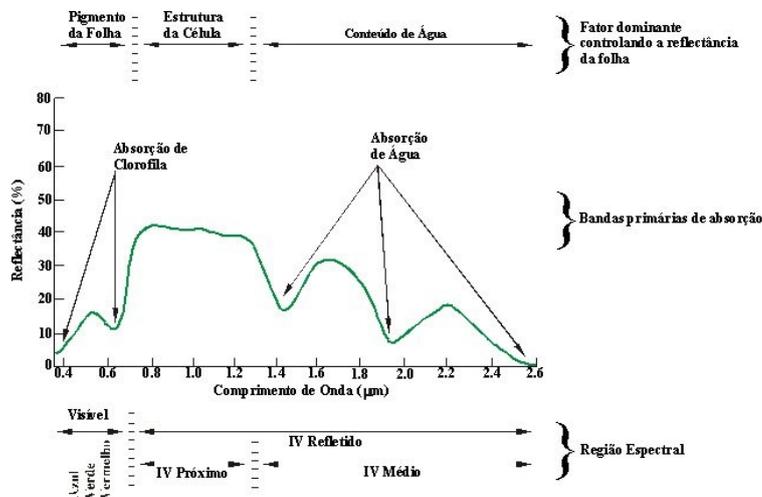


Figura 22. Aspectos do comportamento espectral de uma folha (Shimaboukuro & Ponzoni, 2005).

A interação com a vegetação possui, no entanto, um comportamento espectral mais complexo, pois o conjunto dos elementos que fazem parte deste grupo apresenta comportamento espectral diverso, tendo contribuições variadas de alvos heterogêneos, principalmente o solo, relevo, a estrutura da vegetação (Ponzoni & Shimabukuro, 2007). Em vegetações abertas, as quais a copa apresenta uma estrutura descontínua, facilitam a participação principalmente do solo sobre a construção da assinatura espectral da vegetação em imagem de baixa e média resolução.

A classificação da vegetação proposta por Veloso *et al.* (1991) é pautada sobre o reconhecimento da fisionomia. Os subgrupos de vegetação propostos para a áreas de Savana Estépica são construídas sobre o decréscimo contínuo da estrutura da vegetação e o aumento da contribuição do solo nos valores digitais das imagens.

#### SISTEMA DE SATÉLITES E SENSORES APLICADOS NO MAPEAMENTO

No mapeamento foram utilizadas as imagens cedidas pelo INPE, da série dos satélites LANDSAT, esta série é formada por um conjunto de sete satélites que começou a ser lançado na década de 70, pela (NASA) e (USGS), com o objetivo de observação dos recursos naturais. Os satélites ainda em operação desta série são o

Landsat 5 e Landsat 7, este último apresentou em 2003 problemas de hardware modificando a sua acurácia no posicionamento e a calibração dos pixels (Jensen, 2009).

Para este estudo as imagens foram obtidas pelo Landsat 5, que possui imagens recentes da localidade estudada com baixa quantidade de nuvens. O sensor utilizado neste trabalho para a obtenção das imagens para o mapeamento foi o *Thematic Mapper* (TM), que tem uma resolução espacial mais fina, com melhor discriminação espectral entre os objetos da superfície terrestre, além de maior fidelidade geométrica e precisão radiométrica de 8 Bits (EMBRAPA, 2009; Liu, 2006)(Figura 23).

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Área Imageada	Resolução Radiométrica
TM (Thematic Mapper)	(B1) AZUL	0.45 - 0.52 $\mu\text{m}$	30 m	16 dias	185 km	8 bits
	(B2) VERDE	0.50 - 0.60 $\mu\text{m}$				
	(B3) VERMELHO	0.63 - 0.69 $\mu\text{m}$				
	(B4) INFRAVERMELHO PRÓXIMO	0.76 - 0.90 $\mu\text{m}$				
	(B5) INFRAVERMELHO MÉDIO	1.55 - 1.75 $\mu\text{m}$	120 m			
	(B6) INFRAVERMELHO TERMAL	10.4 - 12.5 $\mu\text{m}$	30 m			
	(B7) INFRAVERMELHO MÉDIO	2.08 - 2.35 $\mu\text{m}$				

**Figura 23. Características do sensor Thematic Mapper (TM), com a sua resolução espectral, espacial e temporal, do LandSat 5.**

As imagens produzidas pela série Landsat são utilizadas em trabalhos diversos, de acordo com Embrapa (2009):

- Acompanhamento do uso agrícola das terras;
- Apoio ao monitoramento de áreas de preservação;
- Atividades energético-mineradoras;
- Cartografia e atualização de mapas;
- Desmatamentos;
- Dinâmica de urbanização;
- Classificação de vegetação, entre outros.

## PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGEM

As imagens de satélite apresentam um volume grande de informações, as quais dificilmente apresentam padrões em uma primeira observação, este fato é devido às limitações da percepção humana. Para uma observação direcionada é necessário conhecer previamente o comportamento espacial e espectral do alvo de interesse, e posteriormente desenvolver um método para ressaltar estes padrões (Crósta, 1993).

O processamento das imagens e o posterior mapeamento da vegetação Savana Estépica Parque foi realizado com a constante interação entre as características que podem ser captadas pelos sensores e a relevância destas para a discriminação da fitofisionomia (Figura 24). Além disso, o conhecimento do comportamento desta vegetação durante os ciclos sazonais e das qualidades estruturais, determinaram os processamentos e as escolhas metodológicas.



Figura 24. Fluxograma da lógica de interpretação do processamento digital de imagens proposta por Gonzalez et al. (2000) adaptado a análise da Savana Estépica Parque.

O processamento digital de imagens foi dividido em três fases, para caráter direcional, sendo a primeira fase a responsável pelas técnicas de pré-processamento (Correção geométrica, Registro e Composição colorida), a segunda fase de processamento comporta o fatiamento por níveis de cinza e a Classificação Supervisionada, e a última fase de validação, análises estatísticas para validação do

mapa com os pontos de campo (Campo, Erro de omissão e comissão, Índice de Kappa, Pabak). Todas as técnicas e métodos utilizados serão realizados a partir do entendimento das características da fitofisionomia buscando reconhecer os padrões espaciais e espectrais.

A primeira fase do processamento de imagens, a **correção da geometria**, as imagens adquiridas pela plataforma do INPE, já são disponibilizadas com a projeção cartográfica. No entanto, o **registro da imagem**, que constitui o alinhamento das imagens para que a localização dos pixels esteja compatível com os alvos em campo, foi realizado através de imagens geocover disponibilizadas no site (<https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/mrsid.pl>) e adicionalmente por *shapefiles* do Plano Estadual de Recursos Hídricos da Bahia.

Após, o registro da imagem, que se configura pelo alinhamento da imagem a posições reais, foi realizado um teste de controle de qualidade da precisão do posicionamento da imagem o Erro Médio Quadrático (RMS), que calcula o desvio com base na hipotenusa formada pelo erro do eixo da ordenada e da abscissa. A avaliação do erro médio permitido é uma análise integrada da escala do mapa, a probabilidade de erro de um objeto a ser alcançado e o produto final esperado (Silva, 1999).

A classificação da imagem, na segunda fase de processamento, foi realizada para atribuir classes para a variação dos valores digitais tendo como base a unicidade da resposta espectral para uma determinada categoria ou pelo menos uma variação e assim poder definir a abrangência espacial das categorias propostas (Novo, 1992; Crósta, 1993).

Dentre os tipos de classificação encontramos: as classificações unidimensionais e multidimensionais. A classificação unidimensional é uma técnica simples que utiliza uma única banda da imagem de cada vez, classificando os limites de variação para cada categoria, sendo chamada de fatiamento. Estes podem ser relacionados aos níveis de cinza, planos de *bits* ou da intensidade (densidade) (Gonzalez, *et al.* 2000).

O fatiamento por níveis de cinza é realizado para enfatizar uma determinada variação entre os níveis de cinza disponíveis, esta pode ser executada com a retirada dos pixels não pertencentes a uma determinada categoria (Figura 25. I) ou com o realce de

um segmento da imagem (Figura 25. II), mas mantendo-se os valores do restante da imagem igual.

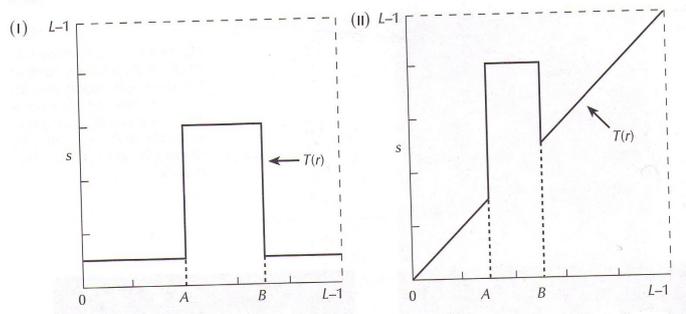


Figura 25. Tipos de fatiamento por níveis de cinza. (Gonzalez et al., 2000).

O fatiamento de planos de bits pode ser realizado para analisar a contribuição dos planos em cada unidade da imagem (pixel), onde os bits de alta frequência guardam as informações mais gerais da imagem e os de menor frequência os detalhes da imagem. (Figura 26)

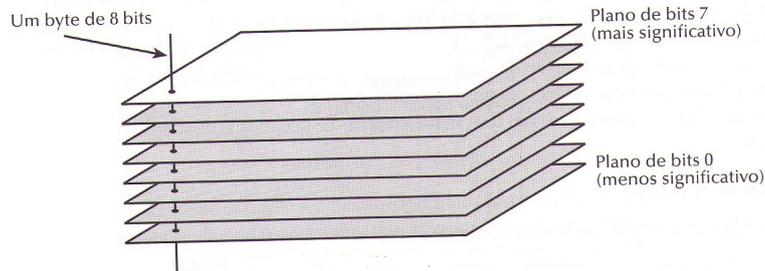
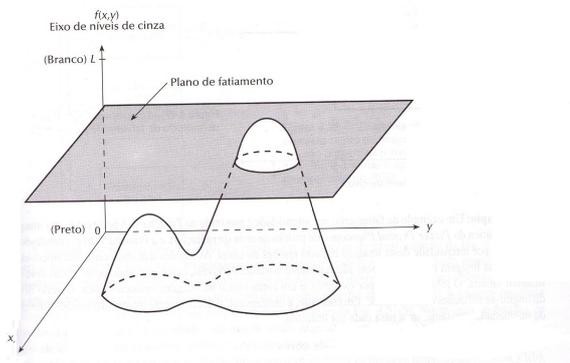


Figura 26. Fatiamento por plano de bits (Gonzalez et al. 2000)

O fatiamento por intensidade (densidade) é uma técnica de pseudo-cores, onde é traçada uma amplitude para cada canal. Esta técnica é bem direcionada para a visualização de dados sem a perda dos dados originais (Figura 27).



**Figura 27. Fatiamento por intensidade ou densidade. (Gonzalez et al., 2000).**

A determinação da amplitude das classes para a definição do fatiamento em níveis de cinza pode ser realizada pela divisão em categorias atreladas a pontos conhecidos no campo, que pressupõe que a variação da categoria está completamente expressa nestes pontos, ou cortes constantes no histograma da imagem, que podem estar ligados a variações bruscas dos níveis de cinza entre as classes, como também pelo número de pixels relacionados a cada categoria.

As classificações multidimensionais são subdivididas em dois grupos, supervisionada e não supervisionada, estes dois métodos tem como diferencial a utilização de todas as bandas espectrais para a discriminação dos alvos, além de serem desenvolvidas sobre variadas ferramentas estatísticas (Crósta, 1993).

A classificação supervisionada utiliza-se da variação dos valores associados a uma determinada categoria com validade de campo, para traçar na imagem a categorização dos valores dos níveis de cinza. Este tipo de classificação congrega vários métodos, como: O método da distância mínima, método da máxima verossimilhança, entre outros, onde o conhecimento da localização da classe é fundamental para a coleta de amostras de pixels.

No método da mínima distância, após a coleta dos pixels relacionados a cada classe, é desenvolvida a média e a variância para definir a zona de influência de uma

determinada classe dentre as bandas, esta região de influência é definida como ponto médio da classe (Figura 28).

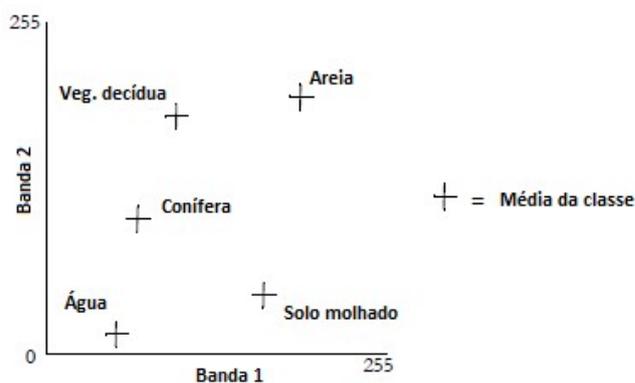


Figura 28. Definição das médias de cada classe no método de mínima distância (IDRISI, 2003).

O ponto médio é fundamental nesta classificação, pois este será utilizado para a classificação de pixels não conhecidos, desta maneira os valores mais próximos são agregados a uma determinada classe (Figura 29).

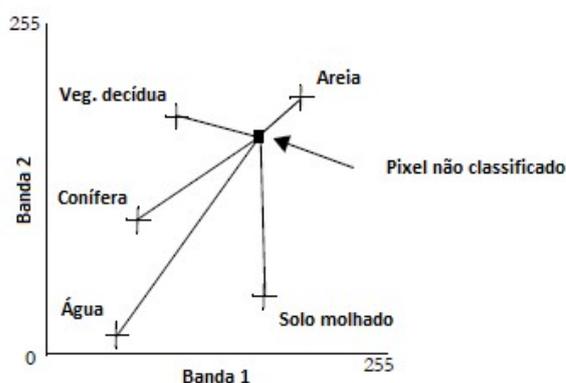


Figura 29. Definição de classes no método de mínima distância (IDRISI, 2003).

O método da mínima distância assume que as variabilidades de todas as categorias são próximas à média, mas este pressuposto restringe classes de alta variação. No entanto, a variância aceita para o desenvolvimento da classificação pode ser

alterada, para o desenvolvimento de classificações mais restritas, podendo ser aceitos valores sem classificação.

A classificação de máxima verossimilhança é uma técnica que se utiliza de estatística paramétrica, esta tem como princípio que os valores de cinza referentes a uma classe respeitam a curva de Gauss, a distribuição de um padrão de resposta espectral da categoria pode ser completamente descrita por um valor de média e pela matriz de covariância (Figura 30).

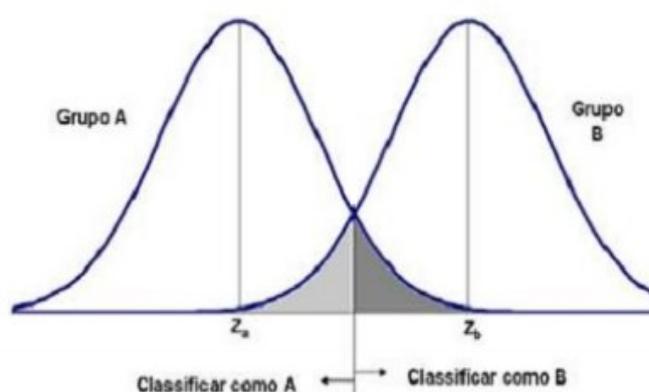


Figura 30. Modelo matemático da distribuição dos pixels em duas categorias no método MAXVER.

A definição de limiares entre as classes é realizada pela probabilidade estatística bayesiana com base na média e o desvio padrão desejado. A escolha da porcentagem de inclusão pode conduzir a imagem ser toda classificada ou permitir que algumas áreas não sejam classificadas pela baixa probabilidade de associação do pixel com as classes.

A formação de áreas de influência tendo como base a distribuição normal dos pixels amostrados para cada classe confere a esta técnica a possibilidade de reduzir os erros cometidos pelo usuário na amostragem das classes (Figura 31).

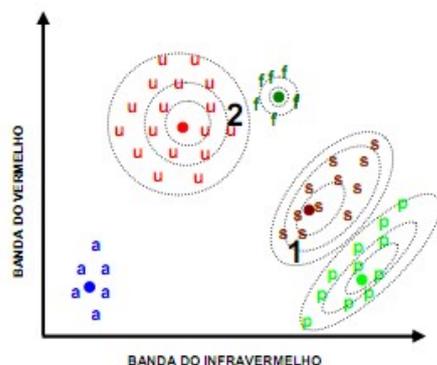


Figura 31. Categorias amostradas e sua região de influência, no método MAXVER.

Na classificação não supervisionada não é necessário o conhecimento de campo para o desenvolvimento de uma classificação. As classes são montadas tendo como base técnicas estatísticas que buscam quantificar a homogeneidade dos comportamentos dos valores dos pixels nas múltiplas bandas da imagem. No entanto, esta classificação não corresponde muitas vezes ao comportamento complexo de alguns alvos e não pode ser tomado como verdade, pois o conhecimento do alvo no campo é fundamental. Este método é muito utilizado para as viagens de reconhecimento de campo, sendo uma das fases para a construção de uma classificação supervisionada.

#### AMBIENTE DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

O Sistema de Informação Geográfico (SIG) é uma ferramenta que organiza e permite realizar ações com os dados espacialmente distribuídos. A possibilidade de utilização da modelagem em ambiente SIG para resolução de perguntas que envolvam grande número de dados e padrões espaciais é muito ampla.

Os arquivos utilizados para alimentar o banco de dados dos SIG variam desde informações alfanuméricas, raster e vetoriais, sendo que todo dado tem que estar relacionado com uma informação espacial. Os *softwares* de SIG possui em comum a capacidade desempenhar operações de superposição com planos de informações, este

processamento pode ser realizado tendo como base análises algébricas, cumulativas e não cumulativas.

As superposições dos dados em ambiente SIG podem ser realizadas através de operadores algébricos, estes podem ser por operadores lógicos ou aritméticos. As superposições com base em operadores lógicos são realizadas com base nas relações de conjuntos, que é uma álgebra não cumulativa. Por outro lado, a integração das informações geográficas com operadores aritméticos é por natureza álgebra cumulativa.

## MATERIAIS E MÉTODO

O mapeamento da Tp foi realizado com base nos métodos de fatiamento por níveis de cinza, mínima distância e máxima verossimilhança com o intuito de ampliar a qualidade da classificação, para o desenvolvimento destas metodologias foram utilizados os mesmos pontos reconhecidos em campo.

A fase de validação dos dados foi realizada tendo como base três pontos de reconhecimento de limitações do mapeamento: a posição geográfica dos dados, a época de aquisição dos dados e a temática investigada (Lingnau *et al.*, 2003).

Com o intuito de atender ao primeiro critério de validação foram aplicados testes estatísticos para analisar a precisão e acurácia do mapeamento realizado, mantendo o rigor estatístico para a divulgação de dados cartográficos. Uma destas técnicas é o cálculo dos erros de comissão (EC), que são decorrentes da interpretação de pixels que não existem no terreno, e erros de omissão (EO), que são a não interpretação de pixels existentes no terreno, o teste varia de 0 (total acerto) a 1 (maior erro), valores estabelecidos pela construção da tabela de validação cruzada, que apresentam a quantidade de erro e acerto para cada categoria do mapa.

A acurácia dos dados também foi analisada pelo cálculo do índice de Kappa (IK), que tem como base os pontos examinados em campo, este índice pode variar de 0 a 1 (ponto máximo de acurácia), sendo recomendada a utilização de dados que apresentem IK superior a 0.65. O índice é calculado pela razão do total de acerto das classes pelo total de pixels visitados, levando-se em conta a quantidade de erros e

acertos em cada categoria definida para o ajuste desta razão, configurando maior sensibilidade deste índice as variações de erros em todas as categorias (Silva, 1999; Lobão *et al.* 2005).

Para uma avaliação mais criteriosa da acurácia dos dados é necessária a aplicação do índice de prevalência de Kappa que pode ser analisado pelo Pabak, pois o fator de ajuste do Kappa tende a apresentar paradoxos quando o grau de prevalência dos dados é diferente de 50%, sendo necessário o cálculo do Pabak (Lobão *et al.*, 2005).

Os dois últimos critérios foram discutidos conforme as características encontradas no mapeamento, no caso dos efeitos do tempo sobre a vegetação a análise foram direcionadas a cada região.

## **MODELAGEM CARTOGRÁFICA**

Os métodos de classificação foram aplicados em diferentes épocas sazonais, período chuvoso e período seco, para inclusão da variável sazonal que é marcante para a vegetação Savana estépica pela variação de estrutura vegetacional e a contribuição do solo. A coleta de amostras da vegetação foi realizada em locais reconhecidos em campo, sendo que, os mesmos pontos foram utilizados para todos os métodos de classificação desenvolvidos. As classes amostradas foram: Savana Estépica Arborizada, Savana Estépica Parque, Cultivo, Solo exposto e água.

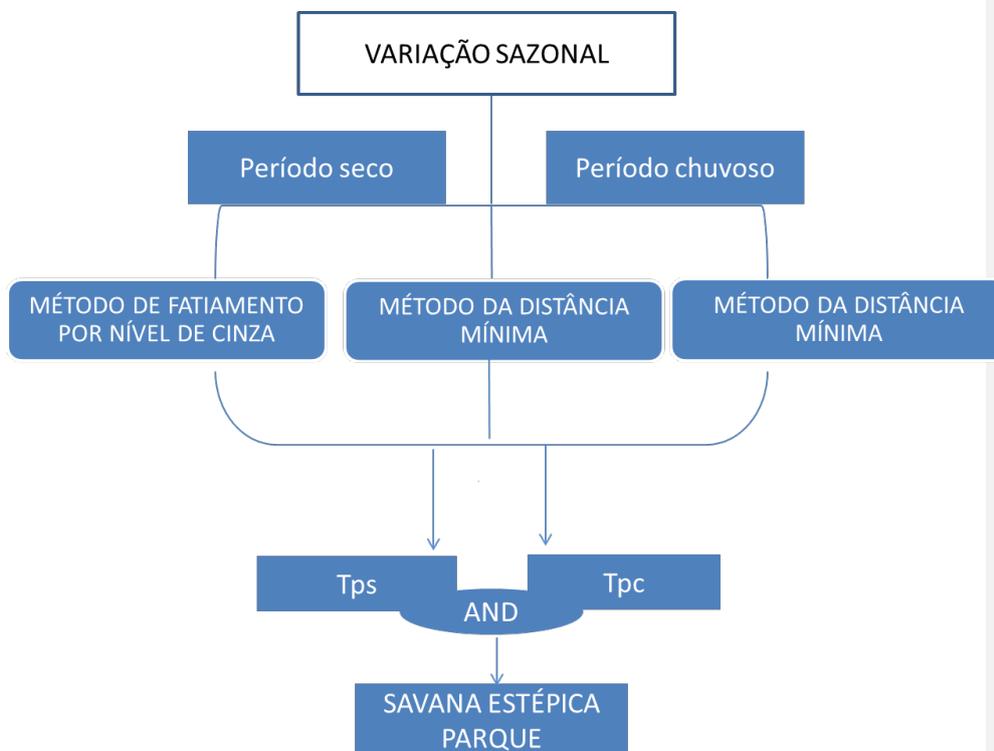
Após a classificação, simplificou-se as classes em duas, onde a primeira é Tp – Savana Estépica Parque e a segunda nTp – Não Savana Estépica Parque. Este artifício permitiu a integração entre as técnicas de classificação através da lógica booleana, para desenvolver um melhor detalhamento da unidade vegetacional Tp, além de, levar em conta a variação de cada método. Ao final, o mapa da fisionomia Tp foi elaborado pela reunião de todas as classificações para produzir um mapa em dégradé das sobreposições entre os métodos e as diferenças sazonais. A definição do mapa da fisionomia Tp foi realizada com ajuda dos índices de validação, que definiram qual o nível de sobreposição é necessário para a determinação desta unidade vegetacional (Figura 32).

O método de fatiamento por níveis de cinza (Fatia) foi realizado em todas as bandas, para o conhecimento do comportamento da fitofisionomia no espectro eletromagnético e sua relação com as informações dos comportamentos espectrais da literatura, posteriormente foi analisada à sobre posição entre as categorias definidas e as possibilidades de discriminação da Tp.

As bandas escolhidas para discriminação das fisionomias foram à banda 1, 3 e 5 pela sua baixa sobre posição entre as categorias. Além disso, a integração das bandas do visível e uma banda do infravermelho médio busca equilibrar a contribuição da atividade fotossintética e estrutural.

As bandas 3 e 5 foram unidas, pois a união entre baixa taxa fotossintética e pequena estrutura são características complementares para a delimitação da Tp. A união destas bandas trouxe um incremento de fragmentos de solo exposto e pequenos ruídos, sendo corrigido pela intersecção com a banda 1, que abrangeu áreas com vegetação.

Já, os métodos de mínima distância (MDist) e máxima verossimilhança (MAXVER) foram realizados tendo como base todas as bandas da imagem, e através da definição de cinco categorias, onde ao final da classificação a imagem foi reclassificada em duas categorias para permitir a integração entre as classificações realizadas com outros métodos.



**Figura 32. Modelo de integração cartográfico para o mapeamento da unidade vegetacional Savana Estépica Parque.**

#### LEVANTAMENTO DE DADOS

Os dados cartográficos para o reconhecimento da Savana Estépica Parque e o entendimento da dinâmica desta vegetação foram retirados da base de dados temáticos pré-existente: SRH (2003), PROBIO<sup>3</sup>, adicionando-se a este: Região de rodela, as imagens Landsat 5 TM, 5 de abril de 2007 e 20 de novembro de 2009, orbitas/ponto 216/066. Região de Juazeiro imagens Landsat 5 TM, 30 de julho de 2006 e 27 de novembro de 2009, orbita/ponto 217/067 e 066, bandas 1,2,3,4,5 e 7. Dados de GPS e fotografias digitais, para coleta de pontos de controle e ilustração da área de estudo.

<sup>3</sup> Projeto: PROBIO, Subprojeto Levantamento da Cobertura Vegetal e do Uso do Solo do Bioma Caatinga” coordenado pelo Prof. Dr. WASHINGTON J. SANT’ANNA DA FRANCA ROCHA

Aplicativos utilizados para o desenvolvimento da pesquisa:

- *Software* Arc Gis 9.2
- *Software* Envi 4.4
- *Software* Global mapper 8
- *Software* Idrisi Kilimanjaro 14.0

## VALIDAÇÃO DO MAPEAMENTO

A validação do mapa de vegetação foi realizada através de um recorte das áreas de Savana Estépica Parque com a distribuição de 2000 pontos aleatórios. Dentre este selecionamos os pontos mais acessíveis, tendo como base as estradas disponíveis. Os pontos foram selecionados por *buffers* variando entre 200 a 1000 m de distância da pista.

Em campo foram escolhidos os pontos de acordo com as possibilidades de acesso, buscando manter uma equitatividade entre os números de pontos amostrados e as classes. Nos pontos amostrados foram retiradas fotos e definida a classe que este ponto pertencia. Posteriormente, foram tabulados os dados para o desenvolvimento de técnicas estatísticas para análise da qualidade do mapeamento. Para isto, foram calculados os erros de comissão e omissão e os índices Kappa e Pabak para a apreciação da acurácia dos dados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### MAPEAMENTO PELO MÉTODO DE FATIAMENTO DE PIXEIS

A variação dos valores de cinza para a classe Tp nos diferentes períodos sazonais é dependente da banda analisada, distinguindo-se em duas partes: a região do visível que exibiu uma similaridade acentuada entre os ciclos sazonais, diferenciando-se

pela amplitude da fatia correspondente a classe, e o infravermelho, principalmente a banda 5 (infravermelho médio), foi a banda que sofreu maior influência dos ciclos sazonais. Esta última também foi a banda que apresentou a menor sobreposição entre as variações das categorias aqui analisadas, segregando a classe Tp de outras categorias.

Nos níveis de cinza das bandas da imagem, o solo foi a classe que mais se aproximou das áreas de Tp, este fato é ocasionado pela característica de predominância do estrato herbáceo nesta fisionomia. Contudo, os valores encontrados na região de Juazeiro não seguem este padrão, onde os valores da Tp se aproximam da fisionomia Ta. Este fato é decorrente das características da Tp na região de Juazeiro, a qual se apresenta permeada por vários ecótonos e campos antrópicos, amenizando a influência do solo sobre as áreas desta unidade vegetacional.

A região do visível respondeu a fisionomia Tp próximo à curva espectral da vegetação, as bandas 1 e 2 apresentaram muita sobreposição entre a categoria Tp e os outros alvos vegetacionais. Mas, a banda 3 correspondente a região do vermelho apresentou um decréscimo mais acentuado dos seus valores digitais em relação com o volume da atividade fotossintética da classe. Permitindo, a partir desta característica o fatiamento da imagem para a separação dos tipos vegetacionais, no entanto, ainda foi encontrada sobreposição entre os grupos, principalmente entre Ta e Tp.

Na banda 4, infravermelho próximo, as características estruturais da vegetação são diretamente proporcionais aos valores digitais, quanto maior a altura do dossel maiores os valores nesta região espectral (Ponzoni & Shimabukuro, 2007). Esta característica não foi evidenciada de maneira a discriminar os tipos vegetacionais, pois o porte dos tipos mapeados não são completamente diferenciados.

Já, para a região do infravermelho médio os seus valores digitais estão inversamente associados ao aumento do porte da vegetação (Ponzoni, comunicação pessoal) e relacionados diretamente a refletância do solo. Nas condições ambientais encontradas para a região de Rodelas, a homogeneidade do tipo de solo permitiu que a fisionomia Tp fosse bem delimitada, no entanto, na região de Juazeiro a heterogeneidade dos tipos de solos influenciou a classificação, dificultando o mapeamento.

Para a fisionomia Tp a heterogeneidade do substrato é importante na delimitação desta unidade, pois a baixa estrutura vegetacional conduziu a um aumento da participação na reflectância do solo sobre a banda do infravermelho médio. Este fato pode ser visualizado em diferentes períodos sazonais, onde o incremento dos valores de infravermelho foi observado nos períodos de seca (Figura 29 e 30).

As bandas escolhidas para discriminação das fisionomias foram à banda 1, 3 e 5 pela sua baixa sobre posição entre as categorias. Além disso, a integração das bandas do visível e uma banda do infravermelho médio busca equilibrar a contribuição da atividade fotossintética e estrutural.

As bandas 3 e 5 foram unidas, pois a união entre baixa taxa fotossintética e pequena estrutura são características complementares para a delimitação da Tp. A união destas bandas trouxe um incremento de fragmentos de solo exposto e pequenos ruídos, sendo corrigido pela intersecção com a banda 1, que abrangeu áreas com vegetação.

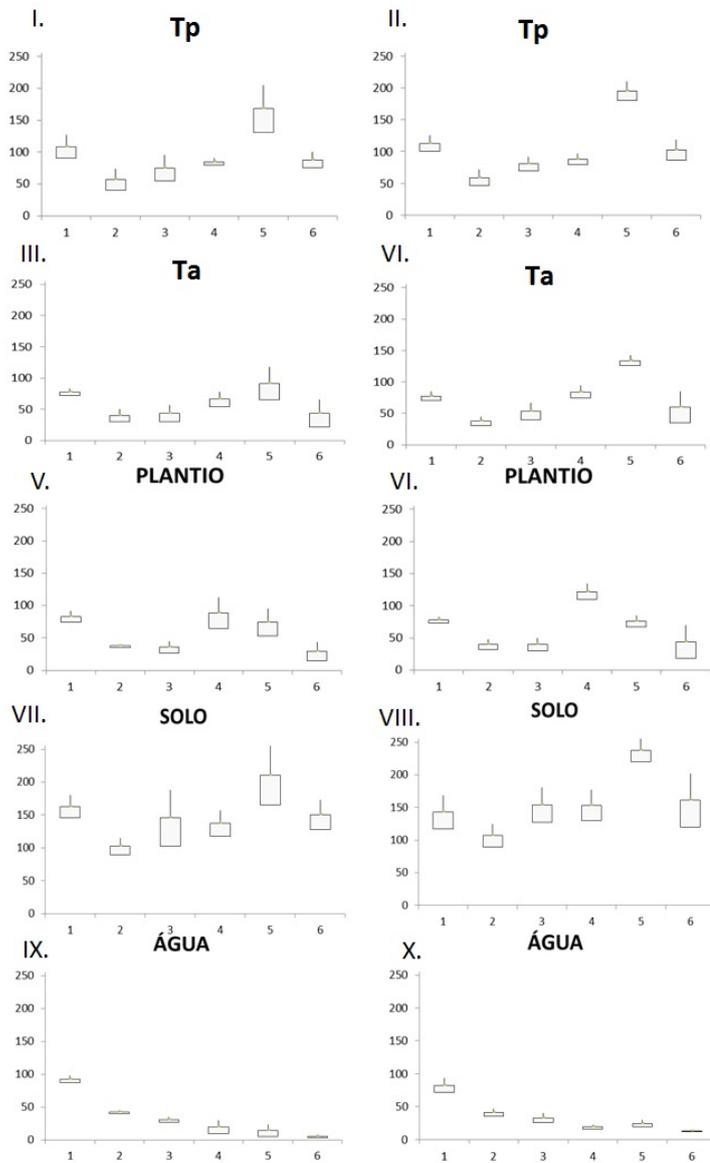


Figura 33. Variação dos valores digitais para as categorias (Tp – Savana Estépica Parque, Ta – Savana Estépica Arborizada, Plantio, Solo, Água), na variação sazonal para esta vegetação (I, III, V, VII e IX – Alta precipitação; II, IV, VI, VIII e X – Baixa precipitação) na Região de Rodelas, Bahia.

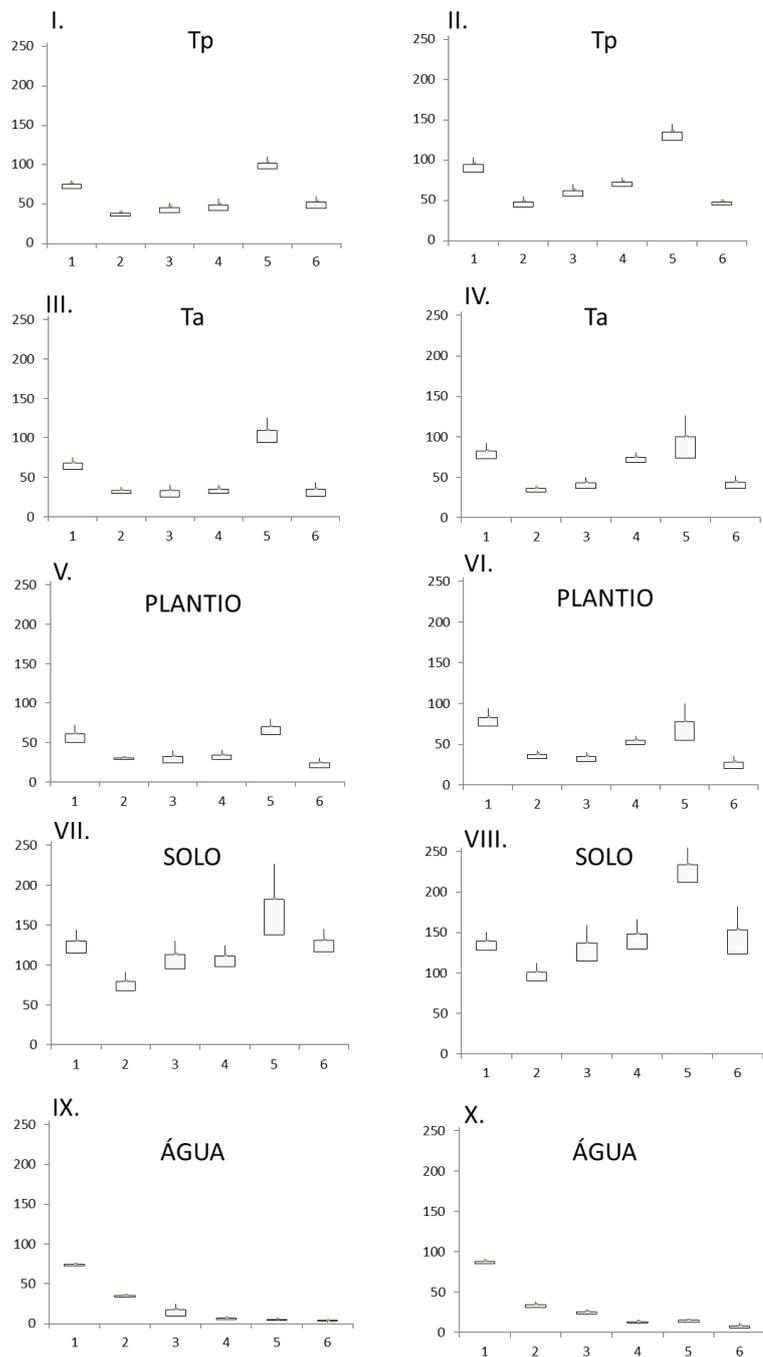


Figura 34. Variação dos valores digitais para as categorias (Tp – Savana Estépica Parque, Ta – Savana Estépica Arborizada, PLANTIO, Solo, Água), na variação sazonal para esta vegetação (II, IV, VI, VIII e X – Alta precipitação; I, III, V, VII e IX – Baixa precipitação) na Região de Juazeiro, Bahia.

## MAPEAMENTO DA ÁREA DE ESTUDO NA REGIÃO DE RODELAS

Os mapas desenvolvidos pelo método de fatiamento por níveis de cinza na região de Rodelas apresentaram no período chuvoso 9.736 fragmentos da fisionomia Tp, abrangendo uma área de 194.599 hectares. Já, no período seco encontramos 23.878 fragmentos abrangendo uma área de 194.995 hectares (Figura 35). A abrangência espacial das classificações diverge em cerca de 85.000 hectares, o que ressalta a influência da sazonalidade sobre a estrutura vegetacional desta fisionomia para este método.

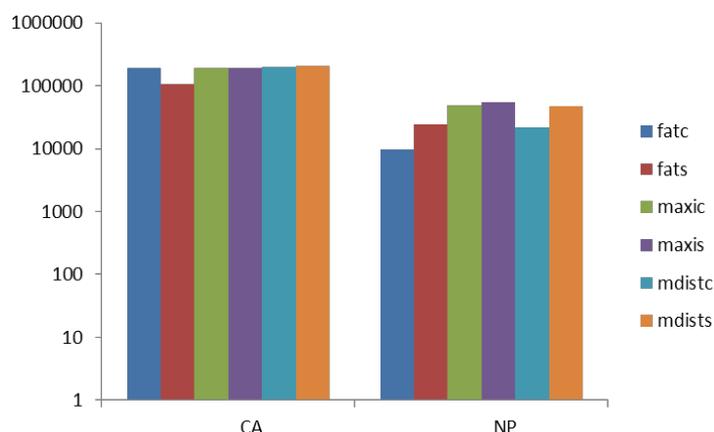
A classificação realizada pelo método de máxima verossimilhança obteve resultados próximos quando analisamos a quantidade de área ou número de fragmentos classificados como Tp, não demonstrando altos desvios relacionados aos efeitos da sazonalidade. O efeito sazonal acrescentou 4.937 hectares de área e 5.517 fragmentos ao período seco, sendo este padrão o inverso do encontrado para o método de fatiamento.

No mapeamento realizado através do algoritmo de Mínima Distância encontrou-se um padrão sazonal idêntico ao do mapeamento por máxima verossimilhança, onde o período seco obteve um incremento do número de fragmentos (26.380) e área (6.882 hectares) mais acentuado que o método anterior (Figura 35).

Dentre os mapeamentos realizados a maior e a menor área foi encontrada no método de fatiamento, que em número de fragmentos alcançou o menor valor na classificação realizada no período seco, acompanhada pela classificação com base na mínima distância.

A união de todos os mapas elaborados com base nos diferentes períodos sazonais e metodologias resultam na construção de um *dégradé* variando de 1 à 6, onde as áreas com os maiores valores são o resultado da confluência entre todas as classificações (Figura 36). Nesta situação, podemos definir uma classificação mais restrita ou adotarmos uma classificação mais generalista, variando a depender da sensibilidade dos métodos adotados. Com a classificação mais restrita temos uma área de síntese de aproximadamente 85.398 hectares, que corresponde a 31% da área total

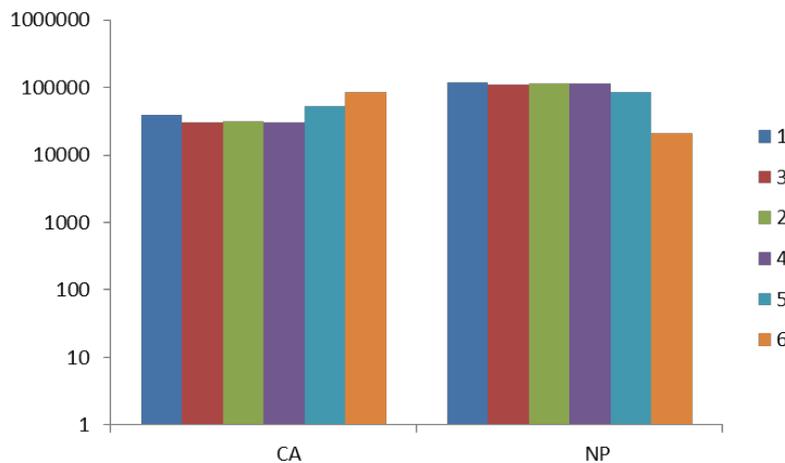
categorizada como Tp. Mas, se englobarmos um nível mais generalista, como a área dos dois primeiros níveis de classificação teremos uma ca. 137.833 hectares, ca. 51% de toda a área (Figura 36).



**Figura 35. Variação da área em hectares (CA) e número de fragmentos (NP) para os mapeamentos para a Savana Estépica Parque para a região de Rodelas, Bahia.**

Os números de fragmentos classificados como Tp apresentam um padrão de crescimento inverso ao crescimento das áreas de confluência entre as classificações, revelando que boa parte dos pequenos fragmentos está associada a variações nos métodos (Figura 36). As áreas de completa confluência entre os tipos de classificações forma o grupo com menor número de fragmentos e maior área.

A distribuição espacial da fisionomia na região de rodelas é agrupada e formada por grandes fragmentos, apresentando a formação de uma região contínua, a qual só é alterada nas áreas próximas aos rios que na maioria das vezes possuem uma vegetação formada por espécies arbóreas, *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. e *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore (Figura 39).



**Figura 36. Variação da área em hectares (CA) e número de fragmentos (NP) no dégradé (1 – área classificada por uma classificação, 6- área classificada por todas as classificações) de confluências entre os mapeamentos na Savana Estépica Parque para a região de Rodelas, Bahia.**

Dentre as técnicas implementadas para o mapeamento da fisionomia  $T_p$  na região de Rodelas temos o método de máxima verossimilhança como a classificação que apresentou o maior índice de acurácia Kappa de 0.21 e sua prevalência Pabak 0.89, para os dois períodos sazonais, o mais baixo Kappa 0.06 e prevalência Pabak 0.42 foi encontrado no método de fatiamento por níveis de cinza realizada no período seco. Os métodos de mínima distância e o fatiamento por níveis de cinza apresentaram variações entre os períodos sazonais, alcançando 0.1 do índice Pabak, demonstrando que estes exibem sensibilidade às alterações sazonais (Figura 37).

Os erros de omissão foram responsáveis pelo baixo índice Pabak nas classificações com os métodos de fatiamento e mínima distância, já os erros de comissão foram baixos em todas as classificações não sendo determinante para os níveis do índice Pabak (Figura 37).

A validação da classificação resultante da fusão de todos os métodos de classificação e diferenças sazonais demonstrou que o mapa mais generalista, o qual apresenta todas as áreas classificadas pelo menos por um método possui o melhor índice de acurácia Kappa 0.37 e Pabak 0.9, além das menores taxas de erros de omissão, o inverso, podemos encontrar para o mapa mais restritivo, o qual é definido pela região de

confluência entre todas as técnicas e diferenças sazonais, este apresentou mais baixo índice Pabak 0.23 (Figura 38).

Adotamos para a região de rodelas o mapa que reúne todas as áreas classificadas em todos os métodos e diferenças sazonais, pois este apresentou o maior índice de acurácia kappa 0.37 e prevalência Pabak 0.9 (Figura 38). Quando se compara o mapa aqui apresentado com o feito pelo PROBIO, constata-se que a distribuição espacial da Tp em ambos é próxima.

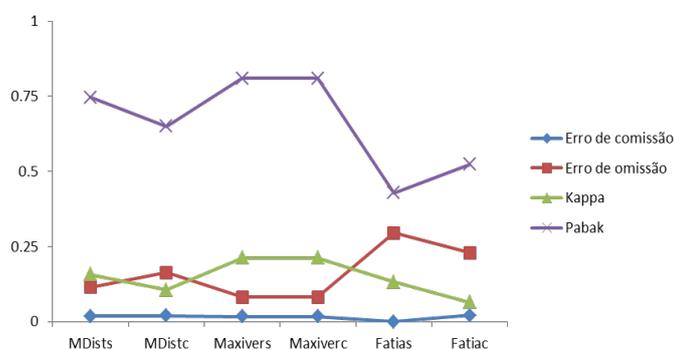


Figura 37. Índices de validação entre as diferentes metodologias utilizadas e períodos sazonais, para Tp em Rodelas.

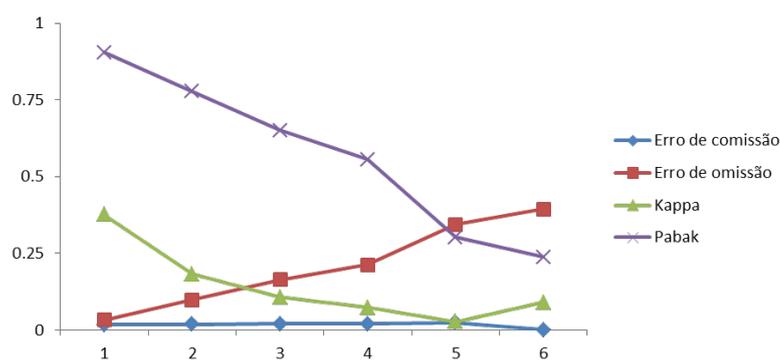
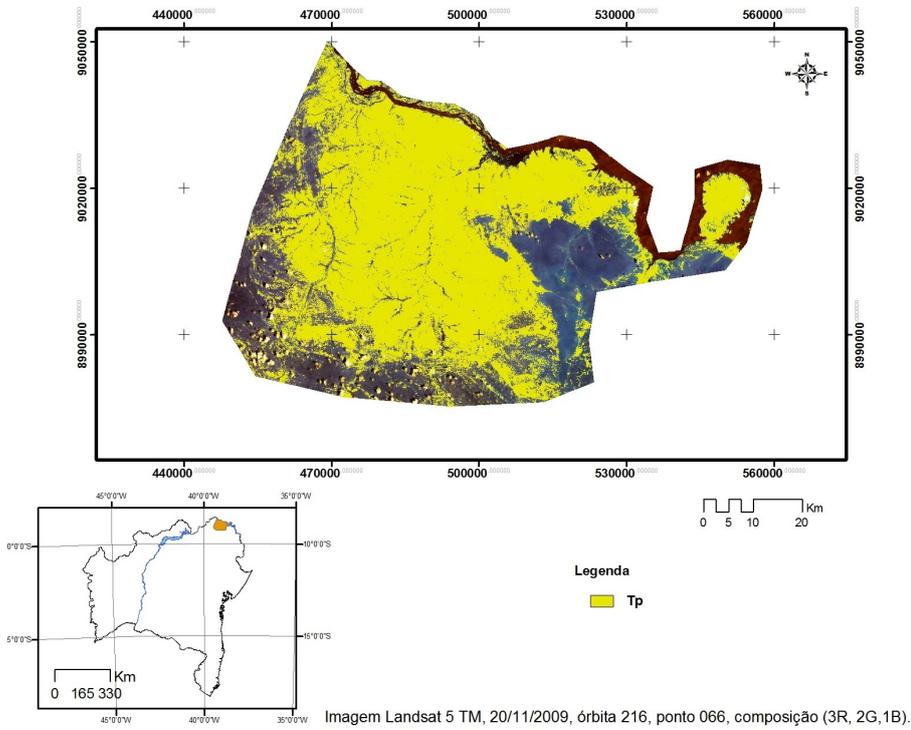


Figura 38. Índices de validação do mapa fusionado (1 – área classificada por uma classificação, 6 – área classificada por todas as classificações) de todas as classificações para Tp em Rodelas.



**Figura 39. Mapa de distribuição da Savana Estépica Parque no Baixo Médio São Francisco, Bahia.**

## MAPEAMENTO DA ÁREA DE ESTUDO NA REGIÃO DE JUAZEIRO

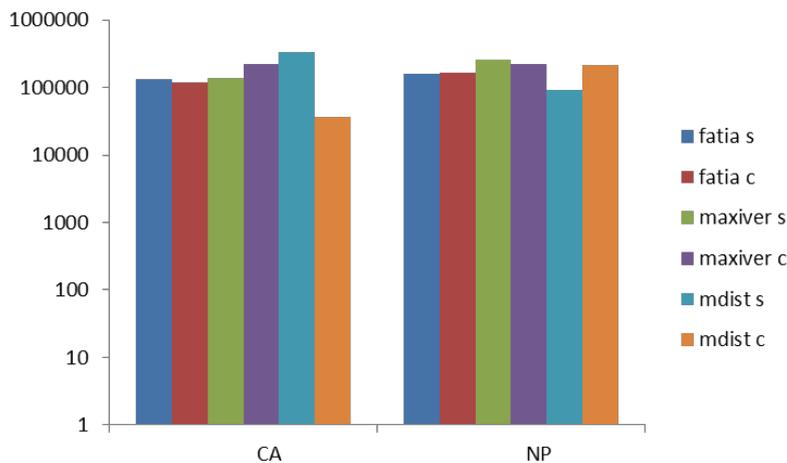
A região de Juazeiro é formada por um mosaico de condições ambientais, principalmente tipos de solo, os quais são importantes para delimitação do padrão de reflectância das áreas da fisionomia Tp, esta variação influenciou diretamente os métodos de classificação o que pode ser visualizado no padrão de alta fragmentação encontrada nesta região.

O método de fatiamento por níveis de cinza mapeou uma área variando entre 117.800 e 133.700 hectares da fisionomia Tp, ca. 160.000 fragmentos espalhados na região de Juazeiro. A diferença da classificação entre os períodos sazonais superam 15.000 hectares, no entanto, este método foi o que sofreu menos em relação à quantidade de área com as alterações sazonais (Figura 40).

Os métodos de máxima verossimilhança e mínima distância exibiram as maiores diferenças em área, o primeiro chega a 86.000 e o segundo cerca de 296.000 hectares, ocasionada pela variação sazonal. O último método teve uma alta sensibilidade para as alterações sazonais, com perda principalmente de área no período seco.

O padrão de redução da área de Tp no período de seca não foi encontrado no método de máxima verossimilhança, onde o período de seca apresentou maior quantidade de área ca. 224.000 hectares diferenciando do período chuvoso em ca. 86.000 hectares (Figura 40).

A variação tanto de área quanto do número de fragmentos apresenta a região de Juazeiro composta por uma alta heterogeneidade ambiental, onde a fisionomia Tp encontra-se permeada por outras fisionomias e áreas de uso antrópico. Estas características de uso e ocupação do solo refletem diretamente ao número de fragmentos que oscila entre 9 mil e 50 mil (Figura 40).



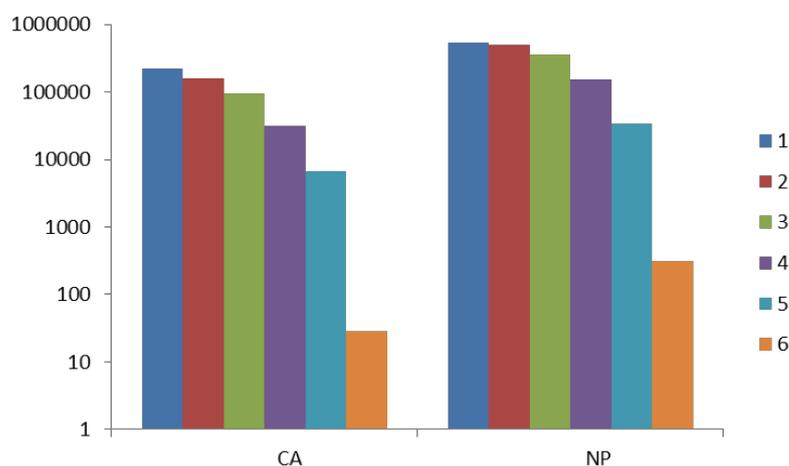
**Figura 40. Variação da área em hectares (CA) e número de fragmentos (NP) para os mapeamentos para a Savana Estépica Parque para a região de Juazeiro, Bahia.**

A fusão dos mapas para os diferentes períodos sazonais e metodologias resultaram na construção de um mapa em *dégradé*, onde as áreas com os maiores valores são o resultado da confluência entre todas as classificações. Com a classificação mais restrita, ou seja, total confluência, temos uma área de síntese de aproximadamente 28.5 hectares, que corresponde a menos de 0.1% da área total categorizada como Tp (Figura 41).

Os números de fragmentos classificados como Tp apresentam um padrão de crescimento direto ao decréscimo das áreas de confluência entre as classificações, revelando que boa parte das áreas classificadas está associada a variações ambientais que os métodos são sensíveis (Figura 41). As áreas de completa confluência entre os tipos de classificações formam um pequeno grupo de fragmentos e pouca área, características que demonstram discordância entre as distribuições espaciais da fisionomia Tp.

Nos mapas elaborados para região de Juazeiro pode-se perceber que a fisionomia não apresenta uma homogeneidade espacial nas classificações realizadas, estando dispersa de maneira pontual ao longo de toda região. As áreas mapeadas apresentam a classificação de áreas novas em todas as classificações, havendo pouca

intersecção entre os mapeamentos realizados, característica derivada do padrão heterogêneo que esta região possui (Figura 44).



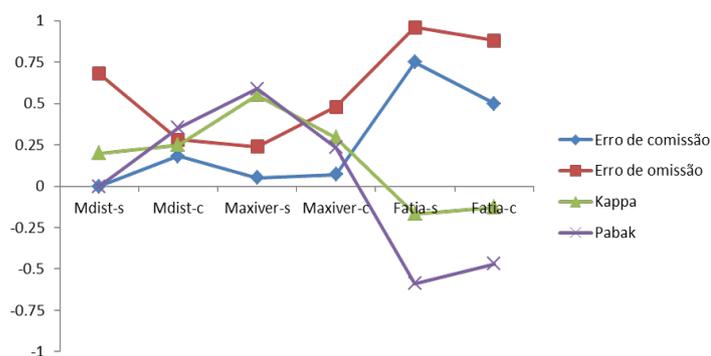
**Figura 41. Variação da área em hectares (CA) e número de fragmentos (NP) no dégradé (1 – área classificada por uma classificação, 6- área classificada por todas as classificações) de confluências entre os mapeamentos na Savana Estépica Parque para a região de Juazeiro, Bahia.**

Os valores de acurácia refletem a heterogeneidade das classificações com baixos valores, os quais alcançam o máximo de sua qualidade na classificação feita pelo método MAXVER no período seco, Kappa 0.55 e Pabak 0.58 e os menores valores na classificação no método de fatiamento por níveis de cinza, Kappa e Pabak negativo (Figura 42). As variações sazonais também foi uma variável percebida pelos métodos de classificação, alterando cerca de 0.25 do índice Pabak.

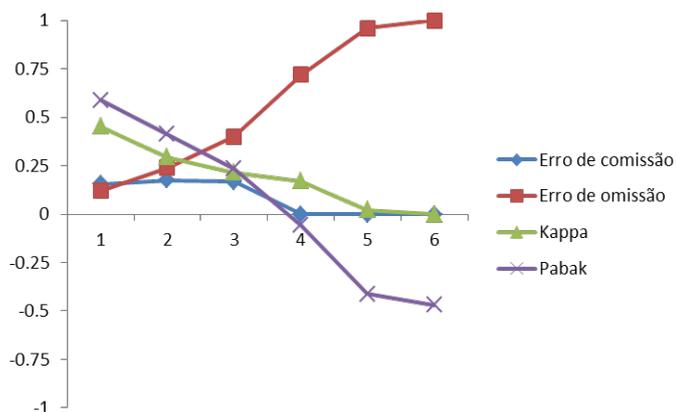
No método de fatiamento os altos erros de omissão e comissão foram responsáveis pelo baixo índice Kappa nas classificações, já, com os métodos de mínima distância e máxima verossimilhança os erros de comissão foram baixos, sofrendo este as alterações do Erro de omissão, que no método de mínima distância alcançou 0.68, baixando os valores dos índices de acurácia (Figura 42).

A validação da classificação resultante da fusão de todos os métodos de classificação e diferenças sazonais demonstrou que o mapa mais generalista, o qual apresenta todas as áreas classificadas pelo menos por um método possui o melhor índice

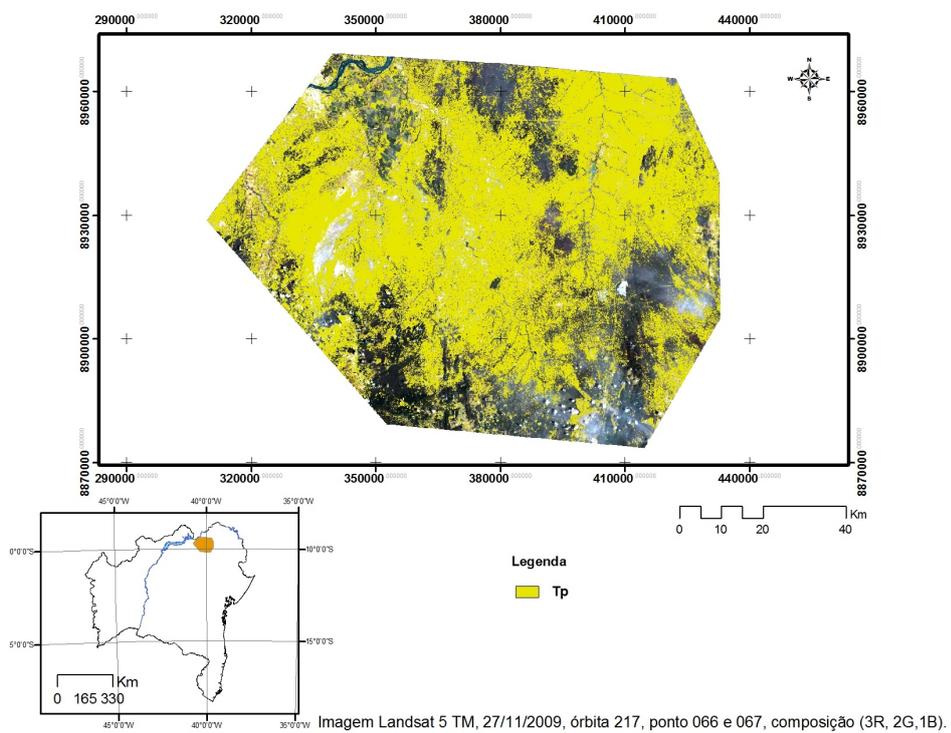
de acurácia Kappa 0.45 e Pabak 0.58 (Figura 43), além das menores taxas de erros de omissão, mas é a classificação com o maior valor de comissão, abrangendo muitas áreas que não corresponde à fisionomia Tp. A comparação entre o mapa realizado para região de Juazeiro e o realizado pelo PROBIO, os resultados encontrados são dispares pelo padrão espacial e fragmentação demonstrando baixa sobre posição.



**Figura 42. Índices de validação entre as diferentes metodologias utilizadas e períodos sazonais, para Tp em Juazeiro.**



**Figura 43. Índices de validação do mapa fusionado (1 – área classificada por uma classificação, 6 – área classificada por todas as classificações) de todas as classificações para Tp em Juazeiro.**



**Figura 44. Mapa da Savana Estépica Parque no Baixo Médio São Francisco, Juazeiro, Bahia.**

## CONCLUSÃO

A classificação da unidade fisionômica Tp para o baixo médio São Francisco divide-se em dois padrões diferentes, pois, as condições ambientais para cada uma das localidades apresentam padrões diferentes. A região de Rodelas apresenta um contínuo para a variável de solo e estrutural, não havendo áreas de transição, estas características facilitam o mapeamento desta área, respondendo bem a todos os métodos realizados para o mapeamento. Ao contrário, a região de Juazeiro tem uma alta complexidade, onde a variável de solo apresenta uma heterogeneidade natural adicionada ao uso e ocupação antrópico. Além disso, a fisionomia Tp para esta área é permeada por transições com outras unidades fisionômicas.

O melhor método de classificação para as duas regiões foi por máxima verossimilhança, alcançando os maiores índices de acurácia, no entanto, o método de fatiamento para a região de Rodelas também apresentou um bom índice de acurácia. Já, na região de Juazeiro mesmo o método de máxima verossimilhança não conseguiu delimitar de maneira bem definida a fisionomia Tp.

Dois pontos podem ser apontados para esta situação, o primeiro advém da própria característica na Tp nesta região, e o segundo é dedicado à qualidade da imagem disponível para o mapeamento desta fisionomia e as limitações dos dados de validação em campo. A dificuldade do mapeamento nesta região não descarta a possibilidade da região de Juazeiro guardar áreas de Tp, no entanto, estes ambientes já se encontram em um alto nível de degradação.

A união das classificações derivada dos diferentes métodos e períodos sazonais pode conferir maior qualidade no mapeamento da fisionomia Tp, além de possibilita o reconhecimento da heterogeneidade a qual esta unidade vegetacional está submetida. Os mapas desenvolvidos neste trabalho ajudaram o conhecimento desta unidade vegetacional ao longo do baixo médio São Francisco, detalhando o padrão espacial desta unidade fisionômica.

## BIBLIOGRAFIA

- AB'SABER, A.N. 2003. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. Cotia, SP: Ateliê. 159p.
- ANDRADE-LIMA, D. 1981. The Caatingas Dominion. *Revista Brasileira de Botânica*. 4: 149-163.
- CROSTA, Á.P. 1993. Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto. Ed. Rev. -Campinas, SP: IG/UNICAMP.
- EGLER, W.A. 1951. Contribuição ao estudo da Caatinga pernambucana. *Revista Brasileira de Geografia*. Outubro-Dezembro. pp. 65-78.
- EMBRAPA. 2009. Site: <http://www.sat.cnpm.embrapa.br/conteudo/landsat.htm#mss>, consultado 7/9/2009.
- GONZALEZ, R.C., WOODS, R.E. 2000. Processamento de imagens digitais. São Paulo: E. Blücher. 509 p.
- HUETE, A.R. 1988. A soil-adjusted vegetation index. *Remote Sensing of Environment*, Elsevier Science Publishing Co., New York, USA. 25:295-309.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Site: <http://www.inpe.br/>, Acessado em: 09/2010.
- JENSEN, J.R. 2005. *Introductory digital image processing: a remote sensing perspective*. 3. ed Upper Saddle River: Prentice Hall. 316 p.
- LANDIS JR, KOCH G. 1977. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*. 33:159-174.
- LINGNAU, C. ANTUNES, A.F.B. 2003. Avaliação da Acurácia de Mapas Temáticos Oriundos de Classificação Digital de Imagens. In: <http://cieg.ufpr.br/Producao/artigos/simgeo.htm>, acesso: 09/2010
- LIU, W.T.H. 2006. *Aplicações de Sensoriamento Remoto*. Campo Grande, Ed.UNIDERP.
- LOBÃO, J.S.B., FRANÇA-ROCHA, W. de J.S. & SILVA, A.B. 2005. Aplicação dos índices Kappa & Pabak na validação da classificação automática de imagens de satélite em Feira de Santana-Ba. *Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Goiânia, Brasil, INPE, p 1207-1214.
- NOVO, E.M.L. de M. 1992. *Sensoriamento remoto: princípios e aplicações*. 2ª Ed. São Paulo: E. Blucher. 308 p
- PONZONI, F.J., SHIMABUKURO, Y.E. 2007. *Sensoriamento remoto no estudo da vegetação*. São José dos Campos: Parêntese, 127 p.
- QUEIROZ, L.P. de. 2009. *Leguminosas da caatinga*. Feira de Santana, Bahia. 467 p.

- RIZZINI, C.T. 1977. Tratado de Fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. Âmbito cultural Edições Ltda. 2º ed.
- RODAL, M.J. N. & SAMPAIO, E.V.S. B. 2002. A vegetação do Bioma Caatinga. [ed.].  
*In:* E.V.S. B. SAMPAIO, M.J.N. RODAL Vegetação & Flora da Caatinga. Recife: Associação Plantas do Nordeste. pp. 11 - 24.
- SANTOS, M. DE F. DE A.V., RIBEIRO, M.R. & SAMPAIO, E.V.S.B. 1992. Semelhanças vegetacionais em sete solos da Caatinga. Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília. 27(2): 305-314.
- SILVA, A. de B. 1996. Sistemas de informações geo-referenciadas conceitos e fundamentos. São Paulo, SP: Universidade de Campinas, 1999. 236 p.
- VELOSO, H.P., RANGEL-FILHO, A.L.R. & LIMA, J.C.A. 1991. Classificação da Vegetação Brasileira, adaptada a um sistemas universal. Rio de Janeiro : CDDI. p. 124.

## CONCLUSÃO GERAL

A construção conceitual dos sistemas de classificação da vegetação é bem influenciada pelos padrões estruturais, suprimindo a importância das outras variáveis, principalmente a florística, para a determinação das unidades vegetacionais. Esta situação não permite a integração dos sistemas de classificação nas análises de alguns processos ecológicos ou biogeográficos.

A Savana Estépica Parque é uma unidade fitofisionômica distinta de outras unidades vegetacionais pela formação de pequenos agrupamentos das espécies de fanerófitos, estes envolvidos em um contínuo tapete de *Aristida*. Além disso, o padrão estrutural desta unidade vegetacional é diferente de outras unidades da Savana Estépica, mas a sua formação florística é repleta de espécies endêmicas da Caatinga com distribuição ampla.

O mapeamento desta unidade fisionômica é influenciado pelas condições ambientais, principalmente o tipo de solo, pois, o porte estrutural permite que o substrato influencie de maneira determinante na contribuição da reflectância desta unidade. Esta característica dificulta o mapeamento em áreas com alta heterogeneidade ambiental como a encontrada na região de Juazeiro.

A unidade fisionômica Tp é um ambiente facilmente degradado, onde o uso contínuo das áreas ocasiona à formação de grandes lacunas de vegetação e consequente propensão à erosão. As áreas aparentemente abandonadas após o uso exibem baixa taxa de recuperação, esta condição é encontrada para a Tp na região de Juazeiro, onde é visível o esgotamento do solo e a alta fragmentação da fisionomia, esta condição pode corroborar a hipótese da atuação do processo de desertificação sobre esta área.

Na região rodela a Tp é uma formação natural, como se pode observar em várias áreas preservadas, a reserva da Agrovale em Juazeiro e a reserva legal de Rodelas, não podendo ser tomada como uma área originada de pastoreio intensivo.

Com os resultados deste trabalho pode-se caracterizar a unidade vegetacional Savana Estépica Parque como uma unidade que é facilmente distinguível como é citada em outras classificações de comunidade, podendo ser denominada de Campos secos

(Hueck, 1972), ou Caatinga seca esparsa (Egler, 1951), ou ainda Seridó (Andrade-Lima, 1981).

A cobertura vegetal desta fisionomia é formada por clareiras, contendo espécies arbustivas, herbáceas, gramíneas e algumas vezes arbóreas, que cobrem parcialmente o solo pedregoso. Esta fisionomia tem como característica mais típica o padrão espaçado dos nanofanerófitos, os quais possuem uma pseudoordenação, onde pequenos agrupamentos de plantas lenhosas são formados sobre um denso tapete lenhoso de hemicriptófitos e caméfitos.

Os arbustos são principalmente a *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz, *Jatropha mollissima* Baill., *Cnidoscolus quercifolius* Pohl e *Aspidosperma pyriforme* Mart., o estrato herbáceo é dominado por espécies do gênero *Aristida*. Esta unidade fisionômica pode ser descrita pela associação dos gêneros *Mimosa-Poincianella* (*Caesalpinia* p.p.)-*Aristida*, unidade IV, tipo 9 da proposta de Andrade-Lima (1981).

O solo é raso e pedregoso, onde encontramos depositada pouca matéria orgânica que nos períodos de chuva são arrastadas por esse não possuírem boa drenagem. As chuvas são concentradas no período de verão, mas não conseguem superar o déficit hídrico que a vegetação está submetida.

A distribuição geográfica desta fisionomia ao longo do baixo médio São Francisco é dividida em duas regiões, próximo ao município de Rodelas, onde encontramos a fisionomia mais típica desta unidade, e a região de Juazeiro, a qual é altamente fragmentada e permeada por áreas de transição com outras fisionomias e campos antrópicos.