UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - UFPE
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS - CFCH
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS GEOGRÁFICAS - DCG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGEO

**LINALDO SEVERINO DOS SANTOS**

# ESTUDO DAS ALTERAÇÕES NA COBERTURA VEGETAL AO LONGO DE PERFILTOPOGRÁFICO, COM ÊNFASE EM ENCLAVE DE CERRADO NO AGRESTE MERIDIONAL DE PERNAMBUCO, BRASIL

Recife
2014

**LINALDO SEVERINO DOS SANTOS**

# ESTUDO DAS ALTERAÇÕES NA COBERTURA VEGETAL AO LONGO DE PERFIL TOPOGRÁFICO, COM ÊNFASE EM ENCLAVE DE CERRADO NO AGRESTE MERIDIONAL DE PERNAMBUCO, BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Geográficas da Universidade Federal de Pernambuco em cumprimento aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientadora: Profa. Dra. Helena Paula de Barros Silva

Co-Orientadora: Profa. Dra. Eugênia Cristina Gonçalves Pereira

Recife
2014

Catalogação na fonte
Bibliotecária Maria do Carmo de Paiva, CRB4-1291

S237e Santos, Linaldo Severino dos.
Estudo das alterações na cobertura vegetal ao longo de perfil topográfico, com ênfase em enclave de cerrado no agreste meridional de Pernambuco, Brasil / Linaldo Severino dos Santos. – Recife: O autor, 2014.
116 f. : il. ; 30cm.

Orientadora: Profª. Drª. Helena Paula de Barros Silva.
Coorientadora: Profª. Drª.Eugênia Cristina Gonçalves Pereira.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CFCH. Programa de Pós-graduação em Geografia, 2014.
Inclui referências.

1. Geografia. 2. Cerrados. 3. Caatinga. 4. Topografia. I. Silva, Helena Paula de Barros (Orientadora). II. Pereira, Eugênia Cristina Gonçalves (Coorientadora). III. Título.

910 CDD (22.ed.) UFPE (BCFCH2014-127)

**LINALDO SEVERINO DOS SANTOS**

# ESTUDO DAS ALTERAÇÕES NA COBERTURA VEGETAL AO LONGO DE PERFIL TOPOGRÁFICO, COM ÊNFASE EM ENCLAVE DE CERRADO NO AGRESTE MERIDIONAL DE PERNAMBUCO, BRASIL

**Dissertação defendida e aprovada pela banca examinadora:**

**ORIENTADOR: _____**

**Profa. Dra. Helena Paula de Barros Silva – UPE/UFPE**

**1° EXAMINADOR: _____**

**Prof. Dr. João Allyson Ribeiro de Carvalho - UPE**

**2° EXAMINADOR: _____**

**Profa. Dra. Mônica Cristina Barroso Martins - UFPE**

**Recife - PE**
**29/08/2014**

**AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, por ser criador de todo o universo, e pelo Seu amor incondicional.

Aos meus pais, Diná Dionisio dos Santos e Luiz Severino dos Santos, e aos meus irmãos, principalmente Liliana Severina dos Santos, Lucineia Severina dos Santos e Lécia Severina dos Santos, pelo apoio e incentivo.

Às minhas duas orientadoras, Profa. Dra. Helena Paula de Barros Silva (orientadora) e a Profa. Dra. Eugênia Cristina Gonçalves Pereira (co-orientadora), pela dedicação, orientação e paciência comigo.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco.

À CAPES, pelo suporte a realização desta pesquisa.

Ao Herbário Dárdano de Andrade Lima do Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA), pelos serviços prestados, principalmente na pessoa da Dra. Rita de Cássia Pereira.

Ao amigo Hewerton Alves da Silva, pela valiosa contribuição na realização desta pesquisa, muito obrigado!

Aos amigos Cláudio José Cabral e João Gabriel pelo companheirismo durante o curso de mestrado.

Ao amigo Lucas Costa Cavalcanti, pela amizade e apoio nessa caminhada acadêmica.

Ao amigo Patryk Melo, pela contribuição nesta pesquisa e pela companhia em vários momentos da vida, valeu mesmo!

Aos amigos, Danielle Cadengue, Paula Falbo, César Santiago, Nilson Henrique da Silva, Diogo Cavalcanti, e Kleython Monteiro pela contribuição direta e indireta na realização desta pesquisa, bem como pela valiosa amizade.

Ao amor da minha vida, minha namorada Jéssica Oliveira Santos, por estar comigo em todos os momentos da minha vida, pelo apoio, dedicação, amizade, por me dar forças em vários momentos difíceis na realização desta dissertação.

## RESUMO

O semiárido nordestino é a região brasileira mais desconhecida, no sentido de serem propagadas injustamente informações que versam sobre uma suposta baixa diversidade da caatinga, e com poucas plantas endêmicas. Entretanto, apesar da caatinga ter sofrido bastante pela ação antrópica, este bioma apresenta uma grande diversidade de tipos vegetacionais, inclusive apresentando disjunções de outros biomas em áreas de exceção como ocorrem nos brejos de altitude, que de maneira pontual estão presentes na paisagem do semiárido nordestino. Buscou-se uma análise dos conceitos e principais pressupostos da temática envolvida, tais como o cerrado; o cerrado em área disjunta; a caatinga; os brejos de altitude; Teoria dos Refúgios; os condicionantes topográficos, sendo esses atributos embasados pela paisagem categoria de análise. Com isso, o presente estudo buscou uma análise no sentido da diferenciação da cobertura vegetal ao longo de um perfil topográfico, em recorte espacial do agreste meridional pernambucano, compreendendo porções dos municípios de Águas Belas, Iati e Saloá. Através das dez parcelas instaladas ao longo do perfil, foram realizadas coletas botânicas, que evidenciaram alterações na vegetação, sendo encontradas desde a caatinga típica, passando pela arbórea, como também matas serranas e no topo brejo foi identificado um enclave de cerrado. No levantamento de espécies, foram coletadas 24 famílias, 40 gêneros e 38 espécies botânicas. A família mais numerosa foi Euphorbiaceae, com 4 gêneros e 5 espécies. Das 38 espécies coletadas, 16 fazem parte do bioma cerrado, e se concentraram nas últimas parcelas, no topo do brejo, onde se encontra a mancha de cerrado. A aplicação Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) mostrou a variação dos valores deste índice também em função da topografia, revelando que nas áreas de depressão onde se desenvolve uma caatinga mais seca foi encontrado o menor valor do NDVI (0,18), em contrapartida, nas áreas de relevo mais elevado, onde se desenvolvem matas serranas e o cerrado foram encontrados os maiores valores (0,49), mostrando desta forma a influência da topografia na distribuição da umidade.



**Palavras-chave:** cerrado, caatinga, composição florística, brejo de altitude, Agreste Meridional.

## ABSTRACT

The semi-arid northeast region of Brazil is the most unknown, in the sense of being unfairly spreaded information that cover a supposed low diversity of the Caatinga, and with few endemic plants. However, despite the caatinga has suffered enough by human action, this biome has a great diversity of vegetation types, including presenting disjunctions of other biomes in areas of exception as occur in marsh elevations, which are present especifically in the northeastern semi-arid landscape . We attempted an analysis of the key concepts and assumptions of the subject involved, such as: the Cerrado; The Cerrado disjunct area; the Caatinga; The marsh elevation; Refuge theory; Topographical constraints, these attributes being grounded by the landscape category of analysis. Thus, the present study aimed towards an analysis of the differentiation of vegetation cover along a topographic profile in the spatial area Pernambuco southern wild, comprising portions of the municipalities of Águas Belas, Iati and Saloá. Throughout the ten plots established along the profile, botanical collections, which showed changes in vegetation, being found from the typical Caatinga, through the tree, as well as mountainous jungles and swamps atop an enclave of Savanna was identified were performed. In the survey of species, 24 families, 40 genres and 38 botanical species were collected. The most numerous family was Euphorbiaceae, with 4 genera and 5 species. Of the 38 species collected, 16 are part of the Cerrado biome, and focused in recent installments, on top of the swamp, where the patch of Savannah. The application Vegetation Index Normalized Difference (NDVI) showed the variation of the values of this index also due to the topography, revealing that in the areas of depression that develops a drier savanna was found the lowest value of NDVI (0.18), in contrast, in areas of higher relief, where they develop mountainous forests and the Cerrado the highest values (0.49), thus showing the influence of topography on moisture distribution were found.



**Keywords:** Cerrado, Caatinga, Floristic composition, Marsh elevation, Southern Wasteland.

## Lista de Figuras

**Figura 1:** Fitofisionomias do Bioma Cerrado.....17
**Figura 2**: Distribuição das fisionomias de cerrado senso lato em relação à profundidade do solo na vertente de vale. .....18
**Figura 3:** Localização da área de estudo, municípios de Águas Belas, Iati e Saloá, Pernambuco. .....29
**Figura 4:** Compartimentação geomorfológica do Planalto da Borborema, destaque para as unidades 4 e 5 que compreendem os municípios de Águas Belas, Iati e Saloá, agreste meridional de Pernambuco, onde está inserida a área de estudo. .....31
**Figura 5:** Climograma do município de Águas Belas. .....36
**Figura 6:** Climograma do município de Saloá .....36
**Figura 7:** Modelo hipotético de amostragem, em que a área de estudo é subdividida em estratos .....37
**Figura 8:** Ilustração da prensa para material botânico aberta e fechada (esquerda). Fotografia do processo de prensagem das amostras em campo (direita). .....39
**Figura 9:** Set de equipamentos utilizados em campo. 1 sacho; 2 picareta; 3 pá pequena; 4 paquímetro; 5 tesoura de poda; 6 cordão vermelho para isolamento das parcelas; 7 pulverizador de jardim; 8 carta de Munsell; 9 câmera fotográfica digital; 10 prancheta; 11 GPS; 12 canetas; 13 cadernos de anotações; 14 trena de 5m; 15 prensa; 16 facão.....40
**Figura 10:** Poincianella pyramidalis (Tul.) L.P.Queiroz.....49
**Figura 11:** Randia armata (Sw.) DC. .....51
**Figura 12:** Oxalis psoraleoides Lourteig .....52
**Figura 13:** Indigofera suffruticosa Mill. .....53
**Figura 14:** Lippia aristata Schum.....54
**Figura 15:** Lantana canescens K. .....55
Figura 16: Piptadenia stipulacea (Benth.) Ducke.....56
**Figura 17:** Croton cordifolius Baill. .....57
**Figura 18:** Croton heliotropiifolius Kunth.....58
**Figura 19:** Jatropha molíssima (Pohl) Baill .....59
**Figura 20**: Melochia tomentosa L. .....60
**Figura 21:** Myracrodruon urundeuva Allemão .....61
**Figura 22**: Solanum stipulaceum Willd. ex Roem. & Schult .....63
**Figura 23:** Phoradendron pteroneuron Eichl .....64
**Figura 24:** Conocliniopsis prasiifolia (DC.) R.M.King & H.Rob .....65
**Figura 25:** Buchenavia capitata (Vahl.) Eichl.....67
**Figura 26:** Solanum paniculatum L. .....68
**Figura 27:** Senna rizzinii H.S.Irwin & Barneby .....68
**Figura 28:** Croton adamantinus Müll. Arg. .....70
**Figura 29:** Acritopappus buiquensis Bautista & D. J. N. Hind .....71
**Figura 30:** Tocoyena formosa (Cham. & Schltdl.) K.Schum .....72
**Figura 31**: Piriqueta guianensis N.E.Br. .....73
**Figura 32**: Leucothoe revoluta (Spreng.) Hook. ex Nied. .....74
**Figura 33:** Ocotea gardneri (Meisn.) Mez .....76
**Figura 34:** Stigmaphyllon paralias A.Juss .....77
**Figura 35:** Tibouchina multiflora (Gardn.) Cogn. .....77
**Figura 36:** Lantana camara L. .....80
**Figura 37:** Microstachys hispida (Mart.) Govaerts .....81

**Figura 38** Ocotea sylvatica (Meissn.) Mez. .....82
**Figura 39:** Byrsonima gardneriana Juss.....83
**Figura 40:** Mapa do Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), em destaque os pontos 1-10 que representam as parcelas instaladas na área de estudo .....85
**Figura 41**: Gráfico mostrando os valores de altitude e NDVI, por parcela na área de estudo, municípios de Águas Belas, Iati e Saloá, Agreste Meridional de Pernambuco. .....86
**Figura 42:** Perfis topográfico e de NDVI, mostrando o comportamento da altitude e do índice de vegetação ao longo da área de estudo, situada nos municípios de Águas Belas, Iatí e Saloá, Agreste Meridional de Pernambuco. Em detalhe as marcações das parcelas. **Fonte:** Linaldo Santos, 2014. .....87
**Figura 43:** Representação da fisionomia da parcela 1, caatinga arbórea, Águas Belas-PE .....88
**Figura 44:** Representação da fitofisionomia da parcela 2, caatinga arbustiva em área com influência de atividades agropastoris, Águas Belas-PE.**Autor:** Linaldo Santos, 2013. .....89
**Figura 45:** Representação da fisionomia da parcela 3, caatinga arbustiva e herbácea, Águas Belas-PE. **Autor:** Linaldo Santos, 2013. .....90
**Figura 46:** Representação da fisionomia da parcela 3, destaque para o esparsamento entre os indivíduos e a presença afloramentos rochosos, Águas Belas-PE. **Autor:** Linaldo Santos, 2013. .....90
**Figura 47:** Representação da fisionomia da parcela 4, caatinga arbórea bastante homogênea, Águas Belas-PE **Autor:** Linaldo Santos, 2013.....91
**Figura 48:** Representação da fisionomia da parcela 5, caatinga arbustiva, destaque para o alto nível de degradação da área, Iati-PE. **Autor:** Linaldo Santos, 2013. .....92
**Figura 49:** Representação da fisionomia da parcela 6, mata serrana com elementos de cerrado e de caatinga, Saloá-PE. **Autor:** Linaldo Santos, 2013. .....93
**Figura 50:** Representação da fisionomia da parcela 7, mata serrana dividindo espaço com estrato arbustivo bastante significativo, Saloá-PE **Autor:** Linaldo Santos, 2013. ..95
**Figura 51:** Representação da fisionomia da parcela 7, destaque para a alta densidade da cobertura vegetal, Saloá-PE**.**.....95
**Figura 52**: Representação da fisionomia da parcela 8, mistura entre os estratos arbustivo e arbóreo, Águas Belas-PE. **Autor:** Linaldo Santos, 2013.....96
**Figura 53:** Representação da fisionomia da parcela 9, presença de mancha de cerrado no topo do brejo, Saloá-PE.....98
**Figura 54:** Destaque para clarões com solo exposto na parcela 9, o que contribuiu para que o valor do NDVI desse ponto não fosse muito expressivo, Saloá-PE.....99
**Figura 55:** Solo exposto na parcela 9, contribuído para a diminuição do valor do NDVI, Saloá-PE.....99
**Figura 56:** Representação da fisionomia da parcela 10, vegetação típica do cerrado, com elementos da caatinga, o que a torna uma área ecotonal, Saloá-PE. **Autor:** Linaldo Santos, 2013. .....101
**Figura 57:** Aspecto do solo, contendo em sua composição líquens da família Cladoniaceae, caracterizando um bioindicador de área de cerrado. .....103
**Figura 58:** Perfil da Paisagem entre Águas Belas e Saloá .....104

# Lista de Tabelas

**Tabela 1:** Classes de solos nos pontos amostrais. ..... 32

**Tabela 2:** Lista das espécies que se deu através de coletadas em dez parcelas inseridas área de estudo, munícios de Águas Belas, Iati e Saloá, Agreste Meridional de Pernambuco. ..... 44

**Tabela 3:** Classificação do índice de aridez de Thornthwaite. ..... 105

**Sumário**

**1. INTRODUÇÃO ..... 12**
**2. REFERENCIAL TEÓRICO ..... 14**
**2.1 A Paisagem Como Categoria de Análise ..... 14**
**2.2. O Cerrado ..... 15**
**2.2.1 Fitofisionomias do Cerrado ..... 15**
**2.2.2 Condicionantes Climáticos do Cerrado ..... 19**
**2.2.3 O cerrado em área disjunta ..... 19**
**2.3 A Caatinga ..... 21**
**2.3.1 Os Brejos de Altitude ..... 22**
**2.4 Condicionantes Topográficos ..... 23**
**2.5 A Teoria dos Refúgios e Redutos ..... 24**
**2.6 Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (Normalized Difference Vegetation Index) NDVI ..... 26**
**3. MATERIAL E MÉTODOS ..... 29**
**3.1 Área de estudo ..... 29**
**3.2 Dados demográficos ..... 29**
**3.3 Unidades Geomorfológicas ..... 30**
**3.4 Classes de solo da área de estudo ..... 32**
**3.5 Características Climáticas da Área ..... 35**
**3.6 Metodologia aplicada ao trabalho de campo ..... 36**
**3.7 Processo de prensagem e identificação de espécies ..... 38**
**3.8 Materiais utilizados ..... 39**
**3.9 Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) e suas técnicas ..... 40**
**3.10 Procedimentos Realizados na Construção do Perfil de Paisagem ..... 41**
**4. RESULTADOS E DISCUSSÃO ..... 42**
**4.1 Analise Florística ..... 42**
**4.2 Aplicações do Índice de Vegetação NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) e Perfil Topográfico ..... 83**
**5. CONSIDERAÇÕES FINAIS ..... 106**
**REFERÊNCIAS ..... 107**

## 1. INTRODUÇÃO

Os estudos sobre a diferenciação da cobertura vegetal ao longo de gradiente topográfico no domínio do semiárido nordestino não se mostra com muita intensidade. Ao longo do tempo muitas informações foram transmitidas erroneamente acerca do Bioma Caatinga, passando a impressão de que neste bioma existiria uma pobreza de paisagens e de biodiversidade (GIULIETTI, 2004). No entanto, estudos mais aprofundados vêm desmentindo tais impressões, em pesquisas realizadas tomando como recorte espacial perfis topográficos, percebe-se que há uma diferenciação de tipos vegetacionais influenciados sobretudo, pela umidade gerada em função variação do relevo.

No semiárido nordestino, as temperaturas médias anuais figuram como as mais elevadas do Brasil, variando entre 26 e 28 °C, chegando a ultrapassar os 40°C em algumas áreas e em determinados períodos. Esta porção do território brasileiro apresenta precipitação muito baixa e irregular, em que as chuvas se concentram em um curto período do ano, em cerca de dois ou três meses consecutivos. Além disso, metade do bioma recebe cerca de 750 mm/ano (CARDOSO & QUEIROZ, 2011). Contudo, em meio a essas condições climáticas severas, existem áreas de exceção onde as condições ambientais se mostram bastante amenas com relação ao seu entorno. Estas condições são possíveis, sobretudo, devido a particularidades do relevo regional, propiciando os Brejos, com ênfase nos de altitude, que pontuam a paisagem semiárida nordestina.

O estudo dos brejos de altitude no Nordeste brasileiro, e mais especificamente em Pernambuco, vem se apresentando cada vez de forma mais intensificada, seja nas Ciências Geográficas e Biológicas, como em áreas afins. Contudo, tal estudo não é recente, autores como Gilberto Osório de Andrade, Raquel Caldas Lins, Dárdano de Andrade Lima e Vasconcelos Sobrinho, ícones das décadas de 60 e 70, já trabalhavam este tema. Com isso, essas áreas de exceção são capazes de proporcionar condições ambientais para que representações de outros biomas se desenvolvam no domínio das caatingas, como é o caso de manchas de cerrado e floresta Atlântica. Os principais estudos fitogeográficos nessas áreas de exceção se direcionam no sentido do levantamento de espécies, que são identificadas como de florestas caducifólias ou subcaducifólias, até matas subperenes com espécies perenifólias.

O estabelecimento de manchas de cerrado no semiárido nordestino se dá primordialmente devido ao fator altitude. Desta forma, essas manchas que se traduz

como fragmentos, que devido ás variações na distribuição da vegetação ao longo do gradiente topográfico resultante também das relações com fatores edáficos, carecem de uma atenção especial, visando estratégias para a conservação desses remanescentes, bem como a recuperação de áreas degradadas.

Em estudo preliminar sobre identificação de uma mancha de cerrado no município de Saloá, agreste meridional de Pernambuco, que coincide com o recorte espacial selecionado para a presente pesquisa, Santos *et al.* (2014) associa a mancha de cerrado em Saloá com a fitofisionomia cerrado *stricto sensu*, segundo a classificação de Ribeiro & Walter (2008), a qual estam representados indivíduos baixos, tortuosos, inclinados, com ramificação irregular e retorcidos. Contudo, para a comprovação de tal afirmação se fará necessário um estudo mais apurado da composição deste fragmento vegetacional, o que faz parte dos objetivos deste trabalho. Este se justifica pela carência de estudos que abordem a distribuição e variação da vegetação, sobretudo, levando em consideração o aspecto topográfico. Aliado a este fator, a relevância desse estudo se dá ao passo que, a presente pesquisa revela a espacialidade das espécies coletadas, não possuindo então, um caráter meramente de levantamento florístico, contribuindo portanto, para criação de um sistema de suporte à decisão, geograficamente fundamentado.

Nesse sentido, o objetivo geral deste trabalho foi identificar e caracterizar a variação da vegetação que se desenvolve ao longo do perfil topográfico no agreste Meridional de Pernambuco, com ênfase na identificação da composição florística do enclave de cerrado que se estabeleceu no topo do Brejo de Saloá. Desta forma, como objetivos específicos propôs-se:

- realizar coletas de material botânico ao longo do perfil topográfico;
- diferenciar as unidades vegetais de acordo com os ambientes em que as coletas de material botânico forem realizadas;
- verificar a alteração na composição da cobertura vegetal com o auxílio da aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI); e
- identificar e analisar o enclave de cerrado presente no recorte espacial selecionado para realização da pesquisa.

A relevância desse estudo se dá ao passo que, a presente pesquisa revelará a espacialidade das espécies coletadas, não possuindo então, um caráter meramente de levantamento de espécies, contribuindo, portanto, para criação de um sistema de

suporte à decisão geograficamente fundamentado.

Outro aspecto que justifica esse estudo é um fato puramente geográfico, que seria a organização espacial, no âmbito do planejamento ambiental, que tem sua motivação na interação e integração dos sistemas ambientais, propondo uma integração entre sistemas de cunho natural, e sistemas sócio-econômicos, com o objetivo de manter a máxima integridade dos elementos envolvidos nesse processo (SANTOS, 2004).

# 2. REFERENCIAL TEÓRICO

## 2.1 A Paisagem Como Categoria de Análise

A paisagem não é mais vista, como em outros tempos, como uma unidade meramente visível e distanciada do mundo que a circunda. Besse (2006), ao discorrer sobre o tema, aponta que a paisagem não é uma entidade fechada, que não se abre para influências externas, permanecendo dentro desta unidade as mais diversas relações, inclusive com seu entorno.

Nesse sentido, compreende-se aqui a paisagem em um contexto mais holístico, admitindo o conceito de Fisiologia da Paisagem, em que a relação de processos passados e atuais resultam na PAISAGEM. Nesta perspectiva, processos passados seriam responsáveis pela compartimentação regional da superfície, já os processos atuais são responsáveis pela atual dinâmica das paisagens (AB´SABER, 1969). Portanto, entende-se que a paisagem deverá ser estudada como uma unidade dinâmica.

É sabido que a paisagem é estudada sob diversos enfoques, nos mais variados ramos do conhecimento. Na presente pesquisa, a paisagem será tratada utilizando a ótica sistêmica. Com isso se tem a ideia de que a "paisagem é um fato concreto, um termo fundamental e de importante significado para a GEOGRAFIA, pois a paisagem é a fisionomia do próprio Geossistema" (TROPPMAIR, p. 82. 2006).

A relevância de adotar o conceito de Paisagem para a presente pesquisa, se dá devido a própria natureza da Ciência Geográfica, que busca compreender e identificar as diversas formas que se desenvolvem na superfície terrestre, ou simplesmente o estudo da diferenciação de Paisagens.

## 2.2. O Cerrado

O termo cerrado faz referência à presença mais ou menos densa de arbustos e árvores, que fecham, ou que de outra maneira pode-se dizer que "cerram" o campo, (HATSCHBACH *et al*., 2005).

As formações vegetais do domínio cerrado sempre interessaram aos botânicos, por serem consideradas um tipo de vegetação peculiar, o que contribuiu para que vários autores conceituassem o cerrado, se destacando a seguinte:

> O cerrado (ou campo cerrado, como também se diz) é a forma brasileira da formação geral chamada savana. Muitas vezes é uma savana arborizada, não poucas é uma savana arbustiva, chegando a ser um simples campo sujo, com apenas arbustos mal desenvolvidos e esparsos por cima do tapete graminóceo (RIZZINI, 1997, p.409).

Não se pode falar sobre o cerrado como sendo um bioma que obedece a padrões uniformes para a totalidade de suas manifestações, pois se trata de um conjunto vegetacional que abrange uma enorme extensão espacial, sendo o segundo maior bioma brasileiro, ficando atrás somente do bioma amazônico. Com esta enorme extensão espacial, verificam-se condições físico-naturais bastante diferenciadas em todo o seu domínio, e isto é refletido na diversidade de espécies como na estrutura da vegetação, variando de formações basicamente de gramíneas e ervas, no caso do campo limpo, às formações florestais no caso do cerradão (RIBEIRO & WALTER, 2008).

### 2.2.1 Fitofisionomias do Cerrado

Na literatura há uma gama de classificações que propõem diferenciar as diversas formas da vegetação do bioma cerrado. Contudo, neste estudo optou-se pela classificação de Ribeiro & Walter (2008), por acreditar ser esta bastante completa e didática.

- **Formações florestais:**
  - Mata ciliar – tipo de vegetação de porte arbóreo que acompanha rios de médio e grande porte. A deciduidade e a composição florística são fatores que a diferencia da mata de galeria. Encontra-se em solos rasos, profundos ou aluviais;
  - Mata de galeria – possui vegetação perenifólia, que formam galerias

sobre cursos d'água em rios de pequeno porte. Divide-se em duas formas, mata de galeria não inundável e mata de galeria inundável;

- Mata seca – se expressa na natureza em três subtipos, mata seca sempre verde; mata seca semidecídua e mata seca decídua. Tal subdivisão é explicada pelos diferentes níveis de caducifolia a qual está submetida na estação seca. Geralmente ocorrem nos interflúvios, não acompanhando os cursos de água;
- Cerradão – formação florestal que apresenta espécies de mata, como também espécies de cerrado *stricto sensu*. Contudo, sua fisionomia é de floresta, porém sua florística é semelhante a um cerrado. Os ambientes onde ocorrem cerradão possuem solos profundos e bem drenados.

- **Formações savânicas:**
  - Cerrado *stricto sensu* – uma série de aspectos caracteriza este tipo de formação, tais como presença de indivíduos baixos, tortuosos, inclinados, com ramificação irregular e retorcida. Também se encontra arbustos com órgãos subterrâneos, o que possibilita a rebrota após o corte ou a queimada. Cascas grossas e folhas coriáceas também são características dessa formação. O cerrado *stricto senso* apresenta quatro subtipos, em decorrência da variedade dos condicionantes. São eles cerrado denso, cerrado típico, cerrado ralo e cerrado rupestre;
  - Parque de cerrado – ocorre o agrupamento de árvores em pequenas elevações do relevo, e são conhecidas como "murundus". Sua origem está associada à atividade dos cupins;
  - Palmeiral – caracteriza-se pela presença marcante de uma única espécie de palmeira arbórea, sendo dos gêneros *Acrocomia*, *Attalea* ou *Syagrus*;
  - Vereda – ocorre em ambientes encharcados ou úmidos em áreas vizinhas a campos limpos. Cuja espécie dominante é a palmeira arbórea *Mauritia flexuosa.*

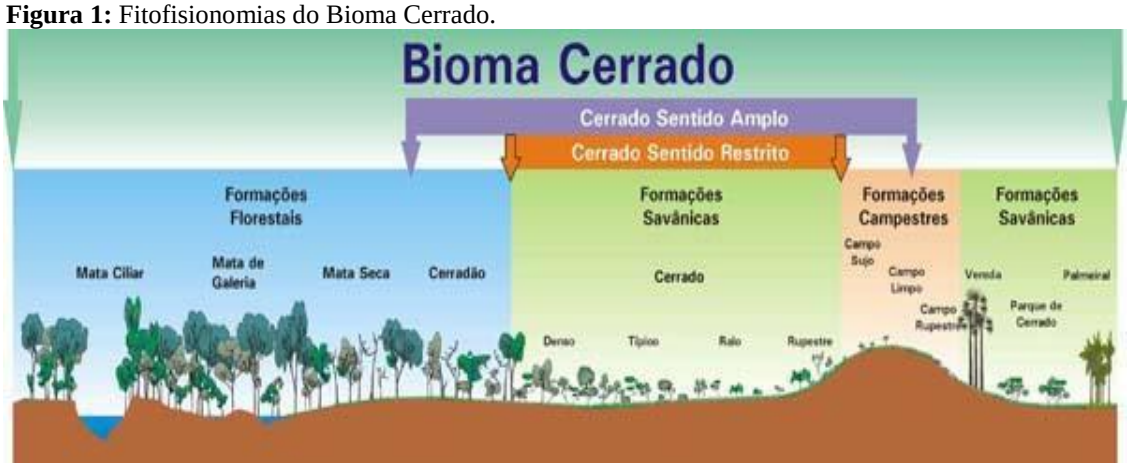
- **Formações campestres:**
  - Campo sujo – apresenta três subtipos, campo sujo seco, campo sujo úmido e campo sujo com murundus. Seu aspecto fisionômico é herbáceo-arbustivo, apresentando arbustos e subarbustos esparsos no terreno. Nessas áreas ocorrem muitas vezes de maneira isolada,

indivíduos menos desenvolvidos de espécies de cerrado *stricto sensu*;

- Campo rupestre – sua fitofisionomia é herbáceo-arbustiva, com eventuais arvoretas. Ocorrem em áreas de solos rasos, afloramentos rochosos também são registrados na paisagem. Apresenta-se em locais que ultrapassa a cota dos 900 metros de altitude, em áreas de ventos constantes;
- Campo limpo – a paisagem é expressa pela ausência do extrato arbóreo, onde predomina fisionomia herbácea. Divide-se em dois subtipos, campo limpo seco e campo limpo úmido.

Tais fitofisionomias ficam mais bem visualizadas na figura 1.

**Figura 1:** Fitofisionomias do Bioma Cerrado.

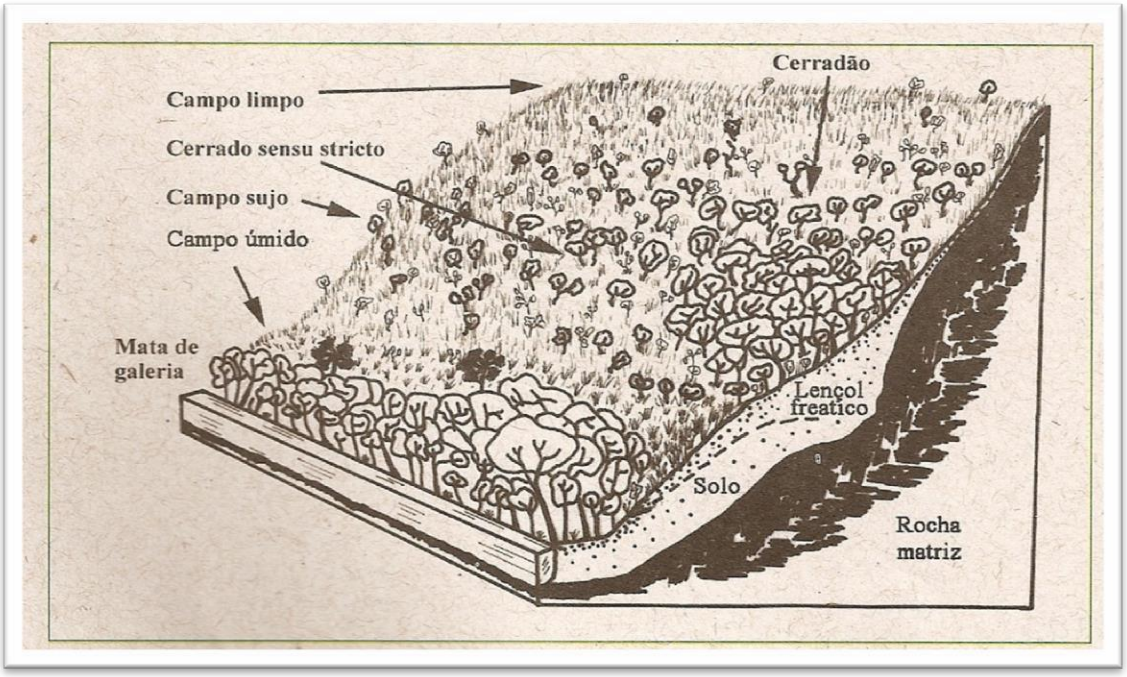



**Fonte:** http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_23_911200585232.html

Vários estudos foram, e ainda estão sendo realizados, no sentido de desvendar os fatores que possibilitam a origem do cerrado. Para Felfili *et al*. (2005), os principais fatores responsáveis pela distribuição e estabelecimento das comunidades do cerrado são estacionalidade climática, disponibilidade hídrica, além de características edáficas como profundidade, textura e disponibilidade de nutrientes no solo, fogo e herbivoria.

Henriques (2005) sugere que a profundidade e umidade dos solos expliquem parte das variações da fitofisionomia no cerrado *sensu lato*, como fica explicitado na figura 2.

**Figura 2**: Distribuição das fisionomias de cerrado *sensu lato* em relação à profundidade do solo na vertente de vale.




**Fonte:** Henriques (2005, p. 78).

Henriques (2005) ainda afirma que, em áreas onde se estabelece vegetação mais desenvolvida como cerrado e cerradão os solos são mais férteis do que as áreas onde se desenvolvem vegetação mais aberta como campo sujo e campo limpo. Enmerich (1990) menciona que para o cerrado brasileiro, o solo atua como grande influência. A sua origem e manutenção, de acordo com Alvin (1954), se apoia na teoria pedológica, a qual postula que o solo exerce predominante influência, especialmente sob dois pontos de vista, o geológico e o químico, por suas diferenças minerais e, físico pelas más condições de drenagem.

Outro autor que atribui o estabelecimento do cerrado à teoria edáfica é Ab'Saber (2005), ao afirmar que no Brasil intertropical não existe outra comunidade biológica mais flexível e dotada de poder de sobrevivência em solos pobres. Ainda nessa perspectiva edáfica relacionada ao seu material e origem, para o dinamarquês Warming (1973), o solo seria um elemento fundamental na definição e distribuição da vegetação de cerrado, uma vez que, a profundidade, a maior ou menor presença de areias e própria natureza do solo relacionada à do substrato, contribuiriam para variações da cobertura vegetal (QUEIROZ NETO, 1982).

O bioma cerrado apresenta uma enorme diversidade na sua comunidade vegetal, pois de acordo com o mais atualizado *cheklist* realizado sobre a sua flora, consta o número surpreendente de 11.046 espécies (RIBEIRO & WALTER *et al*.,2006).

Esta significativa quantidade de espécies é atribuída por Goodland (1971) aos diferentes graus de oligotrofia. Este autor aponta para dois tipos, não excludentes, de deficiências minerais nos solos sob o cerrado. A primeira delas estaria relacionada à falta ou carência de nutrientes, devida à lixiviação intensa durante longo período de tempo. Já a segunda deficiência mineral estaria relacionada à falta de disponibilidade de nutrientes, devida à presença, no solo, de outro fator limitante, tal como, uma maior toxicidade de alguma substância que poderia interferir na sua absorção, como é o caso do alumínio trocável, relacionado ao caráter álico dos solos. Esta constatação corrobora mais ainda para a validação da teoria edáfica.

### 2.2.2 Condicionantes Climáticos do Cerrado

Dentre as características formadoras do clima do cerrado destaca-se a temperatura média anual de 22 – 23 C°, onde as máximas mensais variam muito ao longo do ano, contudo, podem atingir os 40°C. As mínimas também apresentam grande amplitude, podendo chegar em torno do 0°C, entre os meses de maio, junho e julho, havendo grande possibilidade de geadas na porção austral do bioma. Desta forma, o clima desse bioma é entendido como tropical sazonal, de inverno seco (COUTINHO, 2000).

Camargo (1971), afirma que dentre os aspectos macroclimáticos, topoclimáticos e microclimáticos, somente o aspecto microclimático possui estreita relação com o cerrado, Pois tal aspecto é condicionado por fatores ambientais locais, tornando determinada área peculiar com relação às características do ambiente de cerrado.

### 2.2.3 O cerrado em área disjunta

Uma das teorias que encontra mais vazão no meio científico para explicar a presença de cerrado em outros biomas, é a teoria que é defendida por autores como Hueck, (1957); Ab'saber, (1963); Rizzini, (1979); Cole, (1986); Carneiro Filho, (1993) e Prance, (1996), na qual, a ocorrência do cerrado, em áreas como a floresta Amazônica, Caatinga, floresta Atlântica, e florestas acicufoliadas no sul do Brasil, seria devido à presença de um clima mais seco no passado, que teria favorecido o estabelecimento desta vegetação nessas áreas (HENRIQUES, 2005).

Tal linha de pensamento é conhecida como Teoria dos Refúgios e Redutos, que de modo geral, trata da distribuição geográfica da biota após os eventos climáticos ocorridos no Quaternário. Com isto, frentes frias mais intensificadas durante fases glaciais, associadas a mudanças climáticas globais, modelaram a paisagem do atual território brasileiro. Perante essa situação a vegetação moderna ainda está se equilibrando através dos mecanismos de sucessão vegetal (OLIVEIRA, 2005).

Nessa perspectiva, devido a uma recessão climática, contingentes de vegetação antes se apresentando de forma contínua, foram reduzidas a manchas florestais, em locais que apresentam condições ecológicas favoráveis ao seu estabelecimento. Este é o caso dos brejos de altitude presentes no domínio das caatingas do Nordeste brasileiro. Desse modo, as áreas dos brejos nordestinos, muitas vezes denominados acertadamente de áreas de exceção, constituem verdadeiros exemplos de redutos e refúgios florestais, (AB'SABER, 2006).

Esta configuração fitogeográfica tem origem nas flutuações climáticas do Quaternário, nas quais em períodos mais úmidos houve uma expansão da vegetação de maior porte extrapolando os limites de seu domínio de origem. Já em períodos de secura climática, houve o inverso. Ambientes que antes apresentavam uma vegetação de porte florestal passaram a desenvolver uma flora de porte arbustivo e herbáceo. É nesse ponto que reside a teoria dos refúgios e redutos florestais que menciona as regiões que passaram por esse processo de seca climática, e conseguiram conservar manchas de vegetações úmidas, se expressando na forma de áreas de exceção por serem ambientes que oferecem condições que conjugam fatores climáticos, pedológicos, altimétricos, dentre outros (FERNANDES, 1996). O mesmo autor afirma ainda que este é o caso dos brejos de altitude nordestinos que apresentam vegetação distinta da caatinga que os circunda. Exemplificando podem-se citar as matas serranas do brejo de Taquaritinga do Norte no Agreste Pernambucano. A caatinga e o carrasco representam os tipos vegetacionais atualmente característicos da região semiárida, enquanto as manchas de mata úmida, mata estacional, cerrado e cerradão, que ocorrem espalhadas pelo semiárido, representam vegetações residuais de períodos climáticos mais úmidos.

## 2.3 A Caatinga

A caatinga é o bioma brasileiro mais desconhecido, em decorrência de algumas informações propagadas injustamente, como por exemplo acreditar que a caatinga possui uma diversidade baixa, e com poucas plantas endêmicas. Entretanto, apesar de estar bastante modificado pela ação antrópica, este bioma apresenta uma grande diversidade de tipos vegetacionais, contendo remanescentes de vegetação ainda bem preservados, incluindo grande número de táxons raros (GIULIETTI, 2004).

O estudo do conjunto vegetacional da caatinga é necessário pra se ter um panorama real de como se encontra a sua biodiversidade, como também analisar as correlações dos elementos dos diversos ambientes em que essa vegetação se estabelece. Nesse sentido, vale ressaltar que a paisagem atual é o somatório de processos históricos pelo qual ela passou sofrendo inúmeras influências, e refletindo em sua forma (CORRÊA, 2001). Alves (2007) expõe que nos últimos vinte anos (aproximadamente) 40.000 km² foram transformados em deserto devido à interferência antrópica no semiárido nordestino, revelando que muitas áreas que eram consideradas como primárias já sofreram interferência do homem.

Sobre as condições ambientais as quais a caatinga se desenvolve, consideram-se os seguintes aspectos:

> Sendo sempre limitada às condições topoclimáticas e edáficas, a caatinga reflete as inter-relações entre fatores naturais e os fatores antrópicos e se apresenta com fisionomias variadas o que dá origem a muitas controvérsias quando se tenta classificá-la (ALVES, 2007, p. 63).

A Fitogeografia é definida como parte da Biogeografia que é responsável pela investigação da distribuição dos vegetais (VIADANA, 2007), constituindo um sistema teórico-metodológico voltado para tal análise.

No contexto dos estudos fitogeográficos da caatinga, destaca-se a noção de comunidades-tipo, que baseada em critérios fisionômicos pode ser explicada como sendo agrupamentos de espécies que caracterizam uma associação vegetal e surge como forma de caracterizar a variabilidade espacial da vegetação da caatinga (ANDRADE- LIMA, 1981). Tal abordagem metodológica constitui uma ótima ferramenta para uma melhor compreensão da paisagem fitogeográfica da caatinga.

Com relação às fitofisionomias da caatinga, estudos recentes apontam a ocorrência de duas grandes unidades vegetacionais, compostas por dois conjuntos

florísticos distintos. Esta diferenciação assinala um conjunto com uma biota associada aos afloramentos do embasamento cristalino do Pré-cambriano, apresentando a vegetação mais típica da caatinga, caracterizada por seu porte baixo, formada por árvores e arbustos caducifólios. Na época chuvosa apresenta um estrato herbáceo, e em várias espécies é possível verificar a ocorrência de espinhos ou acúleos e microfilia. A área de ocorrência desta unidade ocupa a Depressão Sertaneja Setentrional, incluindo o Planalto da Borborema; outro centro de endemismo desta unidade é a Depressão Sertaneja Meridional, se estendendo até ao norte de Minas Gerais. A segunda unidade florística está associada à vegetação que se desenvolve em solos arenosos, nas bacias sedimentares. Este segundo conjunto florístico apresenta uma distribuição mais descontínua, cobrindo áreas como Chapada do Ibiapaba; Raso da Catarina; dunas interiores do rio São Francisco em Pernambuco; depressões sazonalmente do sudeste do Piauí, oeste de Pernambuco e norte da Bahia; ocorre também em áreas da Chapada Diamantina, e em locais associados a elevações residuais (CARDOSO & QUEIROZ, 2011).

### 2.3.1 Os Brejos de Altitude

O termo brejo serve para designar mais de um fato que se espacializa na natureza, pois mesmo no Nordeste se faz referência a áreas de brejo como regiões alagadiças, ou pantanosas como as encontradas em locais baixios na Zona da Mata pernambucana, como também os brejos-várzeas norteriograndense do Açu e do Apodi (ANDRADE, 1964).

Contudo, os brejos que serão tratados aqui são os brejos de altitude, que se configuram como sendo áreas de exceção condicionadas por fatores naturais, caracterizadas como áreas mais amenas que as caatingas que as circundam, onde as vegetações existentes na vertente a barlavento ganham características mais úmidas, variando entre florestas caducifólias ou subcaducifólias, até matas subperenes com espécies perenifólias (CALDAS LINS, 1989).

Os termos brejos de altitude e matas serranas são tratados muitas vezes como sinônimos, porém há uma diferenciação de conceitos. Ao passo que a Geografia Física estuda o Brejo de altitude, a Botânica estuda a mata serrana, pois o conceito de brejo de altitude abrange o acidente geográfico e suas resultantes, como clima, solos, vegetação e fauna, enquanto que o conceito de mata serrana é restrito, indicando a

vegetação resultante do acidente geográfico (VASCONCELOS SOBRINHO, 1971).

Araújo Filho *et al*. (2000) caracterizam os Brejos de altitude de Pernambuco como regiões úmidas e isoladas dentro de áreas secas, posicionadas a barlavento com desnível relativo médio de 200 metros ou mais. Segundo estes autores, no Estado de Pernambuco, estas regiões situam-se entre os 700 e 1.200 metros de altitude.

Acerca do tema brejo, Andrade & Lins (1964, p.24) diz que:

> Trata-se, então, de verdadeiros complexos de circunstâncias solidárias, cuja resultante se exprime em termos de *exposição*. Exposição ao fluxo de massas advectivas de ar úmido, ou a dilatação de massas convectivas nevoentas. Em suma: de posição geográfica em relação às regiões de origem dessas massas e de postura em função da direção geral em que elas anualmente se propagam.

Com isso, essas áreas úmidas de interface com o semiárido em geral apresentam condições ambientais melhores em termos de recursos naturais, refletindo na climatologia, pedologia e hidrologia. Por conseguinte, as formas do uso da terra são mais privilegiadas do que as regiões mais próximas do semiárido. Esses ambientes mais amenos mantêm condições naturais que estão intimamente ligadas ao relevo, sendo a Altimetria um parâmetro que desempenha importante papel nos mesoclimas de exposição. Os mesoclimas nesse sentido, segundo Reis (1988), representam uma um unidade climática intermédiaria, enquanto os macroclimas representam grandes unidades climáticas regionais; já os microclimas ocupam áreas bem mais restritas, tal qual aquelas que podem ser afetadas pelo ser humano.

## 2.4 Condicionantes Topográficos

Para o estabelecimento de manchas de cerrado no semiárido pernambucano, e mais precisamente na área de estudo selecionada, a topografia exerce um papel extremamente condicionante, pois devido à altitude oferecida em determinados locais é possível reunir condições ambientais necessárias para que este tipo vegetacional consiga se desenvolver.

As variações na declividade em determinada localidade, aliadas a outros fatores ambientais, são responsáveis pela diversidade de habitats os influenciando no gradiente de umidade, no transporte de partículas pela vertente, na organização vertical do dossel, na geração do aspecto de degrau no estrato arbóreo (GANDOLFI, 2000). Nesse sentido,

a diversidade de microclimas gerados ao longo do perfil topográfico também é considerada.

Ao longo de gradientes topográficos, em geral, a fertilidade dos solos diminui com o aumento da altitude, o que é explicado pelo carreamento de nutrientes das áreas mais altas até as áreas mais rebaixadas nos topos das encostas (RODRIGUES *et al*., 1989).

Contudo, não é o que ocorre na área de estudo selecionada, se estabelecendo um tipo vegetacional mais desenvolvido, no caso as manchas de cerrado, contrastando com as fitofisionomias da caatinga que circundam essas áreas de exceção devido, sobretudo aos efeitos da umidade provocados pela altitude.

Algumas características físicas atuando em conjunto com o relevo, tais como distribuição de nutrientes, luminosidade e, possibilidade de saturação de água no solo, condicionam a distribuição de espécies adaptadas a essas condições. Portanto, alguns conjuntos de espécies mostram certas preferências por esses microambientes (CARDOSO & SCHIAVINI, 2002). Este fato explicaria, em grande parte, o estabelecimento das referidas manchas de cerrado na área de estudo.

Em estudo realizado no estado de Mato Grosso do Sul sobre a estrutura da vegetação arbórea em uma topossequência, Rego (2008) adverte sobre o fato de que ao longo de determinados perfis topográficos é possível ocorrer áreas planas, onde pode ocorrer acúmulo de água e nutrientes no solo, se estabelecendo fauna e flora adaptadas a esse tipo de ambiente. Nesses locais também são encontradas diferenças na estrutura da vegetação, com uma flora mais desenvolvida e perenifólia, dando uma falsa impressão de continuidade na fitofisionomia (BRASIL, 1982).

## 2.5 A Teoria dos Refúgios e Redutos

Segundo Haffer & Prance (2002), a Teoria dos Refúgios teve seu impulso inicial devido aos seguintes autores: HAFFER, 1969, 1974, 1982; VANZOLINI & WILLIAMS, 1970;VUILLEUMIER, 1971; VANZOLINI, 1973; MÜLLER, 1973; PRANCE, 1973, 1982; BROWN et al., 1974; SIMPSON & HAFFER, 1978; BROWN & AB'SABER, 1979. Sobre este fato os autores acrescentam:

> Foi proposta como uma alternativa à hipótese da Barreira Fluvial e postula a persistência de extensas manchas de florestas tropicais úmidas naquelas partes das terras baixas amazônicas, onde havia

> superfícies rebaixadas para criar gradientes de chuva durante as fases geralmente secas do Cenozóico (Terciário e Quaternário), próximas dos Andes, ao longo de declives de muitas montanhas ao sul da Venezuela e das Guianas, bem como ao norte do Planalto dos Parecis, no Brasil Central e perto do Oceano Atlântico, no leste do Pará (HAFFER & PRANCE, 2002, p. 184).

De acordo com a Teoria dos Refúgios, nos períodos Terciário e Quaternário houve flutuações climáticas impulsionadas pelos ciclos de Milankovitch, acarretando em profundas alterações no quadro vegetacional, sobretudo da zona tropical do globo terrestre. Em decorrência desses ciclos climáticos, em períodos mais secos houve a fragmentação de extensas áreas de florestas pluviais, como é o caso da floresta amazônica, sendo separada por diversos outros tipos de vegetação como savanas, florestas secas e caatingas, ocasionando desta forma os ambientes de refúgios, em áreas periféricas da região amazônica, nos quais estes refúgios mantiveram certa estabilidade ambiental, proporcionando a preservação de tal unidade vegetacional (HAFFER & PRANCE, 2002).

Este fato é endossado por Van der Hammen & Hooghiemstra (2000), ao estimarem que durante o último máximo glacial as chuvas foram reduzidas em cerca de 30 a 50%. Esta diminuição das chuvas fez com que houvesse uma retração das florestas úmidas, e em contrapartida surgissem refúgios florestais úmidos separados por tipos mais secos de vegetação, como as savanas e caatingas.

Nesse sentido, os refúgios são áreas florestais ou não, onde espécies da flora e da fauna permanecem isoladas em ambientes relativamente restritos, ficando impedidas de se expandir, pois as áreas vizinhas apresentam condições naturais bastante adversas com relação às encontradas nos refúgios (TROPPMAIR, 2006).

Acerca desse tema, e analisando a ocorrência dos brejos presentes no domínio das caatingas nordestinas, Ab'saber (2006) pontua da seguinte forma:

> massas de vegetação outrora contínuas, ou mais ou menos contínuas, ficaram reduzidas a manchas regionais de florestas, em sítios privilegiados, à moda dos atuais "brejos" que pontilham o domínio das caatingas, sertões do nordeste Seco (AB'SABER, 2006, p.64).

Em discussão sobre os condicionantes que possibilitam a ocorrência desses refúgios, Ab'saber (2005) cita alguns parâmetros como fatores litológicos, hidrológicos, topográficos e de paleobotânica para explicar a ocorrência de enclaves de

vegetação exótica dentro de outros domínios morfoclimáticos e geobotânicos. Desta forma, o cenário vegetacional brasileiro se apresenta como um verdadeiro mosaico, englobando várias tipologias.

Com isso, Conti & Furlan (2003) comentam que em decorrência dos períodos glaciais do Quaternário, no qual houve períodos de clima úmido e outros de clima seco, acarretou no atual panorama geobotânico brasileiro, que sofreu ao longo desses períodos climáticos a expansão e retração das florestas úmidas, dos cerrados, e caatingas. Esta ideia é corroborada por Ab'saber (2005), ao afirmar que nos períodos de glaciações Quaternárias houve expansões das caatingas e mudança nas posições dos cerrados, ideias que contribuiram no sentido da afirmação da Teoria dos Refúgios.

## 2.6 Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (Normalized Difference Vegetation Index) NDVI

Em estudos remotos da cobertura vegetal, as folhas são os elementos da vegetação que mais contribuem para o sinal detectado pelos sensores orbitais. As propriedades espectrais de uma folha são função de sua composição química, morfologia e estrutura interna (IBGE, 2001). A folha possui epiderme superior e inferior que é a camada mais externa da folha, coberta apenas por uma fina camada de cera, chamada cutícula, a qual impede a perda excessiva de água. Na epiderme inferior, encontram-se os estômatos, aberturas protegidas por células guarda, que vão permitir as trocas de ar e também são responsáveis pelo balanço térmico através do controle da umidade (CAMPBELL, 1996). Logo abaixo da epiderme encontra-se o tecido paliçádico, seguido pelo mesófilo, que promove a formação de espaços onde ocorrem as trocas de oxigênio e gás carbônico, necessários para a fotossíntese e respiração. É no tecido paliçádico que se encontram os cloroplastos, dentro dos quais são armazenados os pigmentos (clorofilas e carotenóides) responsáveis pela fotossíntese (HOFFER, 1978; CAMPBELL, 1996).

No espectro eletromagnético, na sua porção do visível (400 - 700 nm), os pigmentos dominam a resposta espectral da vegetação (HOFFER, 1978). As clorofilas (média 65% dos pigmentos em plantas superiores) são as principais responsáveis pelo processo fotossintético e atuam diretamente na captação da energia eletromagnética; já os carotenóides são pigmentos auxiliares da fotossíntese e atuam indiretamente aumentando a capacidade da clorofila em converter a radiação eletromagnética em energia química (HOFFER, 1978). A reflectância da vegetação é distinguível e muito

variável com o comprimento de onda. Nos comprimentos de onda de 0,45 micrômetros (μm) (azul) e 0,65μm (vermelho), ocorre baixa reflectância devido às duas bandas de absorção da clorofila, que absorve a maior parte da energia nesses comprimentos de onda. No visível, boa parte da energia que atinge a folha é absorvida, e muito pouca energia é transmitida através das folhas. A relativa falta de absorção em torno de 0,54μm (verde) permite um pico de reflexão.

Quando a planta está sob estresse, e a produção de clorofila é reduzida, a planta absorve menos nas bandas de absorção da clorofila e as folhas ficam mais avermelhadas ou amareladas (HOFFER, 1978). No infravermelho próximo (0,7μm – 1,3μm), a reflexão das folhas não é controlada pelos pigmentos, mas pela estrutura do mesófilo. A reflectância aumenta porque as folhas absorvem muito pouca energia nesta região; a absorção que ocorre é devido a alguma banda de absorção de água (HOFFER, 1978). A cutícula e a epiderme são praticamente transparentes à radiação infravermelha; esta radiação é espalhada no mesófilo e aproximadamente 60% desta energia são refletidas e transmitidas (CAMPBELL, 1996). No infravermelho médio, a resposta espectral é dominada pelas bandas de absorção da água; as folhas têm alto conteúdo de água e esta absorve fortemente a energia (HOFFER, 1978).

Segundo CAMPBELL (1996) essas características espectrais da vegetação podem mudar de acordo com estresse por doenças, ataque de insetos, variações no conteúdo de umidade ou temperatura. As mudanças ocorrem quase simultaneamente no visível e infravermelho próximo, mas neste são mais notadas, revelando alterações no vigor ou biomassa.

Quantificar essas variáveis é possível através das medidas baseadas nos valores digitais dos sensores remotos (número digital – ND), na radiância ou na reflectância no topo da atmosfera ou na superfície. A combinação desses valores em diferentes regiões do espectro através de adições, subtrações, divisões e multiplicações, originam os chamados índices de vegetação, capazes de remeter ao estado ou quantidade de vegetação (CAMPBELL, 1996; VERSTRAETE & PINTY, 1996; LIANG, 2004).

Os primeiros índices de vegetação foram desenvolvidos usando os números digitais brutos do satélite, sem transformações para reflectância, correções atmosféricas e calibração de sensor (BANNARI *et al*., 1995). Person e Miller são os pioneiros na história dos índices de vegetação. Em 1972, esses pesquisadores desenvolveram os dois primeiros índices na forma de razão entre as bandas do visível e infravermelho-próximo, o “Ration Vegetation Index” e o “Vegetation Index Number” (BANNARI *et*

*al*., 1995).

O NDVI ("Normalized Difference Vegetation Index") é o índice de vegetação mais amplamente usado no processamento de dados de satélite (MYNENI et al., 1995). O NDVI explora as propriedades espectrais da vegetação de absorver nos comprimentos de onda do visível, utilizando a energia para a fotossíntese e refletir fortemente no infravermelho próximo. Esse índice pode ser um estimador da radiação usada dentro do processo da fotossíntese que ocorre nas folhas, assim como das variações sazonais e interanuais ligadas à planta (STÖCKLI e VIDALE, 2004; STÖCKLI, 2005).

Foi proposto por Rouse, em 1974, sendo sensível a presença de vegetação verde (BANNARI *et al*., 1995). Responde às mudanças na quantidade de biomassa verde, conteúdo de clorofila e estresse por água (LIANG, 2004), auxiliando na estimativa de colheita agrícola e precipitação em áreas semiáridas. Usado em numerosas aplicações regionais e globais para estudar o estado da vegetação, seu sucesso (apesar dos efeitos atmosféricos e degradação radiométrica nas bandas do vermelho e infravermelho próximo) reside na normalização, a qual reduz os efeitos de degradação da calibração do sensor (Bannari *et al*., 1995;).

Esse índice é expresso numa escala de –1 a +1, sendo que a vegetação verde e viva, possui valores de NDVI entre 0,2 a 0,8, enquanto neve, corpos de água, desertos e solo exposto, valores de -0,2 a 0,05 (MYNENI et al., 1997; STÖCKLI, 2005).

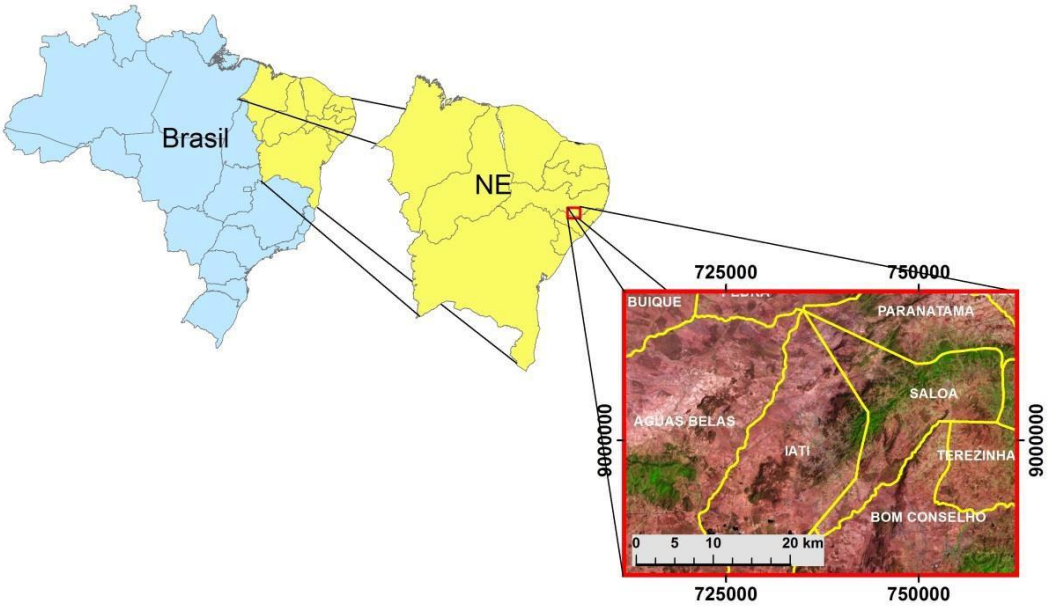
Com isso, Jensen (2009) elenca alguns aspectos que revelam a importância da aplicação do NDVI. Dentre eles destacam-se o monitoramento de mudanças sazonais e interanuais da atividade e desenvolvimento da vegetação e, na redução de ruídos, como sombra de nuvens, variações topográficas e diferença de iluminação solar. Em outra abordagem, Silva *et a.l* (2009) destacam a importância da aplicação do NDVI para grandes extensões territoriais, como é o caso do Brasil, pois desse modo podem-se realizar diagnósticos de áreas de difícil a cesso, possibilitando um monitoramento mais efetivo. Outro aspecto relevante que demonstra a importância do NDVI, diz respeito a sua correlação com parâmetros biofísicos da vegetação, como por exemplo, ter a possibilidade de estimar o índice de área foliar (IAF), a produtividade, e a porcentagem de cobertura verde (RAMME *et al*., 2010).

# 3. MATERIAL E MÉTODOS

## 3.1 Área de estudo

A área selecionada para a realização da pesquisa está compreendida em áreas dos municípios de Águas Belas, Iati e Saloá, fazendo parte do Agreste Meridional de Pernambuco (figura 3). Os municípios de Águas Belas e Iati fazem parte da unidade geomorfológica depressão Interplanáltica do Alto Ipanema, enquanto o município de Saloá está assentado na Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas (CORRÊA *et al.*, 2010).

**Figura 3:** Localização da área de estudo, municípios de Águas Belas, Iati e Saloá, Pernambuco.




**Fonte:** Linaldo Santos, 2013**.**

## 3.2 Dados demográficos

**Águas Belas -** A população do município de Águas Belas, segundo o senso de 2010 é de 40.235 habitantes. Todavia, a população estimada para o ano de 2013 foi de 42.008 habitantes. O território municipal conta com uma área de aproximadamente 885,986 km², e uma densidade demográfica de 45,41 hab/km².

Com relação à economia, o PIB municipal para o ano de 2011 foi de 198.530 mil reais. Desse total, 146.534 mil reais respondem ao setor dos serviços; 22.857 mil reais

correspondem ao setor da indústria; e 18.648 mil reais pertenceram ao setor da agropecuária.

Apenas 21.283 habitantes são alfabetizados, o que corresponde a algo em torno da metade da população do munícipio. Segundo o senso de 2010, Águas Belas possui um Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 0,526 (IBGE, 2014).

**Iati** – O território do município de Iati conta com uma área de 635, 136 km². Sua população, de acordo com o senso de 2010, é de 18.360 mil habitantes, contudo a população estimada para o ano de 2013 foi de 18.913 mil habitantes, apresentando uma densidade demográfica de 28,91 hab/km².

O PIB para o ano de 2011 registrou a soma de 84.979 mil reais. Desse total, 64.163 mil correspondem ao setor dos serviços; 8.915 mil reais responde ao setor da indústria; e 9.965 mil reais dizem respeito ao setor agropecuário.

Segundo o senso demográfico de 2010, o IDHM é de 0,528. A população alfabetizada de Iati é de 10.171 habitantes, representando um pouco mais do total de sua população (IBGE, 2014).

**Saloá** – O município de Saloá possui uma área de 252,080 km². De acordo com o senso demográfico de 2010, a população deste município é de 15.309 mil habitantes, entretanto a estimativa para o ano de 2013 é de a população chegaria a 15.702 mil habitantes. Saloá apresenta uma densidade demográfica de 60,73 hab/km².

Para o ano de 2011, o PIB de saloá foi de 77.352 mil reais, na qual se subdivide da seguinte forma, 56.536 mil reais correspondente ao setor dos serviços; 7.954 mil reais pertencentes ao setor da indústria; e 10.924 mil reais que respondem ao setor da agro pecuária.

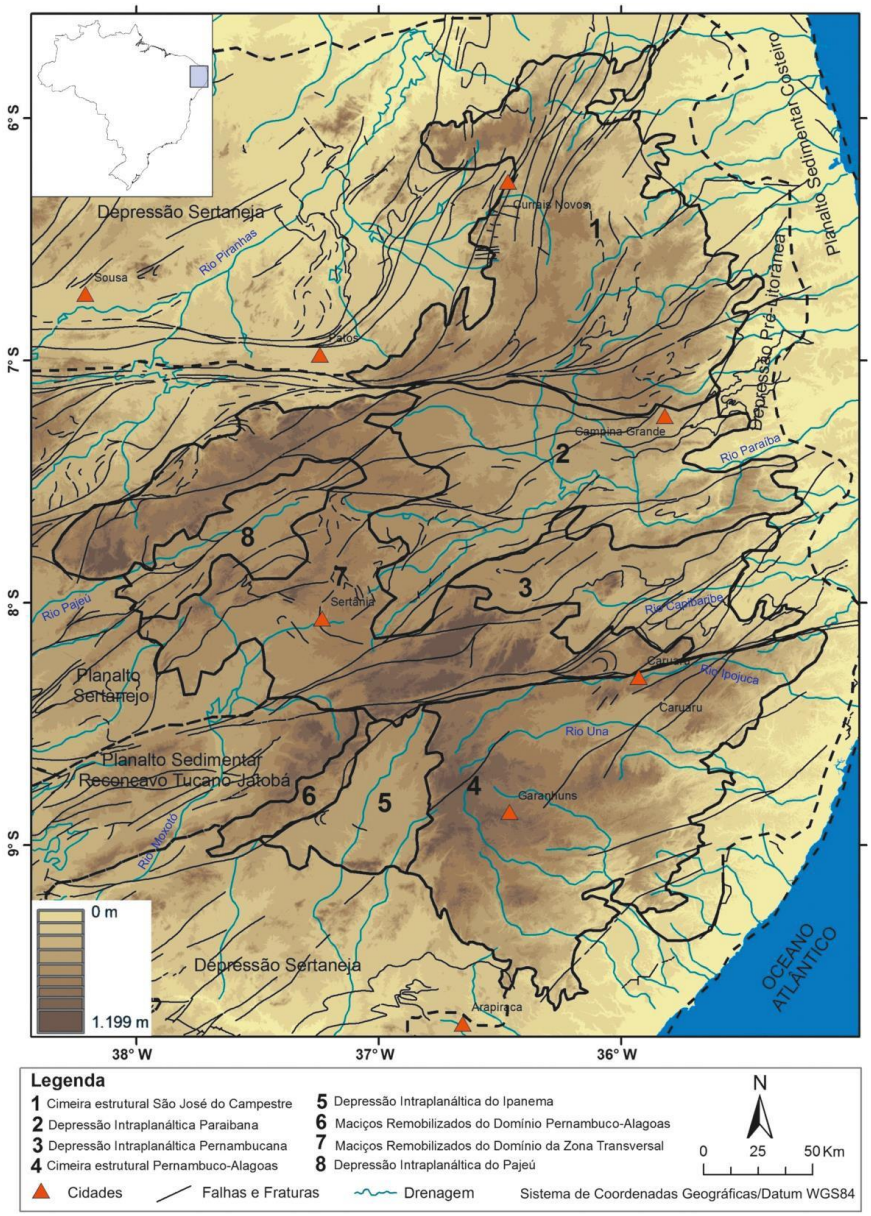
De acordo com o senso demográfico de 2010, o IDHM é de 0,559. A população alfabetizada de Saloá é de aproximadamente 9.213 habitantes (IBGE, 2014).

### 3.3 Unidades Geomorfológicas

Com relação à geomorfologia, a área de estudo está assentada sobre o Planalto da Borborema, contudo tal planalto segundo a classificação de Corrêa *et a.l*

(2010) apresenta uma série de compartimentações morfoestruturais. A área selecionada para a realização do presente estudo se distribui nos seguintes compartimentos morfoestruturais, Depressão Intraplanáltica do Ipanema e Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas, representadas pelos números "5" e "4", respectivamente, contidos no mapa de compartimentação geomorfológica do Planalto da Borborema (figura 4).

**Figura 4:** Compartimentação geomorfológica do Planalto da Borborema, destaque para as unidades 4 e 5 que compreendem os municípios de Águas Belas, Iati e Saloá, agreste meridional de Pernambuco, onde está inserida a área de estudo.




**Fonte:** Corrêa (2010).

- Depressão Intraplanáltica do Ipanema: Situa-se a oeste da Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas e a leste dos Maciços Remobilizados do

Domínio Pernambuco-Alagoas. Este compartimento se limita ao sul devido a uma ruptura no gradiente topográfico ao longo da cota de 400m com desnível de 100m em relação ao pediplano inferior localizado na depressão sertaneja alagoana. Caracteriza-se por ser uma área de pediplano ao sul do Lineamento Pernambuco, sendo uma característica marcante a forte dissecação epigênica ao longo da drenagem do rio Ipanema.

- Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas: este compartimento se apresenta com formas geomorfológicas mais homogêneas do que as encontradas nos setores vizinhos. Configura-se como uma das superfícies mais elevadas de todo o Planalto da Borborema, com cotas altiméticas em torno de 900-1.000 m. Nesta unidade geomorfológica predominam as cristas e os relevos residuais. Ao longo do eixo central dessa unidade, tendo como base a BR 423 que liga os municípios de São Caetano a Garanhuns, as feições que predominam são as cimeiras planas com espesso manto de Argissolos e Neossolos. Esta porção da Borborema está embasada sobre quartzitos que fazem parte do Complexo Belém do São Francisco (Mesoproterozóico).

## 3.4 Classes de solo da área de estudo

De acordo com Silva (2001) as classes de solos predominantes na área de estudo são as seguintes: Planossolos; Neossolos Regolíticos; Neossolos Litólicos; Latossolos e Argissolos. Através da tabela 1 é possível visualizar cada classe de solos ao longo das dez parcelas instaladas na área de estudo. É importante ressaltar que as classes de solos foram identificadas utilizando a base de dados do Zoneamento Agroecológico de Pernambuco (ZAPE), sendo possíveis variações pedológicas devido às diferenças de escalas do ZAPE e a utilizada para a instalação das parcelas no presente estudo.

**Tabela 1:** classes de solos nos pontos amostrais.

| Pontos | Classes de solos |
|---|---|
| 1 | Planossolo |
| 2 | NeossoloRegolítico |
| 3 | Planossolo |
| 4 | Planossolo |
| 5 | NeossoloRegolítico |
| 6 | Neossolo Litólico |

| | |
|---|---|
| 7 | Neossolo Litólico |
| 8 | Latossolo |
| 9 | Argissolo |
| 10 | Argissolo |

A seguir serão descritas as principais características de cada uma dessas classes de solos.

- **Planossolos** – São solos formados por material mineral com horizonte A ou E, seguidos por um horizonte B plânico, sendo esta transição de horizontes bastante abrupta, o que torna essa característica bastante marcante para esta classe de solos. Os Planossolos apresentam drenagem imperfeita, ddevido a esta deficiência na drenagem o horizonte B apresenta uma cor acinzentada. Em ambientes secos, os Planossolos se desenvolvem de forma bastante dura, com estruturas bastante sólidas. Estes solos se formam com profundidade variável, desde rasos a medianamente profundos, sendo perfis com profundidade média de 70 cm. Nos horizontes mais superficiais, apresentam quantidade regular de cascalho e calhaus de quartzo e nos horizontes Bt e C aparecem pequenos pontos amarelo-esbranquiçados de feldspatos em decomposição. Nesses solos, a sequência de horizontes mais comuns encontradas são: A, Bt, C; A, E, Bt, C e A, Btn, C (EMBRAPA, 2006).
- **Neossolos Regolíticos** – São solos formados com textura arenosa ou média com baixos teores de argila, cerca de 5 a 12%, sendo os teores de silte mais frequentes, em torno de 10 a 20%. Estas classes de solos se desenvolvem primordialmente em ambientes de relevo suave ondulado e, ou plano. São solos de boa drenagem, em que raramente apresentam fases de pedregosidade. Sua coloração predominante é clara ou acinzentada. Os Neossolos Regolíticos variam de pouco profundos a profundos, variando de 50 cm a 3 m, em alguns casos. A geologia desses solos está ligada ao Pré-Cambriano Indiviso, em maior parte granitos quartzosos, e em menor proporção quartzitos feldspáticos, que provem do Pré-Cambriano Superior. Em alguns casos, Neossolos regolíticos se confundem com Neossolos Quartzarênicos, porem o que os diferencia é fato de nas porções grosseiras (areia e/ou cascalho), Neosolos Regolíticos apresentarem teores acima de

4% de minerais primários facilmente intemperizáveis, como plagioclásios e biotita. As sequências de horizontes mais encontradas são: A, C, Cr, R; A, C, R e A, C, Cx, R (EMBRAPA, 2006).

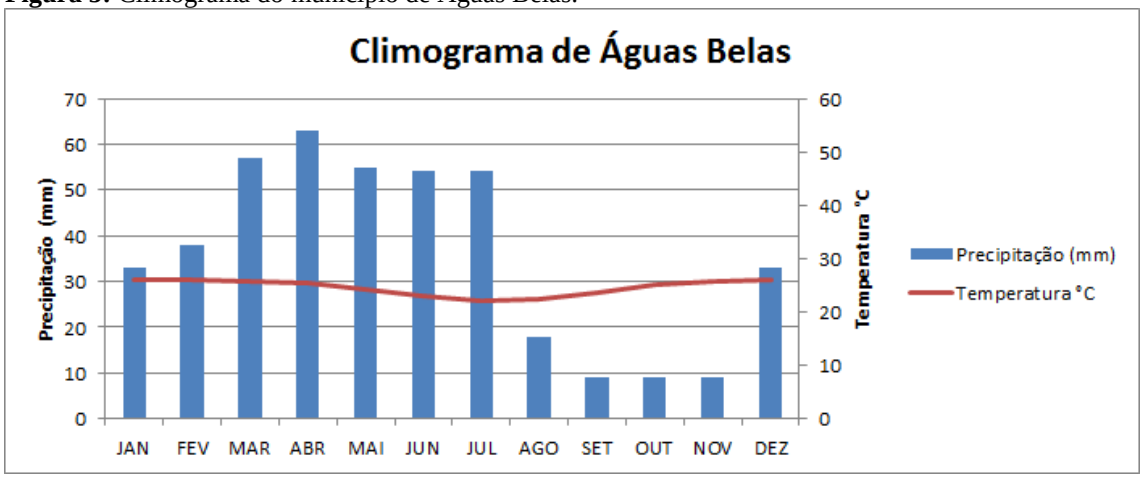
- **Neossolos Litólicos** - São solos pouco evoluídos, com ausência de horizonte B diagnóstico. Solos em via de formação, seja pela reduzida atuação de processos pedogenéticos ou por características inerentes ao material de origem. Apresentam exígua diferenciação de horizontes, com individualização do horizonte A seguido de C ou R. Predomínio de características herdadas do material originário. Segundo a Embrapa (2006) esta classe de solo apresenta horizonte A ou hístico, assentes diretamente sobre a rocha ou sobre um horizonte C ou Cr ou sobre material com 90% (por volume) ou mais de sua massa constituída por fragmentos de rocha com diâmetro maior que 2 mm (cascalhos, calhaus e matacões), que apresentam um contato lítico típico ou fragmentário dentro de 50cm da superfície do solo. Admite um horizonte B em início de formação, cuja espessura não satisfaz a qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Os Neossolos Litólicos são bastante comuns no semiárido nordestino, contundo é perceptível que não é a única classe comum ao semiárido nordestino, como costuma-se admitir pelo senso comum e na maioria dos livros didáticos no ensino básico usados na escolas em todo Brasil (EMBRAPA, 2006).
- **Latossolos –** São solos muito fortemente drenados, muito profundos. Apresenta sequência de horizontes A, Bw e C, que normalmente são pouco diferenciados. Os Latossolos são solos compostos por material mineral. Estes solos apresentam um estágio de intemperização bastante avançado, devido ao seu alto nível de evolução e transformação do material de origem. Esta classe de solo varia de fortemente drenado a bem drenado. De maneira genérica, há um incremento de argila à medida que se aumente a profundidade. São solos bastante ácidos, e que apresentam baixa saturação por bases distróficas ou alumínicos. Os Latossolos ocorrem nas regiões equatorial e tropicais, se fazendo presente também em regiões subtropicais, em dimensões menos expressivas. Desenvolvem-se em amplas superfícies de erosão, pedimentos ou terraços fluviais antigos (EMBRAPA, 2006).
- **Argissolos** – São solos formados por material mineral, ao longo do perfil

apresenta horizonte B textural imediatamente abaixo do horizonte A ou E. Os solos que fazem parte dessa classe apresentam significativa diferença entre o horizonte superficial A, e o de subsuperfície B textural (Bt). Estes solos apresentam profundidade que variam entre muito profundos a rasos, possuindo drenagem imperfeita. Em superfície, sua textura varia de arenosa a argilosa, já em subsuperfície varia de média a muito argilosa, sendo esta argila de baixa atividade. São solos formados a partir de diversos materiais de origem, em ambientes que variam de topografia plana a montanhosa. Esta classe de solos apresenta sequência de horizonte bastante diversificado. No horizonte Bt há grande variação de coloração, variando desde o amarelo até o vermelho-escuro (EMBRAPA, 2006).

### 3.5 Características Climáticas da Área

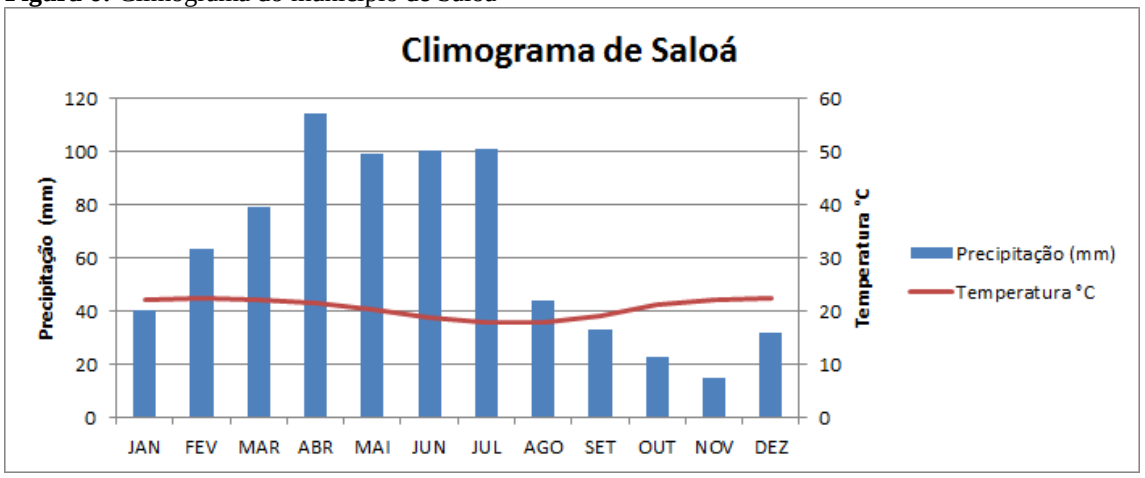
O clima do município de Águas Belas, segundo Köppen (1948) é BShw. Ele é caracterizado por temperatura média anual de 26ºC, com variação entre máxima e mínima de 5ºC. Os meses de dezembro e janeiro são os meses mais quentes, e julho é o mês mais frio. Em saloá ocorre clima do tipo Cs'a, Mata de Altitude, mesotérmico úmido, correspondendo à região com cotas em torno de 900m de altitude. Caracteriza-se por temperatura média anual de 20 graus, com mínimas durante agosto de 8ºC, e máxima de 30ºC nos meses de novembro e dezembro (KÖPPEN, 1948). Através dos climogramas dos munícipios de Águas Belas e Saloá (figuras 5 e 6 respectivamente) é possível ter uma noção de como se comporta os parâmetros de pluviosidade e de temperatura. Com relação ao município de Iati, as suas características climáticas são bastante semelhantes às de Águas Belas, não necessitando apresentar um climograma para o presente estudo.

**Figura 5:** Climograma do município de Águas Belas.




**Fonte:** UFCG, 2013.

**Figura 6:** Climograma do município de Saloá

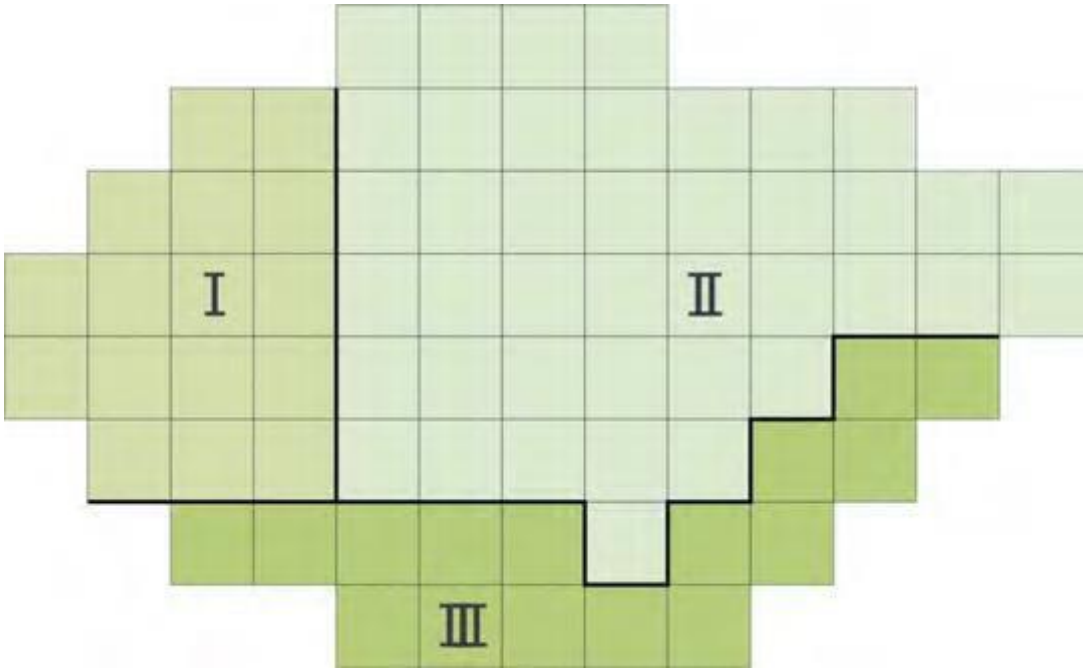



**Fonte:** UFCG, 2013.

## 3.6 Metodologia aplicada ao trabalho de campo

Para a realização desta fase da pesquisa, foram feitas visitas a campo no mês de julho de 2013. Para tanto, o procedimento metodológico aplicado segue as recomendações do Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012). Nesse sentido, a técnica de amostragem adotada na realização da presente pesquisa foi Aleatória Restrita ou Estratificada, que consiste em estratificar uma determinada área florestal (população) em subpopulações homogêneas (estratos), com base na interpretação de fotografias aéreas ou outros sensores e a partir daí proceder como anteriormente. É normalmente utilizada em extensas áreas florestais como na Amazônia, ou em reflorestamentos com base na idade dos plantios, por exemplo. O modelo de amostragem pode ser visualizado através da figura 7.

**Figura 7:** Modelo hipotético de amostragem, em que a área de estudo é subdividida em estratos.




**Fonte:** IBGE (2012)

Para uma melhor operacionalização dos procedimentos de campo, adotou-se uma técnica metodológica complementar, para adaptar aos objetivos e condições que a pesquisa apresentou. Tal técnica é Avaliação Ecológica Rápida (ERA) (SOBREVILLA & BATH, 1992). A utilização desta metodologia teve a função de coletar os dados qualitativos de forma rápida, embora exigindo uma analise prévia da área de estudo. O método AER se baseia em uma compreensão prévia da área da pesquisa, com base em bancos de dados, fotografias aéreas, imagens de sensoriamento remoto, mapas, para que se possa definir qual será o procedimento adotado em campo. São coletadas espécies para identificação e deposição em herbário, e características físicas da área são anotadas. Todo o processo é conduzido por formulários, previamente elaborados, facilitando a compreensão dos dados obtidos. Após esse momento, todos os dados extraídos em campo recebem tratamento, a fim de fornecer ferramentas para uma análise das informações espaciais. Estas, através da AER podem gerar, de maneira sucinta, a descrição da vegetação, realizando o georreferenciamento de manchas de vegetação, a análise do estado de conservação da área de estudo, como também da lista das espécies coletadas. Este método, considerado flexível, apresenta rapidez, facilidade de aplicação e de análise de dados, possibilitando o trabalho com uma equipe reduzida de pesquisadores.

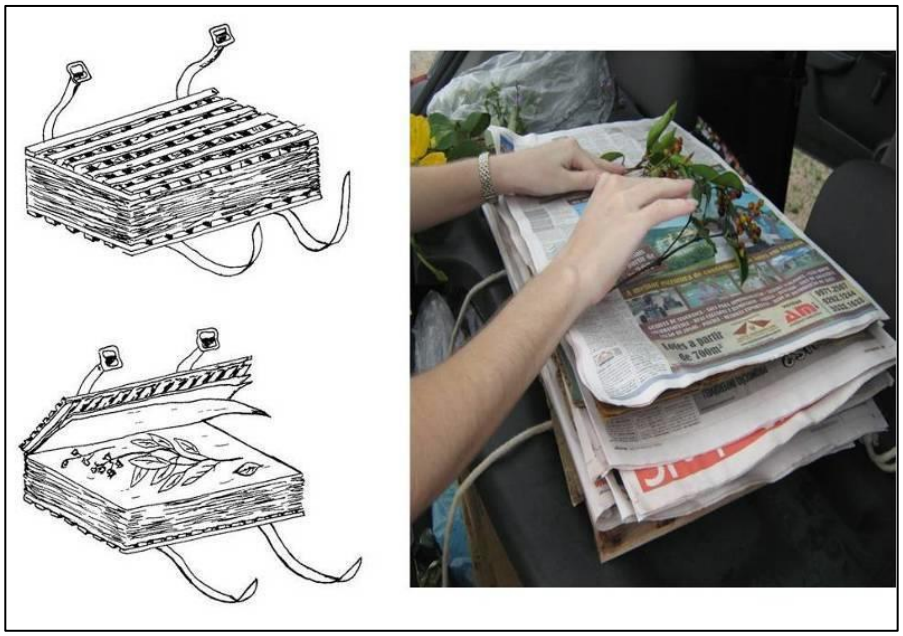
Aliando as duas técnicas metodológicas descritas no recorte espacial selecionado para a realização da pesquisa foram instaladas dez parcelas com tamanho de 30 m x 30 m. Estas parcelas foram alocadas ao passo que havia mudanças significativas na composição da vegetação, como também no gradiente topográfico. Ressalta-se também que, procurou-se instalar as parcelas nos locais onde apresentava sua vegetação minimamente preservada. Deste modo, obedecendo a estes requisitos, não houve equidistância entre as parcelas, importando para a pesquisa as nuances encontradas ao longo do perfil de paisagem.

As parcelas foram distribuídas com a finalidade de realizar coletas botânicas, feitas de modo a contemplar as espécies dominantes em cada ambiente selecionado. Após as coletas, os espécimes foram levados para herbário a fim de identificá-los e depositá-los, com o objetivo de validar a hipótese da variação da estrutura da vegetação ao longo do perfil topográfico, como também da ocorrência da mancha de cerrado no topo deste perfil. Além disso, foi feito registro fotográfico para distinção de fisionomias vegetais, e georreferenciamento dos locais de coleta com uso de receptor GPS.

### 3.7 Processo de prensagem e identificação de espécies

O acondicionamento dos espécimes coletados se deu por meio da prensa de madeira trançada (figura 8). A pressão gerada por ela evita o enrugamento do material devido à desidratação, sua forma trançada facilita a desidratação, facilitando a perda de água do material vegetal. Para ajudar na retirada de umidade das plantas devem ser utilizadas camadas de papelão e folhas de jornal. O material da prensa deve ser resistente, com dimensões de 45 cm x 30 cm, madeiras de 3 cm de largura, e quadriculas espaçadas de 2 em 2 cm (IBGE, 1992).

**Figura 8:** Ilustração da prensa para material botânico aberta e fechada (esquerda). Fotografia do processo de prensagem das amostras em campo (direita).



**Fonte:** IBGE, 1992; Foto: Linaldo Santos, 2013.

Após prensagem em campo, o material foi levado para o Herbário Dárdano de Andrade Lima, que faz parte do Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco (IPA). As amostras foram submetidas a choques térmicos, intercalando períodos de uma semana na estufa e uma semana no freezer, com o objetivo de acelerar o processo de desidratação das espécies, como também reduzir os riscos delas serem contaminadas por pragas.

A partir deste momento as espécies foram devidamente identificadas por especialistas do referido herbário. Contudo, alguns exemplares não tiveram condições de identificação ao nível de espécie, sendo identificados somente a sua família e o seu gênero, devido não apresentarem flores ou frutos no momento da coleta.

### 3.8 Materiais utilizados

Em uma nova etapa de campo foram utilizados alguns equipamentos, como receptor GPS (modelo *Garmin ETrex Vista HCx*, que inclui bússola e altímetro barométrico), câmera fotográfica digital (modelo *Kodak Easy Share* com 10.3 megapixels), trena 5 m, cordão vermelho para isolamento das parcelas, tesoura de poda, prensa (jornal e papelão), pá pequena, paquímetro, fita métrica, canivete,

facão, sacho, picareta chibanca, carta de Munsell, prancheta, canetas e pulverizador de jardim (figura 9).

**Figura 9:** Set de equipamentos utilizados em campo. 1 sacho; 2 picareta; 3 pá pequena; 4 paquímetro; 5 tesoura de poda; 6 cordão vermelho para isolamento das parcelas; 7 pulverizador de jardim; 8 carta de Munsell; 9 câmera fotográfica digital; 10 prancheta; 11 GPS; 12 canetas; 13 cadernos de anotações; 14 trena de 5m; 15 prensa; 16 facão.

**Foto:** Linaldo Santos, 2013.

### 3.9 Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) e suas técnicas

O NDVI é simples, fácil de ser implementado e pode ser efetivo na predição de propriedades da superfície quando a copa da vegetação não é muito densa ou muito esparsa, pois, se a copa for muito esparsa, o sinal do solo (ou outra feição) interferirá no NDVI e, por outro lado, se a copa for muito densa, a reflectância no vermelho não altera muito, mas, no infravermelho próximo, continua a aumentar, saturando o NDVI (LIANG, 2004). Torna-se assim, insensível, ou saturado, para valores de IAF (Índice de Área Foliar) de 3 a 4, que está abaixo da média global das florestas tropicais (média de 4,7) (ASNER *et al*., 2004).

Uma outra desvantagem no uso do NDVI é a particularidade de cada tipo de vegetação, ou seja, sujeitas às condições edafo-climáticas da região ocupada, cada tipo de vegetação apresenta diferentes amplitudes de variação, o que dificulta a comparação dos valores do índice para regiões fitoecológicas distintas.

O NDVI é obtido através da equação:

$$NDVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R)}$$

Em que: NIR e R são fatores de reflectância bidirecional espectrais (razão da radiância do alvo na superfície pela radiância de uma superfície conservativa, lambertiana) nos comprimentos de onda do visível (vermelho) e infravermelho próximo, respectivamente (MYNENI *et al*., 1995). São as reflectâncias da superfície no infravermelho próximo (0,8µm a 1,1µm) e no visível (vermelho – 0,6µm a 0,7µm) (ASRAR *et al*., 1984).

Para a obtenção do NDVI no recorte espacial analisado, foi utilizada a imagem do sensor TM (Thematic Mapper), que se encontra a bordo do satelite Landsat 5, as quais foi adquiridas junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. A imagem utilizada para a realização da pesquista foram obtidas em 10/12/2013.

A imagem foi empilhada e ortorretificada, a correção geométrica (ortorretificação) foi feita de imagem-imagem. Esse procedimento de correção é quando se toma como referência uma imagem que a sua geometria já esteja corrigida para corrigir outra imagem. Essa etapa é de fundamental importância, uma vez que as imagens obtidas apresentam distorções em relação ao terreno. O processamento das imagens foi realizado utilizando o programa ERDAS Imagine versão 9.3 licenciados no Laboratório de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto – SERGEO do Departamento de Ciências Geográficas da UFPE, com a ferramenta *Model Maker*.

### 3.10 Procedimentos Realizados na Construção do Perfil de Paisagem

O perfil do relevo foi traçado utilizando o software Google Earth, através das ferramentas contidas no menu Perfil de Elevação. Após este passo, o perfil de relevo foi removido e transportado para o software PowerPoint do Pacote Office do Windows, neste ambiente foi possível agregar as outras informações, como também inserir as fotografias da área. O índice de aridez foi definido usando seguinte equação, P/ETP (Precipitação/Evapotranspiração Potencial), em que a ETP foi estimada utilizando o sottware BHnorm 4.0. Os dados foram obtidos do banco de dados do Departamento de Ciências Atmosféricas (DCA) da Universidade Federal de Campina Grande.

# 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 4.1 Analise Florística

No levantamento de espécies ao longo do perfil topográfico, foram registradas 24 famílias, 40 gêneros e 38 espécies botânicas. O número de gêneros foi superior ao de espécies devido a alguns exemplares coletados não apresentarem condições de identificação ao nível de espécie, pois estes não possuíam estruturas reprodutivas. A família com maior riqueza de espécie foi a Euphorbiaceae, com 5 espécies. As famílias que apresentaram maior riqueza foram Euphorbiaceae e Solanaceae, apresentando 4 gêneros cada uma delas, seguidas de Malpighiaceae, Leguminosae Mimosoidae, Leg. Caes e Myrtaceae que apresentaram 3 gêneros cada.

*Poincianella pyramidalis* foi a espécie com maior ocorrência no recorte espacial selecionado para a realização da pesquisa. Das 10 parcelas instaladas esta espécie foi coletada nas primeiras 5. Em todos esses ambientes onde *P. pyramidalis* foi encontrada há o predomínio do desenvolvimento da caatinga, onde é elemento típico e de ampla distribuição (MIRANDA & GIMENES, 2013).

Nesse sentido, a primeira parcela analisada se localiza no município de Águas Belas, em ambiente onde se desenvolve uma Caatinga arbórea, que se desenvolve em condições mais úmidas. Para este ponto, foram coletadas as espécies que mais se destacavam, sendo identificadas 6 espécies, 6 gêneros, e 6 famílias, como é possível visualizar através da tabela 2. Desse total, um indivíduo só foi possível ser identificado até o nível de gênero, pois não apresentava material reprodutivo, tendo sua identificação como do gênero *Phyllanthus* sp.

Para a segunda parcela, foram registradas 5 espécies, 5 gêneros e 5 famílias (tabela 2). A fisionomia predominante nesse local é de uma caatinga arbustiva, porem bastante densa. Este ponto se localiza no município de Águas Belas.

No terceiro ponto amostral, também localizado no município de Águas Belas, foram identificados 4 espécies, 3 gêneros e 3 famílias (tabela 2). Tendo o gênero *Croton* se repetido, com as espécies *Croton cordifolius*, pertencentes à família Euphorbiaceae. A fisionomia predominante neste ponto é de uma Caatinga mais seca e esparsada.

A quarta parcela, ainda no município de Águas Belas, apresenta uma fisionomia de Caatinga arbórea bastante homogênea, contudo dividindo espaço com elementos arbustivos.

Floristicamente foram registradas 2 espécies, 2 gêneros e 2 famílias (tabela 2), sendo uma delas *Poincianella pyramidalis* (Catingueira),a espécie com a maior distribuição na área des estudo, estando presente em cinco parcelas.

A quinta parcela foi instalada no município de Iati, e mantem as características fisiogtáficas das parcelas anteriores, onde se desenvolve uma Caatinga típica de ambientes secos. Neste ponto foram identificadas 2 espécies, 2 gêneros e 2 famílias (tabela 2), em que mais uma vez *Poincianella pyramidalis* (Catingueira) está presente.

Já no município de Saloá, foi instalada a sexta parcela, neste ambiente se desenvolve uma vegetação arbórea de mata serrana com alguns elementos de Cerrado, cuja as condições de umidade são bem diferenciados daqueles onde se desenvolve a caatinga típica. Foram registrado para este local 5 espécies, 5 gêneros e 5 famílias (tabela 2), no entanto para o gênero *Cestrum* não houve condições para a identificação ao nível de espécie.

Localizada no município de Saloá, a sétima parcela apresenta características fisionômicas de ambiente de mata seerrana, com elementos de mata atlântica, mata de altitude, mata de galeria e cerrado. Foram identificadas 5 espécies, 4 gêneros e 4 famílias (tabela 2), porém os gêneros *Phoradendron* sp, pertencente à família Viscaceae e, *Pilocarpus* sp, família Rutaceae, não foram identificados ao nível de espécie, devido a ausência de material reprodutivo na época da coleta botânica.

A oitava parcela também localizada no município de Saloá, apresenta uma das maiores altitudes da área de estudo, por volta de 997 metros, algo que influencia de maneira marcante na cobertura vegetal. A fisionomia da vegetação nesse ponto é de uma conjunção de arbóreo com arbustivo, estando presentes elementos de mata de altitude e cerrado. Foram identificadas nesse ponto 5 espécies, 5 gêneros e 5 famílias (tabela 2).

As duas últimas parcelas foram instaladas no topo do brejo de Saloá, e apresentam as mesmas condições fisionômicas, se expressando primordialmente como um cerrado *stricto senso.* Na nona parcela foram registradas 7 espécies, 7 gêneros e 6 famílias (tabela 2), desse total , o gênero *Marlierea* sp (Myrtaceae) não apresentou condições para identificação ao nível de espécie. Para a décima parcela foram registradas 8 espécies, 8 gêneros e 7 famílias (tabela 1), contudo, o gênero *Eugenia* sp (Myrtaceae) não apresentou condições para identificação ao nível de espécie.

**Tabela 2:** Lista das espécies que se deu através de coletadas em dez parcelas inseridas área de estudo, munícios de Águas Belas, Iati e Saloá, Agreste Meridional de Pernambuco.

| PARCELA | FAMÍLIA | ESPÉCIE | NOME POPUPULAR | FITOFISIONOMIA |
|---|---|---|---|---|
| 01 | Rhamnaceae | *Ziziphus joazeiro* | Juazeiro | Caatinga |
| 01 | Leguminosae Mimosoidae | *Anadenanthera colubrine* | Angico Branco | Caatinga |
| 01 | Leg. Caes. | *Poincianella pyramidalis* | Pau de Rato | Caatinga |
| 01 | Leg. Caes. | *Poincianella pyramidalis* | Pau de Rato | Caatinga |
| 01 | Euphorbiaceae | *Phyllanthus* sp | | Caatinga (stricto sensu), Campinarana, cerrado (Campo de Altitude), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Várzea |
| 01 | Malpighiaceae | *Ptilochaeta bahiensis* | | Caatinga/Cerrado |
| 01 | Rubiaceae | *Randia armata* | Limão do Mato | Floresta Semidecídua |
| 02 | Oxalidaceae | *Oxalis psoraleoides* | Velame Vultoso | Caatinga |
| 02 | Oxalidaceae | *Oxalis psoraleoides* | Velame Vultoso | Caatinga |
| 02 | Leg. Pap. | *Indigofera Suffruticosa* | Anileira | Caatinga |
| 02 | Leg. Caes. | *Poincianella pyramidalis* | Pau de Rato | Caatinga |
| 02 | Leg. Caes. | *Poincianella pyramidalis* | Pau de Rato | Caatinga |
| 02 | Lamiaceae | *Lippia aristata* | Alecrim | Caatinga |
| 02 | Verbenaceae | *Lantana canescens* | Casadinha Branca | Caatinga/Cerrado |
| 03 | Leg. Mim. | *Piptadenia stipulacea* | Jurema-Branca | Caatinga |
| 03 | Leg. Caes. | *Poincianella pyramidalis* | Pau de Rato | Caatinga |
| 03 | Euphorbiaceae | *Croton cordifolius* | | Cerrado |
| 03 | Euphorbiaceae | *Croton heliotropiifolius* | Velame | Caatinga |
| 04 | Leg. Caes. | *Poincianella pyramidalis* | Pau de Rato | Caatinga |
| 04 | Euphorbiaceae | *Jatropha molíssima* | Pinhão | Caatinga |
| 05 | Leg. Caes. | *Poincianella pyramidalis* | Pau de Rato | Caatinga |
| 05 | Apocynaceae | *Aspidosperma pyrifolium* | Pereiro | Caatinga |
| 06 | Sterculiaceae | *Melochia tomentosa* | Capa-Bode | Caatinga |
| 06 | Leguminosae | *Chloroleucon dumosum* | Pau-Rosea | Caatinga |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Mimosoidae | | | |
| 06 | Anacardiaceae | *Myracrodruon urundeuva* | Aroeira | Caatinga/Mata Seca |
| 06 | Euphorbiaceae | *Croton heliotropiifolius* | Velame | Caatinga |
| 06 | Solanaceae | *Cestrum* sp | | caatinga, cerrado (Campo de Altitude), Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista, Restinga |
| 07 | Solanaceae | *Solanum stipulaceum* | Fumo Bravo, Jurubeba | Mata Seca |
| 07 | Viscaceae | *Phoradendron pteroneuron* | | Cerrado/Mata de Galeria/Brejo de Altitude |
| 07 | Sapindaceae | *Cupania impressinervia* | Caboatã-de-Rego | Mata Atlântica |
| 07 | Rutaceae | *Pilocarpus* sp | | Caatinga (stricto sensu), Carrasco, cerrado, Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista, Restinga |
| 07 | Viscaceae | *Phoradendron* sp | | Área Antrópica, Cerrado (*lato sensu*), Restinga |
| 08 | Asteraceae | *Conocliniopsis Prasiifolia* | Mentrasto-Roxo | Caatinga/Mata de Altitude |
| 08 | Combretaceae | *Buchenavia Capitata* | Imbiridiba | Cerrado/Caatinga |
| 08 | Combretaceae | *Buchenavia Capitata* | Imbiridiba | Cerrado/Caatinga |
| 08 | Solanaceae | *Solanum Paniculatum* | Jurubeba | Cerrado |
| 08 | Leg. Caes. | *Senna rizzinii* | Canjuãozinho | Cerrado/Caatinga |
| 08 | Euphorbiaceae | *Croton adamantinus* | Carrasco | Caatinga |
| 09 | Asteraceae | *Acritopappus* | | Caatinga |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | *buiquensis* | | |
| 09 | Rubiaceae | *Tocoyena Formosa* | Jenipapo Bravo | Cerrado |
| 09 | Turneraceae | *Piriqueta guianensis* | Malva | Caatinga/Restinga |
| 09 | Ericaceae | *Leucothoe revolute* | | Restinga |
| 09 | Myrtaceae | *Marlierea* sp | | Caatinga (stricto sensu), Campinarana, Campo de Altitude, Campo Rupestre, Cerrado (lato sensu), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta de Várzea, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Manguezal, Restinga |
| 09 | Lauraceae | *Ocotea gardneri* | Louro Seda | Restinga/Mata Atlântica |
| 09 | Myrtaceae | *Myrcia sylvatica* | Murtinha | Cerrado, Floresta Amazônica, Mata Atlântica, Restinga |
| 10 | Asteraceae | *Acritopappus buiquensis* | | Caatinga |
| 10 | Asteraceae | *Acritopappus buiquensis* | | Caatinga |
| 10 | Malpighiaceae | *Stigmaphyllon Paralias* | Malina | Cerrado |
| 10 | Melastomataceae | *Tibouchina Multiflora* | | Cerrado |
| 10 | Myrtaceae | *Eugenia* sp | | Área Antrópica, Caatinga (stricto sensu), Campo de Altitude, Campo Limpo, Campo Rupestre, Cerrado (lato sensu), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta de |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | Várzea, Floresta Estacional Perenifólia, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Mista, Restinga |
| 10 | Verbenaceae | *Lantana camara* | Chumbinho | Cerrado |
| 10 | Euphorbiaceae | *Microstachys hispida* | | Cerrado/Caatinga |
| 10 | Lauraceae | *Ocotea sylvatica* | | Cerrado |
| 10 | Malpighiaceae | *Byrsonima gardneriana* | Murici Pitanga | Cerrado/Carrasco/Caatinga |

A seguir será realizada uma descrição das espécies coletadas, com suas principais características, como distribuição geográfica, família e gêneros a que cada uma delas pertencem.

***Anadenanthera colubrina* var. cebil (Griseb.) Altschul** – Espécie que faz parte da família *Leguminosae Mimosoidae*. Típica da caatinga, sendo uma das espécies de mais ampla distribuição geográfica, ultrapassando inclusive os limites do referido bioma, sendo encontrada nas matas secas do Brasil desde o Maranhão até São Paulo, por vezes sendo encontrada nas matas secas do Paraguai, Bolívia e Argentina (BARBOSA, 2003). Tal espécime foi identifica do Herbário Dárdano de Andrade Lima, contudo, não foi incorporada à sua coleção, pois o exemplar não apresentava material reprodutivo.

***Ziziphus joazeiro* Mart.** – Espécie endêmica da caatinga, segundo Giulietti *et al.* (2002). Pertencente à família da *Rhamnaceae*, apresenta-se como elemento de formação florestal, com vegetação arbórea decídua, espinhosa, ocorrendo em toda a extensão da caatinga (PRADO, 2003). Este exemplar foi coletado e posteriormente identificado do Herbário Dárdano de Andrade Lima, contudo, não foi incorporada à sua coleção pois o exemplar não apresentava material reprodutivo.

***Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P.Queiroz** – esta espécie faz parte da família *Leg. Caes*. Em pesquisa realizada no município de Banzaê, semiárido baiano, onde a vegetação é predominantemente de caatinga arbóreo-arbustiva (Miranda & Gimenes 2013). Ainda de acordo com esses autores, *P. pyramidalis* é distribuída no Nordeste do Brasil, com exceção do Rio grande do Norte e Maranhão, e também com alguns registros no estado do Amazonas. Tal espécime foi identifico no Herbário Dárdano de Andrade Lima do IPA (Instituto de Pesquisas Agronômicas-PE), e incorporada à sua coleção, sob número de tombo 88517 (figura 10).

**Figura 10:** *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P.Queiroz

**Foto:** Linaldo Santos, 2013.

***Phyllanthus*** - No processo de coleta, para a realização do presente estudo, alguns exemplares da flora não ofereceram condições de serem identificados ao nível de espécie, como foi o caso deste exemplar do gênero *Phyllanthus*. Este gênero apresenta a seguinte distribuição geográfica, no Norte (Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins); Nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Sergipe); Centro-oeste (Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso); Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo); Sul (Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina). Apresenta-se nos seguintes tipos de vegetação: Caatinga (*stricto sensu*), Campinarana, Campo de Altitude,

Floresta Ciliar ou Galeria e Floresta de Várzea (LISTA DE ESPÉCIES DA FLORA DO BRASIL).

***Ptilochaeta bahiensis* Turcz** – Trata-se de uma espécie da família Malpighiaceae, sendo um elemento abundante da flora da caatinga, fazendo parte da riqueza de espécies da região de Xingó, que compreende os estados de Alagoas, Bahia e Sergipe, sendo também frequentes em outros estados do Nordeste do Brasil (SILVA *et al*., 2003). Contudo, essa espécie também figura como elemento da flora do cerrado, o que indica um inventário da flora de Minas Gerais, ocorrendo em áreas de mata seca (OLIVEIRA FILHO *et al.*, 2008). Este exemplar foi coletado e posteriormente identificado no Herbário Dárdano de Andrade Lima, contudo não foi incorporada à sua coleção, pois o exemplar não apresentava material reprodutivo.

***Randia armata* (Sw.) DC.** – Esta espécie encontra-se sob a formação vegetal de floresta semidecídua, e faz parte da família Rubiaceae. De acordo com Almeida-Scabbia *et al.* (2011), *R. armata* era encontrada em quase todo território nacional, apresentando ampla distribuição geográfica. Contudo, apesar serem encontrados elementos desde o Ceará até o Rio Grande do Sul, esta espécie encontra-se ameaçada de extinção, fato que merece ser lamentado, pois ela desempenha importante papel ambiental, servindo como corredor ecológico (PAULUS, 2005). A espécime utilizada na presente pesquisa foi coletada e posteriormente identificada e depositada no Herbário Dárdano de Andrade Lima, sob o número de tombo 88523 (figura 11).

**Figura 11:** *Randia armata* (Sw.) DC.

**Foto:** Linaldo Santos, 2013.

***Oxalis psoraleoides*** **Lourteig** – Esta espécie faz parte da família Oxalidaceae, sua forma de vida é arbustiva variando em altura de 60 cm a 2 m. Apresenta ampla distribuição no semiárido nordestino, sendo importante elemento da flora da caatinga. No estado de Pernambuco encontra-se em municípios como Águas Belas, Cupira, Garanhuns, Ibimirim, Lajedo, Ouricuri, Petrolina, Tacaratu, São José do Belmonte, dentre outros. Contudo, também ocorre em áreas de mata seca, em locais de elevada altitude (ABREU, 2007). O exemplar foi coletado e posteriormente identificado e depositado no Herbário Dárdano de Andrade Lima, sob o número de tombo 88495 (figura 12).

**Figura 12:** *Oxalis psoraleoides* Lourteig

**Foto:** Linaldo Santos, 2013.

***Indigofera suffruticosa* Mill.** – Espécie da família Leg. Pap., cujo exemplar coletado foi identificado e incorporado ao acervo do Herbário Dárdano de Andrade Lima, sob o número de tombo 88513 (figura 13). Em livro intitulado Diagnóstico da Vegetação Nativa do Bioma Caatinga, *I. suffruticosa* é amplamente encontrada na caatinga baiana (GIULIETTI *et al.*, 2004).

**Figura 13:** *Indigofera suffruticosa* Mill.

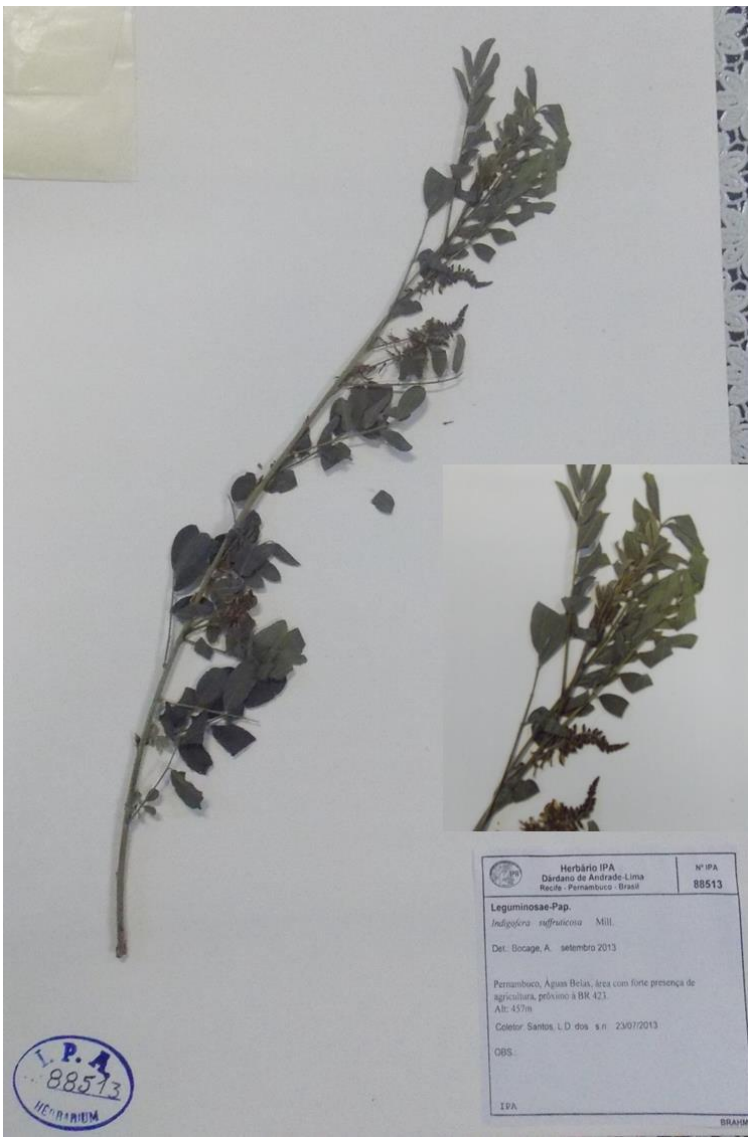



**Foto:** Linaldo Santos, 2013.

***Lippia aristata* Schum.** – Esta espécie pertence a família Lamiaceae, é encontrada em áreas de vegetação caatinga na região de Diamantina-MG (SOUSA *et al.*, 2011). A espécime coletada foi identificada e depositada no Herbário Dárdano de Andrade Lima, sob o número de tombo 88522 (figura 14).

**Figura 14:** *Lippia aristata* Schum

**Foto:** Linaldo Santos, 2013.

***Lantana canescens* K.** – Trata-se de um subarbusto pertencente à família Verbenaceae. No Brasil sua distribuição se dá desde o Pará até Minas Gerais, e ocorre em áreas de solos arenosos ou litólicos, ocupando áreas de vegetação caatinga, também sendo encontrada em florestas e lajedos úmidos (SANTOS *et al.*, 2009). O exemplar coletado foi incorporado à coleção do Herbário Dárdano de Andrade Lima com o número de tombo 88530 (figura 15).

**Figura 15:** *Lantana canescens* K.

**Foto:** Linaldo Santos, 2013.

***Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke** - Trata-se de uma espécie da família Leg. Mim., típica da caatinga com ampla distribuição nessa região (GIULIETTI *et al*, 2004; SILVA *et al.*, 2003). O espécime coletada foi identificada e tombada no Herbário Dárdano de Andrade Lima com número de tombo 885011 (figura 16).

**Figura 16*:*** Piptadenia stipulacea *(Benth.) Ducke*

**Foto:** Linaldo Santos, 2013.

***Croton cordifolius* Baill.** – Em pesquisa realizada sobre a vegetação do oeste da Bahia, esta espécie é encontrada em área de cerrado (SANTANA *et al.*, 2010). Tal espécie pertence à família Euphorbiaceae. O exemplar coletado para esta pesquisa foi identificado e depositado no Herbário Dárdano de Andrade Lima com número de tombo 88528 (figura 17).

**Figura 17:** *Croton cordifolius Baill.*

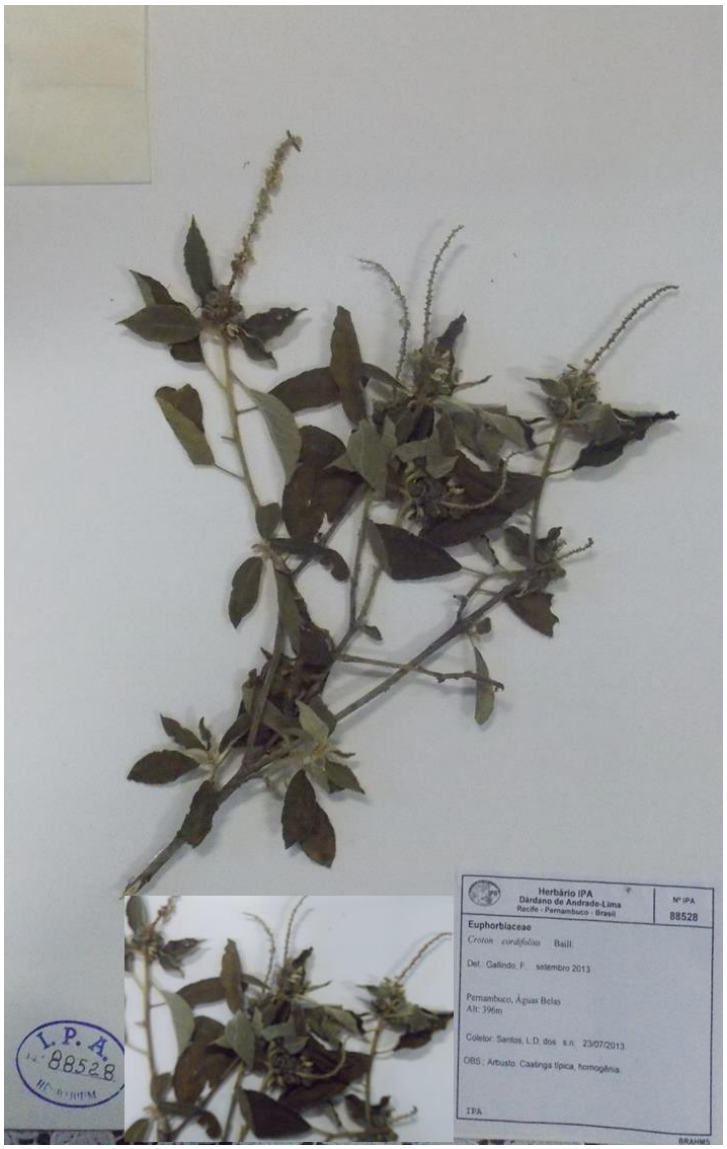



**Foto:** Linaldo Santos, 2013.

***Croton heliotropiifolius*** **Kunth** – esta espécie faz parte da flora da caatinga, no livro intitulado Diagnóstico da Vegetação Nativa do Bioma Caatinga, ela aparece na listagem de espécies forrageiras nativas da bacia do Parnaíba (GIULIETTI *et al.*, 2004). Faz parte da família Euphorbiaceae. O exemplar coletado foi identificado e depositado no Herbário Dárdano de Andrade Lima, sob o número de tombo 88529 (figura 18).

**Figura 18:** *Croton heliotropiifolius* Kunth

**Foto:** Linaldo Santos, 2013.

***Jatropha molíssima* (Pohl) Baill.** – Esta espécie pertence à família Euphorbiaceae, sua forma de vida varia de subarbusto a arbusto, e sua altura vai de 80 cm a 3 m. Nativa das caatingas, onde é amplamente distribuída, é também encontrada em outras áreas secas do Brasil, como o norte de Minas Gerais (SÁTIRO *et al.*, 2008). O exemplar coletado foi identificado e incorporado à coleção do Herbário Dárdano de Andrade Lima, sob o número de tombo 88527 (figura 19).

***Figura 19:*** Jatropha molíssima (Pohl) Baill

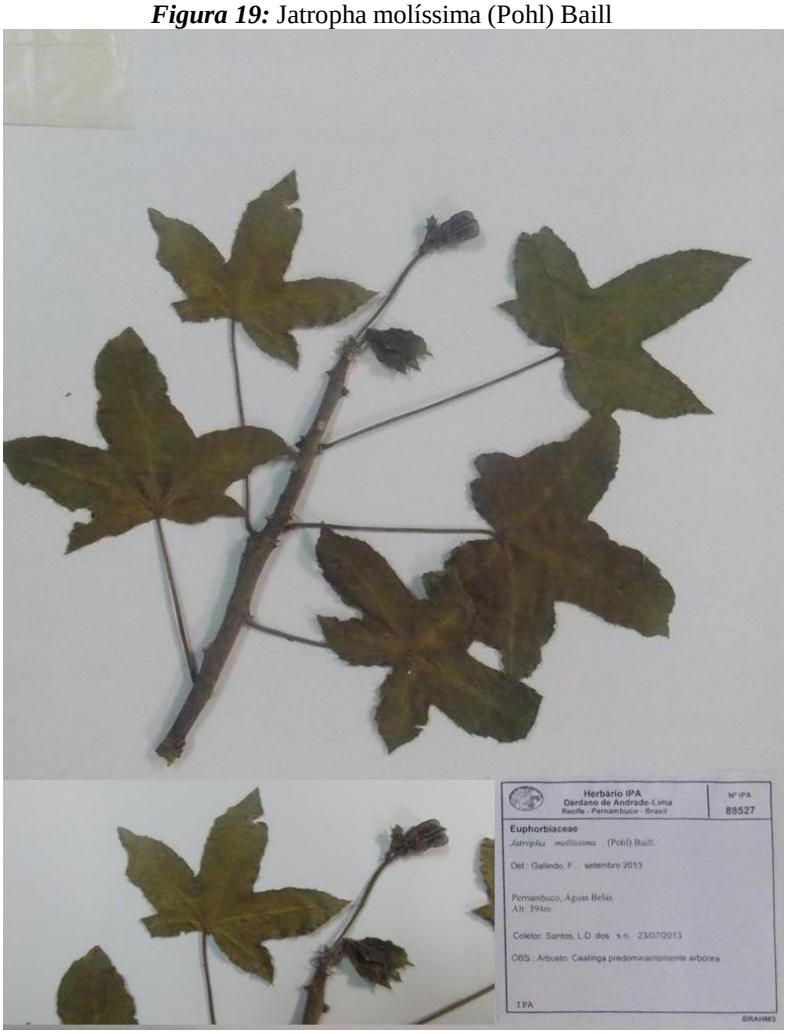



**Foto:** Linaldo Santos, 2013.

***Aspidosperma pyrifolium*** **(Gardn.) Cogn.** – Esta espécie faz parte da família Apocynaceae. Sua forma de vida é arbórea, variando de 4 a 8 metros de altura. Esta espécie encontra-se amplamente distribuída em toda caatinga, de forma solitária ou em grupo, e desenvolve-se em solos pobres e pedregosos (CASTRO & CAVALCANTE, 2011; PRADO, 2003). Tal exemplar foi coletado e posteriormente identificado no Herbário Dárdano de Andrade Lima, contudo, não foi incorporada à sua coleção, pois o exemplar não apresentava material reprodutivo.

***Melochia tomentosa*** **L.** – Trata-se de uma espécie da família Sterculiaceae. Pertence à flora do bioma caatinga, sendo amplamente distribuída no semiárido nordestino (MACHADO *et al.*, 2003; AGUIAR *et al.*, 2003). O exemplar coletado para a presente

pesquisa foi identificado e incorporado à coleção do Herbário Dárdano de Andrade Lima, sob o número de tombo 88508 (figura 20).

**Figura 20***: Melochia tomentosa L.*

**Foto:** Linaldo Santos, 2013.

***Chloroleucon dumosum* (Benth.) G.P.Lewis** – No livro Diagnóstico da Vegetação Nativa da Caatinga, esse exemplar da flora da caatinga figura como elemento presente em lista de espécies com ampla distribuição (GIULIETTI *et al.*, 2004). Esta espécie faz parte da família Leg. Mim. Tal exemplar foi coletado e posteriormente identificado no Herbário Dárdano de Andrade Lima, contudo, não foi incorporada à sua coleção, pois o exemplar não apresentava material reprodutivo.

***Myracrodruon urundeuva* Allemão** – Esta espécie pertence à família Anacardiaceae. É uma espécie de porte arbóreo, podendo atingir 30 metros de altura, dependendo do local de crescimento. Sua distribuição geográfica se dá nas regiões do Centro-Oeste; Sudeste, sobretudo nas matas secas ao norte de Minas Gerais (NUNES *et al.*, 2008); e amplamente distribuída no semiárido nordestino, sob a forma de caatinga arbórea (PRADO, 2003; NUNES *et al.*, 2008). O espécime coletado foi identificado e depositado no Herbário Dárdano de Andrade Lima, sob o número de tombo 88512 (figura 21).

**Figura 21*:*** Myracrodruon urundeuva *Allemão*

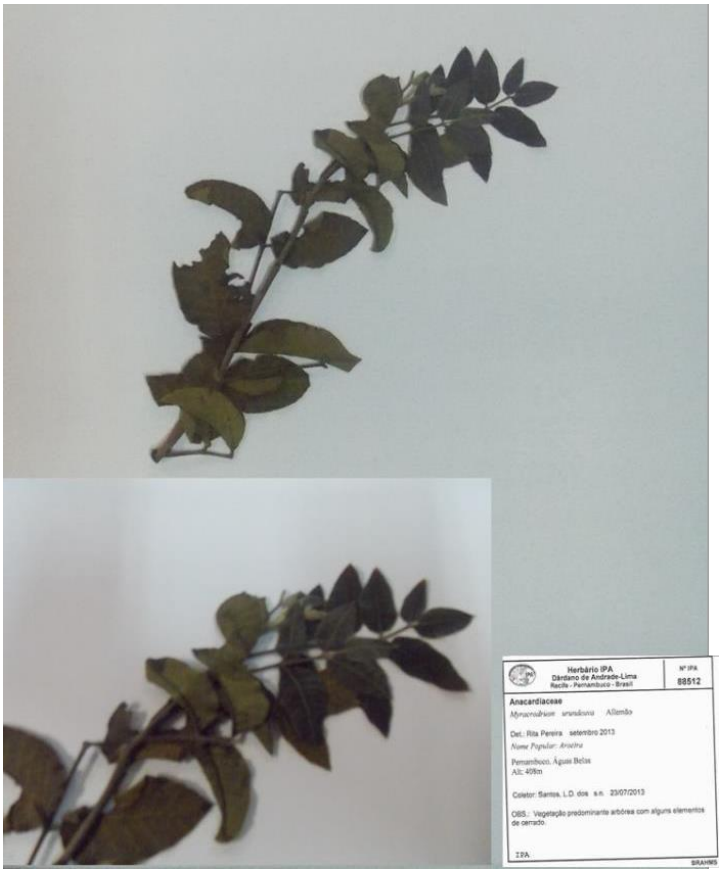



**Foto:** Linaldo Santos, 2013.

***Cestrum* sp** - No processo de coleta, para a realização do presente estudo, alguns exemplares da flora não ofereceram condições de serem identificado ao nível de espécie, como foi o caso deste exemplar do gênero *Phyllanthus*. Este gênero apresenta distribuição geográfica, no Norte (Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins); Nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe); Centro-oeste (Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso); Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo); e Sul (Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina). Apresentando nas fitofisionomias de Campo de Altitude (cerrado), Floresta Estacional Semidecidual (caatinga), Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial), Floresta Ombrófila Mista, Restinga (LISTA DE ESPÉCIES DA FLORA DO BRASIL).

***Solanum stipulaceum* Willd. ex Roem. & Schult.** – Trata-se de um arbusto, de crescimento ereto, com altura variando de 1,5 a 2,0 m. Esta espécie ocorre em matas seca e em margens de estradas, em áreas montanhosas com altitude entre 500 e 100 m. Sua distribuição geográfica se dá em regiões como Serra do Espinhaço, em Minas Gerais, Serra de Itiuba e Serra da Ibiapaba, no Ceará, Chapada Diamantina, Bahia, serras do Planalto da Borborema, em Pernambuco e Paraíba (AGRA *et al.*, 2009). Esta espécie pertence à família Solanaceae. O exemplar coletado para esta pesquisa foi identificado e incorporado à coleção do Herbário Dárdano de Andrade Lima com o número de tombo 88501 (figura 22).

**Figura 22***: Solanum stipulaceum* Willd. ex Roem. & Schult

**Foto:** Linaldo Santos, 2013.

***Phoradendron pteroneuron* Eichl.** – Trata se de uma espécie da família Viscaceae. Em texto sobre a flora vascular do cerrado, essa espécie listada como sendo encontrada em áreas de cerrado e de mata de galeria (MENDONÇA *et al.*, 2008). Em outro texto sobre a flora da escarpa oriental do Planalto da Borborema, Pernambuco, *P. pteroneuron* é encontrada em área de brejo de altitude (RODAL *et al.*, 2005). O espécime coletado foi identificado e depositado no Herbário Dárdano de Andrade Lima, sob o número de tombo 88516 (figura 23).

**Figura 23:** *Phoradendron pteroneuron* Eichl

**Foto:** Linaldo Santos 2013

***Cupania impressinervia* Acev.-Rodr.** – Esta espécie pertence à família Sapindaceae. Sua distribuição geografica se dá de forma endêmica na região Nordeste, nos estados de Ceará, Pernambuco e Sergipe, fazendo parte do bioma Mata Atlântica (FORZZA *et al.*, 2010). O exemplar desta espécie foi coletado e posteriormente identificado no Herbário Dárdano de Andrade Lima, contudo, não foi incorporado à sua coleção, pois o exemplar não apresentava material reprodutivo.

***Pilocarpus* sp** - No processo de coleta, para a realização do presente estudo, alguns exemplares da flora não ofereceram condições de serem identificados ao nível de espécie, como foi o caso deste exemplar do gênero *Pilocarpus.* Este gênero apresenta a seguinte distribuição geográfica para o Brasil, Região Norte (Acre, Pará, Rondônia,); Região Nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí,); Região

Centro-oeste (Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso); Região Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo); Região Sul (Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina). Esse gênero ocorre nos biomas Amazônico, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica, se distribuindo pelos seguintes tipos de vegetação: Caatinga (*stricto sensu*), Carrasco, Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial), Floresta Ombrófila Mista, Restinga (LISTA DE ESPÉCIES DA FLORA DO BRASIL).

***Phoradendron* sp** - No processo de coleta, para a realização do presente estudo, alguns exemplares da flora não ofereceram condições de serem identificados ao nível de espécie, como foi o caso deste exemplar do gênero *Phoradendron*. Este gênero apresenta a seguinte distribuição geográfica para o Brasil: Região Norte (Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins); Região Nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe); Região Centro-oeste (Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso); Região Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo); Região Sul (Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina). Ocorre nos seguintes domínios fitogeográficos: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampas e Pantanal. Os tipos de vegetação se apresentam como Cerrado (*lato sensu*), Restinga e áreas Antrópicas (LISTA DE ESPÉCIES DA FLORA DO BRASIL).

***Conocliniopsis prasiifolia* (DC.) R. M. King & H. Rob.** – Trata-se de uma espécie da família Asteraceae, de hábito herbáceo. Sua área de ocorrência se dá em ambientes de mata de altitude, em brejos de altitude, como é o caso da Serra Negra, Bezerros; Pernambuco (PEREIRA *et al.*, 2010), como também ocorre em vegetação ripária; (SOUZA *et al.*, 2010), ambos ambientes no domínio das caatingas do nordeste do Brasil. O espécime coletado foi identificado e depositado no Herbário Dárdano de Andrade Lima, sob o número de tombo 88497 (figura 24).

***Figura 24:*** Conocliniopsis *prasiifolia (DC.) R.M.King & H.Rob*

**Foto:** Linaldo Santos, 2013.

***Buchenavia capitata* (Vahl.) Eichl.** – Esta espécie pertence à família Combretaceae. Em estudo sobre a flora realizado no Parque Nacional do Catimbau, Buíque- Pernambuco, *B. capitata* foi encontrada em área de campo rupestre (cerrado *lato sensu*) (ANDRADE *et al.*, 2004). O exemplar coletado para a realização da presente pesquisa foi identificado e posteriormente incorporado à coleção do Herbário Dárdano de Andrade Lima, como o número de tombo 88502. (figura 25).

**Figura: 25:** *Buchenavia capitata* (Vahl.) Eichl

**Foto:** Linaldo Santos, 2013

***Solanum paniculatum* L.** – Embora esta espécie seja encontrada desde o Rio Grande do Sul até o Rio Grande do Norte, em áreas de mata, devido a sua alta capacidade de colonização, o que lhe atribuiu caráter de planta invasora, tendo preferência por ambientes abertos ou que sofreu ação antrópica (NETO *et al.*, 2006), esta espécie apresenta distribuição na flora do bioma cerrado (ROSSATTO *et al.*, 2008). Tal espécie pertence à família Solanaceae. O exemplar coletado para a presente pesquisa foi identificado e depositado no Herbário Dárdano de Andrade Lima com número de tombo 88503 (figura 26).

**Figura 26:** *Solanum paniculatum L.*

**Foto:** Linaldo Santos, 2013.

***Senna rizzinii* H. S. Irwin & Barneby** – Trata-se de uma espécie da família Leg. Caes. Em trabalho realizado sobre a flora endêmica da caatinga, esta espécie faz parte do grupo de plantas leguminosas (GIULIETTI *et al.*, 2004). Contudo, em outro estudo sobre a composição florística de uma comunidade savânica no Rio Grande do Norte, *S. rizzinii* se enquadra na composição florística do cerrado (OLIVEIRA *et al.*, 2012). O espécime coletado foi identificado e tombado no Herbário Dárdano de Andrade Lima, com número de tombo 88510 (figura 27).

**Figura 27:** *Senna rizzinii* H.S.Irwin & Barneby

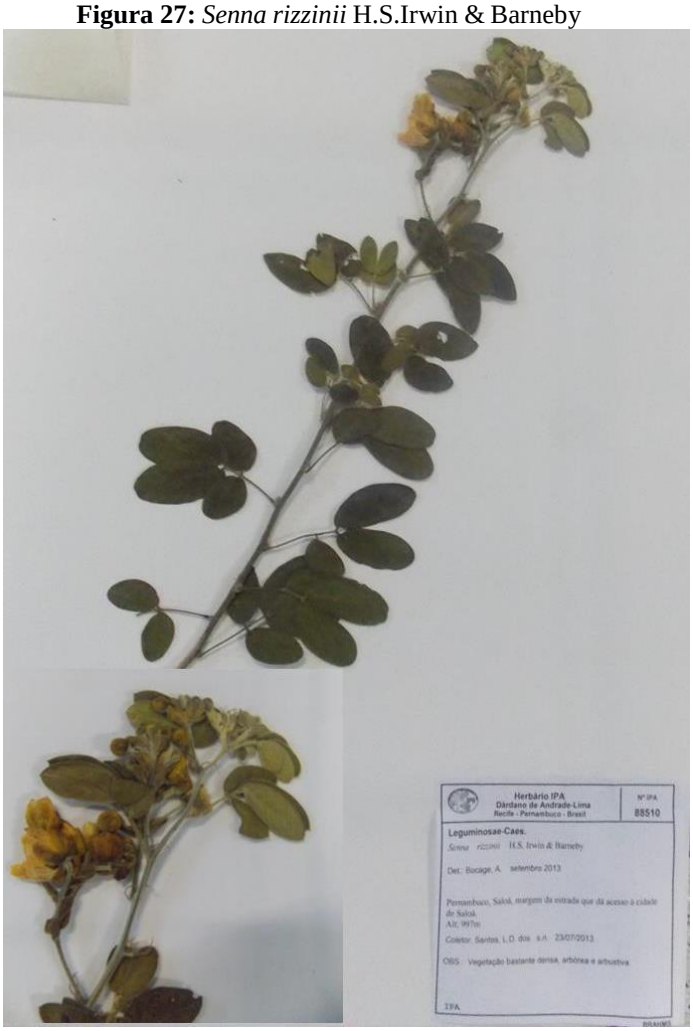



**Foto:** Linaldo Santos, 2013.

***Croton adamantinus* Müll. Arg.** – Esta é uma espécie arbustiva da família Euphorbiaceae. Com distribuição geográfica restrita ao semiárido nordestino, compreendendo os estados de Pernambuco, Ceará, Bahia, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe. Contudo, também ocorre ao norte de Minas Gerais, onde as condições fisiográficas se assemelham com as encontradas no semiárido nordestino. *C. adamantinus* é frequentemente encontrada sobre solos arenosos ou sobre afloramentos rochosos, em altitudes superiores a 600 metros de altura (SILVA *et al.*, 2009; FORZZA, 2010). O exemplar coletado para a presente pesquisa foi identificado e depositado no Herbário Dárdano de Andrade Lima com número de tombo 88537 (figura 28).

**Figura 28:** Croton adamantinus *Müll. Arg.*

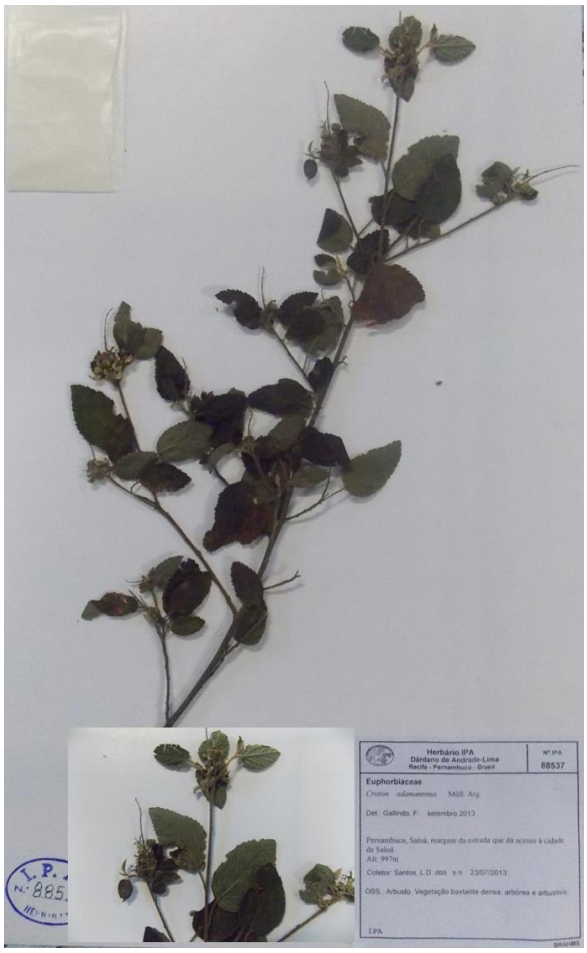



**Foto:** Linaldo Santos, 2013.

***Acritopappus buiquensis*** **Bautista & D. J. N. Hind** – Faz parte da família Asteraceae. Nascimento (2008), em trabalho sobre a dinâmica vegetacional e climática Holocênica da caatinga, no Parque Nacional do Catimbau, Pernambuco, classifica esta espécie como um subarbusto do ecossistema caatinga. O espécime coletado foi identificado e depositado no Herbário Dárdano de Andrade Lima, sob o número de tombo 88499 (figura 29).

**Figura 29:** Acritopappus buiquensis *Bautista & D. J. N. Hind*

**Foto*:*** *Linaldo Santos, 2013.*

***Tocoyena formosa* (Cham. & Schltdl.) K. Schum.** - Esta espécie pertence à família Rubiaceae. Em trabalho de levantameno florístico na região de Cafuringa, Distrito Federal, Paula *et al.* (2009) a enquadrada na fitofisionomia de Cerrado *stricto senso*, com hábito arbóreo, o que também é corroborado por Ferri (1979), quando lista as espécies do cerrado do Triângulo Mineiro. O exemplar coletado para a realização da presente pesquisa foi identificado e incorporado à coleção do Herbário Dárdano de Andrade Lima, sob o número de tombo 88504 (figura 30).

**Figura 30:** *Tocoyena formosa* (Cham. & Schltdl.) K.Schum

**Foto:** Linaldo Santos, 2013.

***Piriqueta guianensis* N.E.Br.** – Trata-se de uma planta herbácea da família Turneraceae. De acordo com Rocha *et al.* (2012), *P. guianensis* é classificada na flora da caatinga e restinga. Sua distribuição geográfica se dá nos estados nordestinos de Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe. Ocorre também no estado de Roraima. O espécime utilizado na presente pesquisa foi coletado e posteriormente identificado e depositado no Herbário Dárdano de Andrade Lima, sob o número de tombo 88506 (figura 31).

**Figura 31**: Piriqueta *guianensis N.E.Br.*

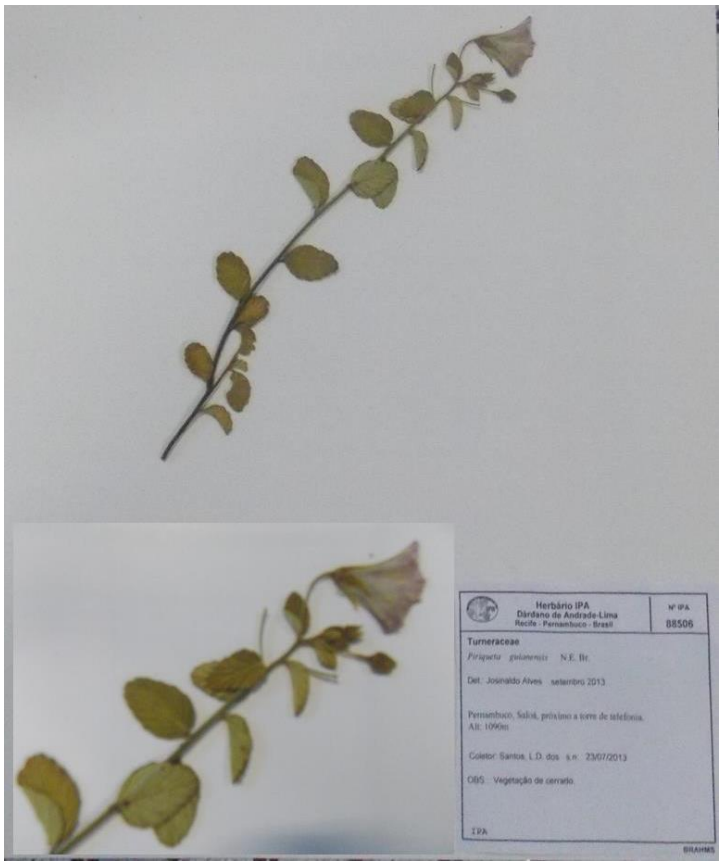



**Foto:** Linaldo Santos, 2013.

***Leucothoe revoluta* (Spreng.) Hook. ex Nied.** – Espécie pertencente à família Ericaceae. Segundo a classificação de Britto *et al.* (1993) e Silva *et al.* (1989), com trabalhos sobre a vegetação de Salvador - Bahia, e Maricá - Rio de Janeiro, respectivamente, L. *revoluta* se enquadra na flora de restinga. O exemplar coletado para a realização da presente pesquisa foi identificado e incorporado à coleção do Herbário Dárdano de Andrade Lima, sob o número de tombo 88534 (figura 32).

**Figura 32***: Leucothoe revoluta* (Spreng.) Hook. ex Nied.

**Foto:** Linaldo Santos, 2013.

***Marlierea* sp** - No processo de coleta de espécies para a realização do presente estudo, alguns exemplares da flora não ofereceram condições de serem identificados ao nível de espécie, como foi o caso deste exemplar do gênero *Marlierea*. Este gênero apresenta a seguinte distribuição geográfica para o Brasil: Região Norte (Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins); Região Nordeste (Bahia, Maranhão, Pernambuco, Sergipe); Região Centro-oeste (Mato Grosso); Região Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo); Região Sul (Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina). Ocorre nos seguintes tipos de vegetação: Caatinga (*stricto senso*), Campinarana, Campo de Altitude, Campo Rupestre, Cerrado (*lato senso*), Floresta Ciliar ou Galeria,

Floresta de Terra Firme, Floresta de Várzea, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial), Manguezal, Restinga (LISTA DE ESPÉCIES DA FLORA DO BRASIL).

***Ocotea gardneri* (Meisn.) Mez** – Trata-se de uma espécie da família Lauraceae. Em trabalho sobre um fragmento florestal no município de Camaragibe, Pernambuco, Silva *et al* (2010) classifica *O. gardneri* como pertencente à flora da Mata Atlântica. No entanto, em estudo sobre a estrutura da vegetação de restinga no Brasil, Almeida Jr. *et al.* (2011) enquadram tal espécie no tipo vegetacional da restinga. O exemplar coletado para a realização da presente pesquisa foi identificado e incorporado à coleção do Herbário Dárdano de Andrade Lima, sob o número de tombo 88536 (figura 33).

**Figura 33:** Ocotea gardneri *(Meisn.) Mez*

**Foto:** Linaldo Santos, 2013.

***Myrcia sylvatica* DC. –** Trata-se de uma espécie da família Myrtaceae, de hábito arbóreo, cuja altura varia entre 3 e 7 metros. *M. sylvatica* é amplamente distribuída ocupando países da América Central como Costa Rica e Panamá, na América do Sul ocorre desde a Guianas até o Paraguai. No Brasil ocorre nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, ocorrendo nos domínios da Amazônia, Mata Atlântica, Cerrado e Restingas (LOURENÇO & BARBOSA, 2012; AMORIM & ALVES, 2011). Tal exemplar foi coletado e posteriormente identificado no Herbário Dárdano de Andrade Lima, contudo, não foi incorporada à sua coleção, pois não apresentava material reprodutivo.

***Stigmaphyllon paralias* A. Juss.** – Trata-se de um arbusto que faz parte da família Malpighiaceae. Esta espécie é encontrada nas fitofisionomias de cerrado como cerrado (*stricto senso*), campo sujo, campo rupestre (*lato senso*). Sua distribuição geográfica se dá pelos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Bahia, Alagoas, Sergipe, Goiás, Espírito Santo e Rio de Janeiro (MEDEIROS, 2011). O exemplar coletado para a realização da presente pesquisa foi identificado e incorporado à coleção do Herbário Dárdano de Andrade Lima, sob o número de tombo 88505 (figura 34).

**Figura 34:** *Stigmaphyllon paralias* A.Juss

**Foto:** Linaldo Santos, 2013.

***Tibouchina multiflora* (Gardn.) Cogn.** – Esta espécie arbustiva pertence à família Melastomataceae. Carreira *et al* (2007) e Garcia *et al.* (2006) classificam *T. multiflora* como uma espécie que faz parte da flora do cerrado. O espécime coletado foi identificado e depositado no Herbário Dárdano de Andrade Lima, sob o número de tombo 88507 (figura 35).

**Figura 35:** *Tibouchina multiflora* (Gardn.) Cogn.

**Foto:** Linaldo Santos, 2013.

***Eugenia* sp** - No processo de coleta de espécies para a realização do presente estudo, alguns exemplares da flora não ofereceram condições de serem identificados ao nível de espécie, como foi o caso deste exemplar do gênero *Eugenia*. Este gênero apresenta a seguinte distribuição geográfica para o Brasil: Região Norte (Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins); Região Nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe); Região Centro- oeste (Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso); Região Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo); Região Sul (Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina). O gênero *Eugenia* ocorre nas seguintes formações vegetais: Área Antrópica, Caatinga (*stricto senso*), Campo de Altitude, Campo Limpo, Campo Rupestre, Cerrado

(*lato senso*), Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta de Várzea, Floresta Estacional Perenifólia, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila (Floresta Pluvial), Floresta Ombrófila Mista, Restinga (LISTA DE ESPÉCIES DA FLORA DO BRASIL).

***Lantana camara* L.** – Trata-se de uma espécie de hábito arbustivo da família Verbenaceae. Na literatura, *L. camara* é amplamente classificada e citada como elemento típico que faz parte da flora do cerrado (RIBEIRO & WALTER, 1998; ROSSATTO *et al.*, 2008; CAVALCANTI, 2007; MENDONÇA *et al.*, 2008). O exemplar coletado para a realização da presente pesquisa foi identificado e posteriormente incorporado à coleção do Herbário Dárdano de Andrade Lima, como o número de tombo 88526 (figura 36).

**Figura 36**: Lantana camara *L*

**Foto:** Linaldo Santos, 2013.

.

***Microstachys hispida* (Mart.) Govaerts** - De hábito arbustivo, esta espécie pertence à família Euphorbiaceae. O espécime coletado para a realização da presente pesquisa foi identificado e depositado no Herbário Dárdano de Andrade Lima sob número de tombo 88531 (figura 37). De acordo com Santos & Sales (2009), *M. hispida* apresenta distribuição exclusivamente na América do Sul, sendo encontrada na Argentina, Brasil, Bolívia e Paraguai. No território brasileiro se distribui desde o Pará até Santa Catarina. Em Pernambuco ocorre sob o domínio da caatinga, em solos arenosos.

**Figura 37*:*** Microstachys hispida *(Mart.) Govaerts*

**Foto:** Linaldo Santos, 2013.

***Ocotea sylvatica* (Meissn.) Mez.** – Trata-se de uma espécie da família Lauraceae, cujo individuo coletado foi identificado e depositado no Herbário Dárdano de Andrade Lima sob número de tombo 88531 (figura 38). Ocotea *sylvatica* faz parte do bioma da Mata Atlântica, ocorrendo em áreas típicas desse bioma nos estados de Minas Gerais, Alagoas, Pernambuco e Bahia. Esta espécie possui habito arbóreo, podendo atingir 12 metros de altura (SANTOS, 2012; VATTIMO, 1960).

**Figura 38:** Ocotea *sylvatica (Meissn.) Mez*

**Foto:** Linaldo Santos, 2013.

.

***Byrsonima gardneriana* Juss.** - Espécie da família Malpighiaceae possui hábito arbustivo. Este espécime foi coletado e posteriormente identificado e depositado sob número 88533 (figura 39). Com relação à fitofisionomia de sua ocorrência, Araújo (1998) a classifica como carrasco; já Bezerra *et al.* (2009), em trabalho realizado no município de Buíque, no Parque Nacional do Catimbau, embora atribua a tal espécie como pertencente à Caatinga, revela que parte de seu estudo foi realizado em áreas de cerrado do referido Parque. Este fato também remete à análises feitas em exsicatas do Herbário Geraldo Mariz (UFP) sob número 59.130, onde é possível encontrar referência de *B. gardnerana* em áreas de cerrado em tabuleiros arenosos no município de Goiana.

**Figura 39:** Byrsonima gardneriana *Juss*.

**Foto:** Linaldo Santos, 2013.

## 4.2 Aplicações do Índice de Vegetação NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) e Perfil Topográfico

A partir da análise do índice de vegetação NDVI, evidenciado na figura 40, foi possível realizar uma série de correlações decorrentes dos dados encontrados.

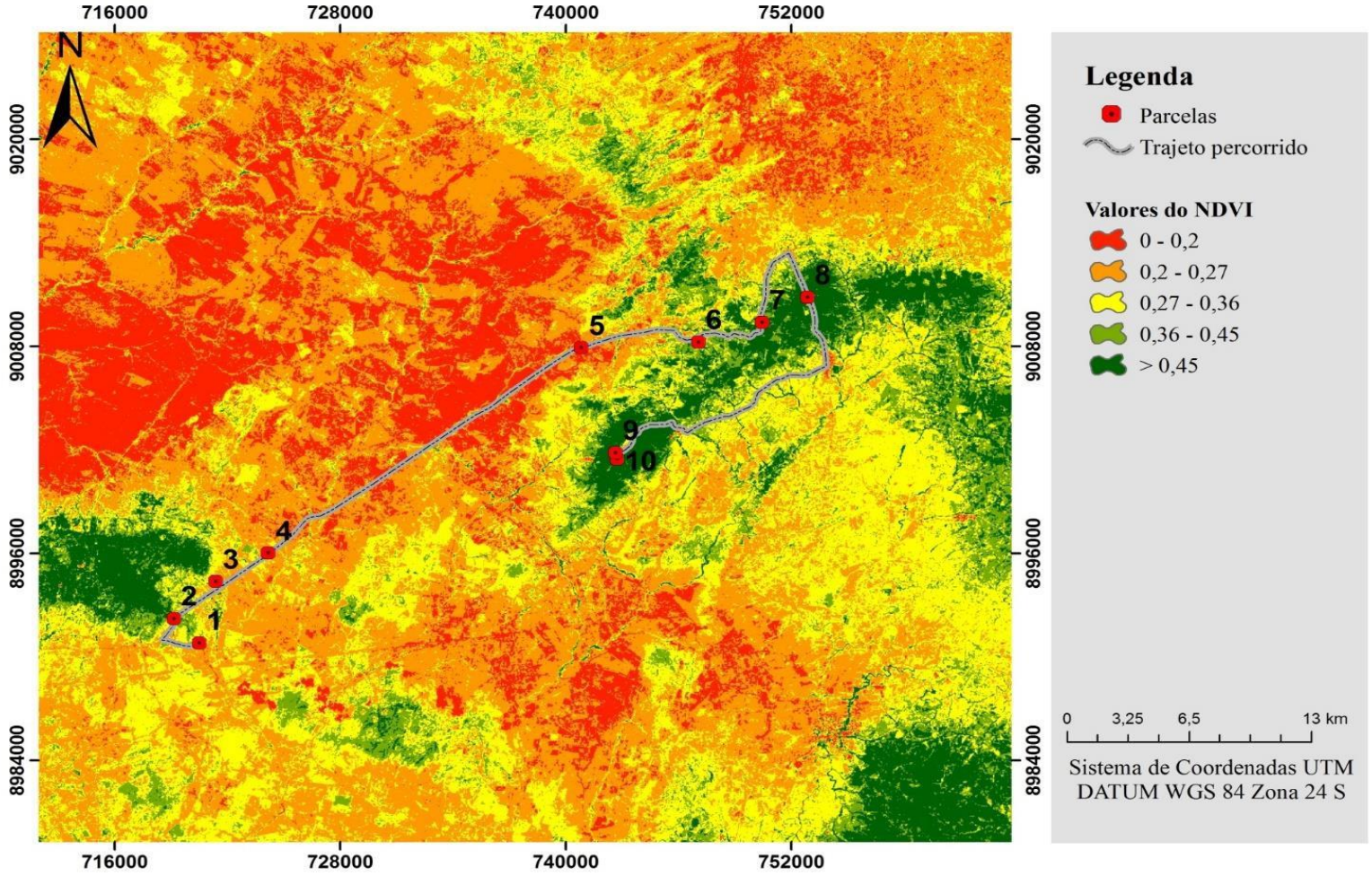
Nesse sentido, torna-se relevante a comparação com outros trabalhos com relação aos valores das classes de NDVI, sobretudo aos valores encontrados para as classes de NDVI do cerrado. Em trabalho realizado no município de Santa Rita do Passa Quatro, estado de São Paulo, sobre diferenciação de fisionomias de cerrado utilizando índice de vegetação, Bitencourt *et al.* (1997) constataram os seguintes valores: para a fisionomia campo sujo o NDVI variou de 0,02 a 020; campo úmido variou de 0,02 a 0,20; campo cerrado variou de 0,20 a 0,26; cerrado *sensu stricto* variou de 0,26 a 0,38; cerrado *sensu stricto* tendendo a cerradão variou de 0,38 a 0,44; cerradão variou de 0,44 a 0,55 e mata mesófila variou de 0,44 a 0,55.

Carvalho Júnior *et al.* (2008), em estudo sobre classificações de padrões de savanas utilizando índice de vegetação na Chapada dos Veadeiros, estado de Goiás, encontraram valores de NDVI tanto para períodos secos quanto para períodos chuvosos nas seguintes fisionomias de cerrado: para o ambiente de cerrado denso foi encontrado o valor médio do NDVI de 0,8 para o período chuvoso e 0,62 para o período seco. Para o ambiente com predomínio de campo foi encontrado o valor médio do NDVI de 0,60 para o período chuvoso e 0,35 para o período seco. No ambiente composto pelo cerrado ralo ou rupestre foi encontrado o valor médio do NDVI de 0,60 na época de chuva e 0,4 no período de estiagem.

Com isso, os valores de NDVI encontrados na realização da presente pesquisa está compreendido nos valores de NDVI presentes para fisionomias de cerrado registrados em estudos de outras áreas, visto que os valores encontrados para o enclave de cerrado no topo do brejo de Saloá, que no presente trabalho está representado pelas parcelas 9 e 10, apresentam valores próximos aos encontrados em áreas cerrado, inclusive as áreas de cerrado do Brasil central. Contudo, é necessário ressaltar que a variação dos valores do índice de vegetação pode ser explicada pela diferença da diversidade florística e complexidade estrutural em cada fisionomia, pois as correlações entre os estratos herbáceos, arbustivos e arbóreos do cerrado desencadeiam importantes variações nos parâmetros

biofísicos (ASNER & WARNER, 2003). Desta forma, torna- se muito complicada a padronização de determinada fisionomia do cerrado ou de outro bioma de acordo com os valores obtidos através do NDVI, pois tal determinação depende de vários parâmetros como o clima, solo, uso do solo, áreas de solo exposto, dentre outros aspectos.

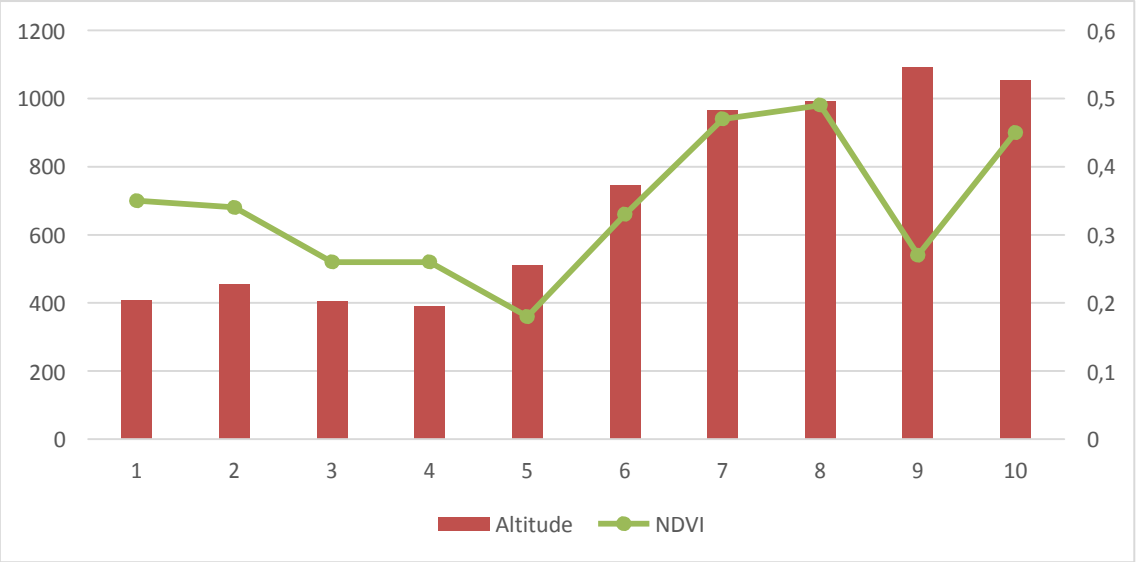
**Figura 40:** Mapa do Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), em destaque os pontos 1-10 que representam as parcelas instaladas na área de estudo




**Fonte:** Linaldo Santos, 2014.

Uma análise bastante pertinente é a interpretação dos valores de densidade da vegetação obtidos a partir do NDVI, confrontados com os valores altimétricos do terreno. Assim, para uma melhor compreensão dessa relação, foi elaborado um gráfico (figura 41), abarcando os valores de altitude e do NDVI de todas as dez parcelas trabalhadas.

**Figura 41***:* Gráfico mostrando os valores de altitude e NDVI, por parcela na área de estudo, municípios de Águas Belas, Iati e Saloá, Agreste Meridional de Pernambuco.



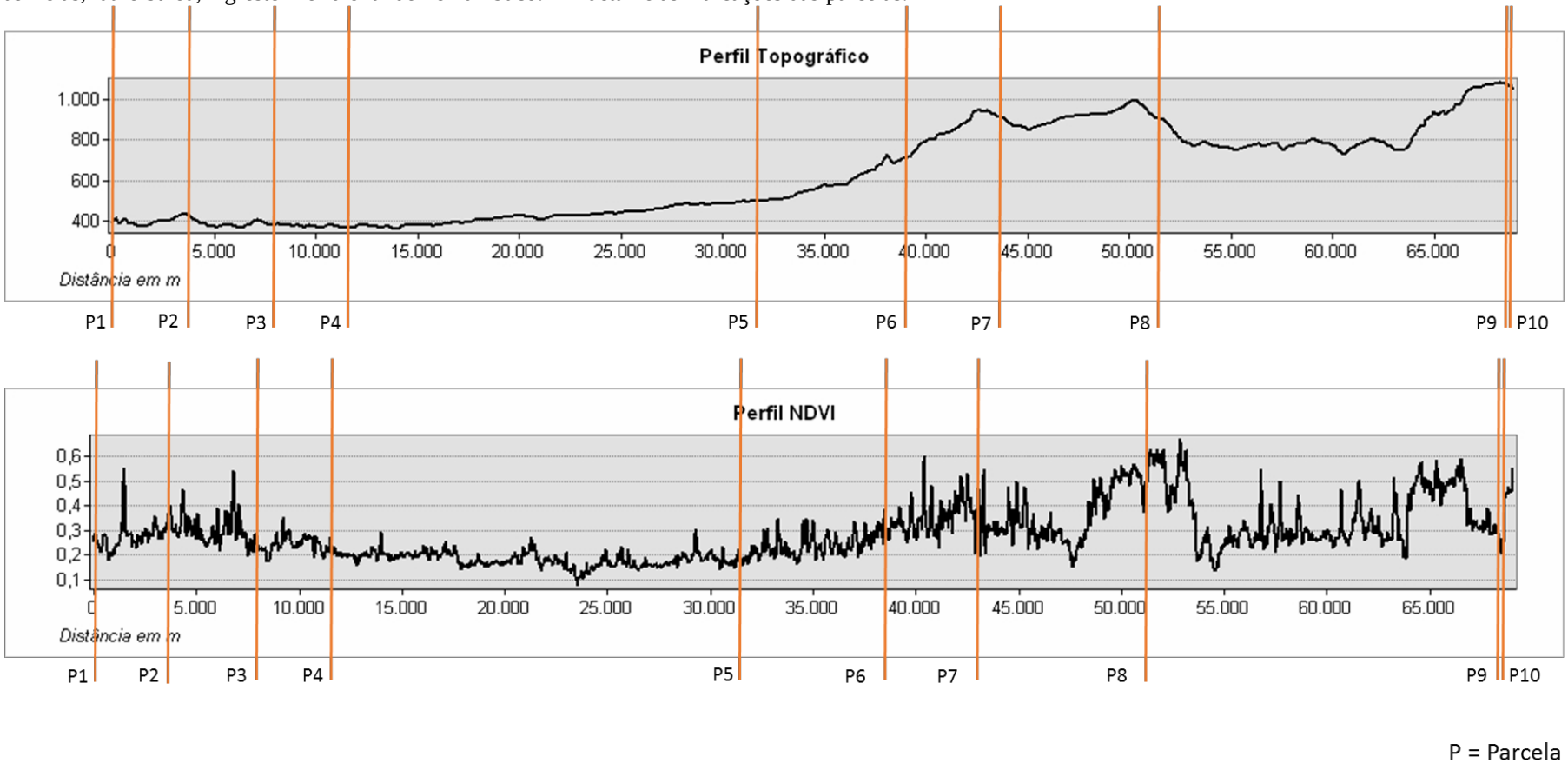

**Fonte:** Linaldo Santos, 2014.

:

A figura 39 demonstra a variação de altitude que vai de 391 m na parcela 4 a sua maior altitude 1090 metros na parcela 9. O gráfico evidencia também o comportamento do NDVI, onde seu menor valor foi na parcela 5 com um valor de 0,18. Já a parcela que marcou o maior valor para o NDVI foi à de número 8, registrando 0,49 para este índice. Através desta figura, também é possível notar que a linha do NDVI acompanha os valores altimétricos dos segmentos da área estudada, salvo algumas exceções como as parcelas 5 e 9. Que ocorreu, provavelmente, devido à existência de clarões deixando o solo exposto, motivo pelo qual faz com que o valor do NDVI diminua.

A correlação detalhada e individualizada por parcela explica, entre outros aspectos, as oscilações contidas na correlação dos valores do NDVI com as cotas altimétricas. Para tanto, buscou-se elaborar outros meios que auxiliem na interpretação do padrão da vegetação através do NDVI, tais como na forma gráfica do perfil do NDVI e o perfil topográfico (figura 42), como também a utilização de fotografias obtidas em campo.

**Figura 42:** Perfis topográfico e de NDVI, mostrando o comportamento da altitude e do índice de vegetação ao longo da área de estudo, situada nos municípios de Águas Belas, Iatí e Saloá, Agreste Meridional de Pernambuco. Em detalhe as marcações das parcelas.




**Fonte:** Linaldo Santos, 2014.

A parcela 1, corresponde ao município de Águas Belas, latitude: 9.12426° S; longitude: 36.99365° W e altitude de 408 metros. A área é coberta por um fragmento de caatinga arbórea densa bastante exuberante localizada em uma encosta, como pode ser visualizada na figura 43. Nesta parcela foram encontradas espécies como *Ziziphus joazeiro* (Juazeiro); *Poincianella pyramidalis* (Pau de Rato) e *Randia armata* (Limão do Mato).

Para esta área o NDVI teve valor de 0.35, sendo considerado um índice relativamente alto, principalmente por estar inserida na depressão sertaneja, onde a vegetação dominante é uma caatinga mais seca. Contudo, o valor alto pode ser explicado pelo fato de que a alocação desta parcela foi relativamente próximo ao Brejo de Águas Belas com condições de umidade mais elevadas com relação à caatinga que a circunda, favorecendo a formação vegetal caatinga arbórea densa, com valores de densidade superiores em relação a outras formações vegetai

. **Figura 43:** Representação da fisionomia da parcela 1, caatinga arbórea, Águas Belas-PE

**Autor: Linaldo Santos, 2013.**

Com relação à segunda parcela, foram encontradas espécies como *Oxalis psoraleoides (*Velame Vultoso); *Poincianella pyramidalis (*Pau de Rato) e *Lippia aristata* (Alecrim). Esta área também fica localizada no município de Águas Belas e suas coordenadas geográficas

são: latitude: 9.11148° S; longitude: 37.00602° W, marcando uma altitude de 457 metros. A parcela foi alocada em uma área de caatinga arbustiva densa (figura 44). Contudo, a área é grandemente influenciada por atividades agropastoris. O valor do NDVI para esta parcela é de 0,34, relativamente alto para o padrão da depressão sertaneja. Este fato pode ser explicado pela proximidade ao Brejo de Águas Belas, assim como no caso da primeira parcela, como também pela própria densidade da caatinga arbustiva local.

**Figura 44:** Representação da fitofisionomia da parcela 2, caatinga arbustiva em área com influência de atividades agropastoris, Águas Belas-PE.

**Autor:** Linaldo Santos, 2013.

A terceira parcela também foi instalada no município de Águas Belas em uma altitude de 396 metros, com latitude: 9.09237° S e longitude: 36.98561° W. A formação vegetal do local analisado é uma caatinga típica homogênea, como pode ser ilustrado na imagem da figura 45, em sua grande maioria arbustiva e herbácea, apresentando em alguns trechos verdadeiros clarões, devido à forma esparsada de sua cobertura vegetal (figura 46). Nesta são encontradas espécies como *Poincianella pyramidalis* (Pau de Rato) e *Croton heliotropiifolius* (Velame). Com relação ao NDVI, a área da parcela apresentou um valor em torno de 0,26, cujo índice é explicado pela própria fisionomia da vegetação, que não se mostra com um alto adensamento, como também pela diminuição da umidade com relação às duas primeiras parcelas, fato este que reflete diretamente no adensamento da vegetação.

**Figura 45:** Representação da fisionomia da parcela 3, caatinga arbustiva e herbácea, Águas Belas-PE.

**Autor:** Linaldo Santos, 2013.

**Figura 46:** Representação da fisionomia da parcela 3, destaque para o esparsamento entre os indivíduos e a presença afloramentos rochosos, Águas Belas-PE.

**Autor:** Linaldo Santos, 2013.

Ainda no município de Águas belas, a quarta parcela foi instalada, com coordenadas geográficas: latitude: 9.07695° S; longitude: 36.96050° W, e altitude de 394 metros. Percebe-se que a altitude até este ponto não variou de forma consideravel, não tendo assim

este fator contribuído primordialmente na fisionomia da cobertura vegetal. Contudo, vale salientar que o porte da vegetação na área da primeira parcela, ou seja, o porte arbóreo naquele ambiente em muito se deve ao fato de estar instalado em uma encosta, como também estar próximo do Brejo de Águas Belas, este último fator já citado anteriormente.

A vegetação encontrada nesta quarta parcela é uma caatinga arbórea, por vezes esparsada, e um estrato inferior herbáceo, como pode ser verificado na figura 47. Nesta localidade, devido a grande homogeneidade florística, foram coletadas apenas as duas espécies mais abundantes: *Poincianella pyramidalis* (Pau de Rato) e *Jatropha molíssima* (Pinhão). O valor do NDVI para esta área marcou 0,26, não sendo elevado. Isso ocorre muito provavelmente porque mesmo sendo uma formação arbórea, os indivíduos estão consideravelmente esparsados, aliado ao fator de que esta formação apresenta um grau de esclerofilia bastante acentuado.

**Figura 47:** Representação da fisionomia da parcela 4, caatinga arbórea bastante homogênea, Águas Belas-PE

**Autor:** Linaldo Santos, 2013.

No município de Iati foi instalada a quinta parcela, com latitude: 8.96851° S e longitude: 36.80968° W. A altitude neste ponto marcou 508 metros. Nesse sentido, a

altitude se manteve na média das cotas altimétricas das parcelas anteriores, de forma que, a fisionomia da cobertura vegetal permaneceu como sendo de uma caatinga típica de ambiente seco, onde o estrato arbustivo prevalece no ambiente, com indivíduos esparsados, como pode ser visto na figura 48.

A vegetação deste ambiente divide espaço e sofre bastante com a atividade agropastoril que é exercida na região, apresentando várias áreas degradadas ou em recuperação. Neste ponto, as espécies que mais se destacam são *Poincianella pyramidalis* (Pau de Rato) e *Aspidosperma pyrifolium* (Pereiro). O fato desse ambiente sofrer com as atividades agropecuárias, apresentando áreas degradadas e com pouca vegetação, influenciou no resultado do NDVI, que registrou o menor valor com relação a todas as parcelas (0,18), revelando que neste ambiente a vegetação se mostra pouco densa. O fato de áreas degradadas apresentarem valores baixos do NDVI encontra vazão em outros trabalhos, como é o caso de Silva *et al.* (2009) ao analisar uma área degradada no município de Floresta, estado de Pernambuco, onde mesmo encontrou valores de NDVI em torno de 0,26 para aquele ambiente. Em outras áreas da caatinga nordestina, com situação parecida, Formigoni *et al*. (2007) obtiveram NDVI entre 0,15 e 0,8, para o período seco e chuvoso, respectivamente.

**Figura 48**: Representação da fisionomia da parcela 5, caatinga arbustiva, destaque para o alto nível de degradação da área, Iati-PE.

**Autor:** Linaldo Santos, 2013.

A sexta parcela foi instalada no município de Saloá, que apresenta as coordenadas geográficas: latitude: 8.96523° S; longitude: 36.75299° W. No local selecionado, a altitude atingiu 747 metros, repercutindo de maneira preponderante na fisionomia da vegetação.

A cobertura vegetal da área é predominantemente arbórea, com alguns elementos da caatinga e do cerrado, apresentando-se como uma formação de mata serrana. No entanto, na realização da presente pesquisa, as coletas fora realizadas principalmente nos elementos de caatinga, devido ao fato de que somente esses apresentavam, naquela ocasião, boas condições de serem identificadas em herbário, condições essas que se explicam pelo estado de floração e frutificação.

Desse modo, os elementos arbóreos da formação mata serrana não foram contemplados na coleta, contudo, através da figura 49 percebe-se a predominância do estrato arbóreo. Nesse sentido, espécies como *Croton heliotropiifolius* (Velame), *Chloroleucon dumosum* (Pau-Rosea) e *Myracrodruon urundeuva* (Aroeira) são comuns à área, além do gênero *Cestrum*, que foi coletado, porém não se chegou ao nível de espécie, justamente pelo fato do exemplar não apresentar flor ou fruto. Todavia, este gênero é encontrado em ambientes de caatinga, mata e cerrado.

**Figura 49**: Representação da fisionomia da parcela 6, mata serrana com elementos de cerrado e de caatinga, Saloá-PE.

**Autor:** Linaldo Santos, 2013.

Em relação ao NDVI, a sexta parcela teve um valor de 0,33. O acréscimo neste índice é explicado justamente pelo considerável aumento na altitude, o que acarreta aumento de umidade, refletindo na exuberância e maior densidade da cobertura vegetal. Dessa forma, o aumento no valor do NDVI se expressa pelo aumento da umidade, que é decorrente do aumento da altitude na área estudada. Este fato do aumento do valor do NDVI com uma maior umidade é comentado por Fausto (2013), ao discorrer em seu trabalho que em áreas onde as condições de umidade são maiores, o NDVI também acompanha esse aumento.

A sétima parcela foi alocada no município de Saloá, cujas coordenadas geográficas são: latitude: 8.95476° S; longitude: 36.72229° W. A altitude registrada para esse ponto é de 965 metros, repercutindo de forma decisiva na configuração e desenvolvimento da cobertura vegetal. Apresenta-se claramente como uma formação de mata serrana, se destacando em sua exuberância e porte arbóreo, como pode ser notado através das figuras 50 e 51. Esta área se distingue nitidamente das formações de caatinga que se desenvolvem no setor da depressão sertaneja, como visto em outras parcelas realizadas no presente estudo. Nesta localidade são encontradas espécies como *Solanum stipulaceum* (Jurubeba), *Phoradendron pteroneuron* e *Cupania impressinervia* (Caboatã-de-Rego).

O valor do NDVI registrado na área foi de 0,47, sendo um dos mais altos índices de todas as áreas analisadas, mostrando ser bastante densa e exuberante a formação vegetal da localidade.

**Figura 50**: Representação da fisionomia da parcela 7, mata serrana dividindo espaço com estrato arbustivo bastante significativo, Saloá-PE

**Autor:** Linaldo Santos, 2013.

**Figura 51:** Representação da fisionomia da parcela 7, destaque para a alta densidade da cobertura vegetal, Saloá-PE**.**

**Autor:** Linaldo Santos, 2013.

Dando continuidade, a parcela 08 também se localiza no município de Saloá, na qual as coordenadas geográficas são: latitude: 8.94136° S; longitude: 36.70044° W. Com relação à parcela anterior, a altitude se manteve no mesmo nível altimétrico, atingindo 997 metros, fato que também contribui de forma bastante relevante na fisionomia da vegetação. A cobertura vegetal da área analisada se caracteriza como uma mistura entre os estratos arbustivo e arbóreo, chamando a atenção para a exuberância e alta densidade da mesma, como pode ser visualizada na figura 52. Espécies como *Conocliniopsis prasiifolia* (Mentrasto-roxo); *Buchenavia capitata* (Imbiridiba) e *Senna rizzinii* (Canjuãozinho) são comuns à área.

**Figura 52**: Representação da fisionomia da parcela 8, mistura entre os estratos arbustivo e arbóreo, Águas Belas-PE.

**Autor:** Linaldo Santos, 2013.

O valor do NDVI registrado para esta parcela foi 0,49, sendo este o maior índice entre as parcelas estudas, o que explica a alta densidade e visível exuberância da vegetação local.

Retomando à análise, chega-se ao setor do recorte espacial de grande relevância, no qual foram instaladas as duas últimas parcelas, e que devido à influência da topografia, aliada a outros fatores ambientais como a umidade e características do solo fazem com que uma mancha de cerrado se desenvolva. Localizada no município de Saloá, as coordenadas geográficas da nona parcela são: latitude: 9.02343° S; 36.79278° W. Com altitude bastante significativa, atingindo 1090 metros, sendo o ponto mais alto entre todas as parcelas estudadas.

A cobertura vegetal desse ponto é bastante diferenciada, tanto em relação aos diferentes tipos de caatinga analisados na presente pesquisa, como das matas serranas e outras formações arbóreas encontradas em outras parcelas. A vegetação desta parcela se apresenta como uma verdadeira disjunção do cerrado, com espécies típicas daquelebioma, cuja a altitude somada a alta umidade, um clima ameno e características do solo, propiciam condições para que tal mancha de cerrado se estabeleça nesse ambiente. Contudo, nessa área não só ocorrem espécies de cerrado; elementos da caatinga também estão presentes, formando um ambiente ecotonal, em que espécies características desses dois biomas buscam seu desenvolvimento. Apesar de claramente o aspecto fisionômico e, em grande parte florístico, se enquadrar em um ambiente de cerrado, como se pode visualizar através da figura 53, para este ponto vário espécies que apresentavam características típicas de cerrado não foram coletadas, devido não possuírem naquela ocasião flores ou frutos, fato que já havia acontecido em outras parcelas. Neste tocante, foram coletadas espécies como *Acritopappus buiquensis*, *Tocoyena formosa* (Jenipapo Bravo) e o gênero *Marlierea* que possui espécies tanto em ambientes de cerrado como de caatinga.

**Figura 53:** Representação da fisionomia da parcela 9, presença de mancha de cerrado no topo do brejo, Saloá-PE.

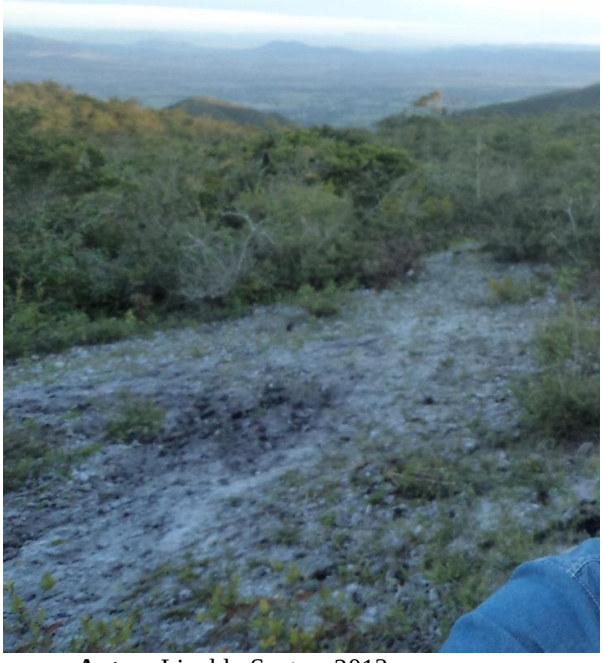
**Autor:** Linaldo Santos, 2013.

O NDVI da parcela 09 foge um pouco ao esperado e do padrão que estava ocorrendo, em que de forma genérica o valor do NDVI estava seguindo em certo padrão, aumentando os valores deste índice à medida que a topografia também se eleva. O valor deste índice foi de 0,27, um dos valores mais baixos entre todas as parcelas, mesmo a vegetação se apresentando bastante densa e exuberante. Isto ocorre devido ao fato da área apresentar alguns clarões, deixando o solo arenoso bastante exposto, como pode ser visto através das figuras 54 e 55 fazendo com que o valor do NDVI tenha uma abrupta diminuição com relação à sua área vizinha, como será descrito na análise da próxima parcela. Tais clarões entre manchas de vegetação deste ponto existem, provavelmente pela atividade humana, pois neste ponto ocorre ima certa atividade de turismo e recreamento devido à beleza cênica. Contudo, se faz necessário em estudos futuros uma investigação mais aprofundada, no sentido de descobrir se a motivação destes clarões reside em causas naturais.

**Figura 54**: Destaque para clarões com solo exposto na parcela 9, o que contribuiu para que o valor do NDVI desse ponto não fosse muito expressivo, Saloá-PE.

**Foto: Autor:** Linaldo, Santos, 2013.

**Figura 55:** Solo exposto na parcela 9, contribuído para a diminuição do valor do NDVI, Saloá-PE



**Autor:** Linaldo Santos, 2013.

A décima e ultima parcela também foi instalada no município de saloá, em uma área vizinha a parcela anterior, suas coordenadas geográficas são: latitude: 9.02673° S; longitude: 36.79199° W, com altitude de 1052 metros. Assim como na parcela 9, a vegetação se enquadra como sendo uma mancha de cerrado, sendo possível ser visualizado através da figura 56, inclusive em seu aspecto florístico, já que nesta área algumas espécies que se repetiam mais vezes na paisagem apresentavam flores e frutos, ratificando a hipótese de que nesse ambiente se estabeleceu uma mancha de cerrado. Com isto, espécies como *Stigmaphyllon paralias* (Malina), *Tibouchina multiflora* e *Lantana camara* (Chumbinho) são comuns à área. O fato de não haver nesta parcela clarões expondo o solo, fez com que o valor do NDVI se distinguisse bastante do valor registrado para a parcela anterior, nesta área o valor foi de 0.45, evidenciando toda a densidade da cobertura vegetal.

**Figura 56**: Representação da fisionomia da parcela 10, vegetação típica do cerrado, com elementos da caatinga, o que a torna uma área ecotonal, Saloá-PE.

**Autor:** Linaldo Santos, 2013.

Para uma melhor compressão dos resultados apresentados, principalmente no que diz respeito ao desenvolvimento da mancha de cerrado no topo do brejo no município de Saloá, algumas considerações são necessárias. Nesse sentido, com relação às coletas botânicas realizadas, sobretudo na parcela 9, na qual em uma primeira análise se pode constatar a existência de uma vegetação de cerrado, porém não houve condições de comprovar devido ao baixo número de espécies típicas do bioma cerrado. Contudo, o que de fato ocorre é que na ocasião da coleta a maioria das espécies não apresentavam flores e frutos o que dificultaria ou impossibilitaria a identificação no herbário, conforme relatado anteriormente. Com isso, várias espécies que apresentavam características típicas da vegetação de cerrado não foram contempladas no processo de coleta.

Entretanto, a fim de ratificar a existência da referida mancha de cerrado, buscou- se recorrer ao trabalho de Santos *et al.* (2014), em pesquisa na mesma área identificou espécies como *Tilesia baccata, Myrcia fallax e Coutarea hexandra*, além das espécies *Tocoyena formosa* e *Byrsonima gardnerana* que também foram coletadas na realização da presente pesquisa, todas elas típicas da flora do cerrado.

Com relação a qual classificação da fitofisionomia da mancha de cerrado encontrada no topo do Brejo de Saloá, é importante observar dois parâmetros mencionados por Ribeiro & Walter (2008). O primeiro diz respeito à fisionomia, definida pela estrutura e formas de crescimentos dominantes. O outro critério diz respeito a fatores físicos do ambiente e também da composição florística. Nesse sentido, o enclave de cerrado encontrado na área de estudo se enquadra na fisionomia de um cerrado *stricto senso*, devido a sua estrutura (forma), na qual é possível observar nas figuras 01, 53 e 56 como também por sua composição florística, pois foram coletadas espécies como *Stigmaphyllon paralias, Tocoyena formosa, Tibouchina multiflora, Lantana câmara, Lantana canescens,* entre outras, as quais fazem parte da flora do cerrado *stricto senso*, e são citadas na literatura como tal (COSTA, 2007; BASTOS & FERREIRA, 2010; MEDEIROS, 2011; MENDONÇA, 2008; RIBEIRO & WALTER, 2008).

Um direcionamento teórico bastante importe, ao qual essa questão do estabelecimento da mancha de Cerrado inserida no domínio semiárido encontra explicação, é a Teoria dos Refúgios. Nesse sentido, Troppmair (2006) destaca que os refúgios são áreas que podem ser florestais ou não, onde se estabelece uma biota em ambientes relativamente restritos, circundados por condições geoambientais diferenciadas, causando o impedimento de sua

expansão.

No tocante à teoria dos refúgios, devido a uma série de glaciações ocorridas no Quaternário, a dinâmica vegetacional do Brasil passou por fases de retração e expansão florestal, ocasionando alteração na posição das caatingas e dos cerrados, fato este que corrobora para a atestação da referida teoria (AB'SABER, 2005). Devido a alternância entre climas secos e úmidos nas regiões tropicais Conti e Furlan (2003) citam que o conjunto geobotânico brasileiro é resultado da expansão e retração das florestas, cerrados e caatingas desencadeados nos períodos de mudanças climáticas.

Na transição entre os períodos Pleistoceno e Holoceno, 18 a 12 mil anos A.P, as condições climáticas fizeram com que as caatingas ocupassem uma área bem maior do que nos dias atuais, extrapolando os domínios dos biomas cerrado e amazônico. Passado esse período mais seco de expansão da caatinga, as áreas onde se verifica a presença da vegetação do tipo cerrado se deu como refúgios; já em alguns locais a caatinga permaneceu como redutos (SILVA, 2011). Dessa forma, o cerrado encontrado no topo do Brejo de Saloá encontra explicação para o seu estabelecimento na teoria dos refúgios, de modo que, no recorte espacial onde o cerrado se desenvolve apresenta as condições necessárias para se enquadrar em tal teoria.

Para denominar esse tipo de ocorrência de vegetação típica de outra província fitogeográfica, Ab'Sáber (2005) classifica esse tipo de situação que se estabeleceu no Brejo de Saloá como enclave, caracterizada por estar encravada no interior de outro domínio, com uma natureza e composição completamente distinta. Este autor ainda acrescenta que para o estabelecimento dessas espécies nesses locais, possíveis corredores teriam existido em algum tempo impreciso, mas que provavelmente no momento geológico em que o clima era favorável para a expansão de tal vegetação.

Em texto sobre a dinâmica da expansão e retração do cerrado e da caatinga durante o Quartenário, Silva (2011) comenta que após o período de retração das caatingas, devido às flutuações climáticas, e com um clima mais úmido, essas condições fizeram com que houvesse uma expansão dos cerrados. Desse modo, este autor acrescenta que os enclaves de cerrado encontrados fora do seu domínio (Brasil central), são refúgios, interpretados como testemunhas de paleoambientes.

Complementarmente, também vale ressaltar a ocorrência de líquens da família Cladoniaceae, que são comuns em áreas de tabuleiros arenosos costeiros, no cerrado

amazônico (*lato senso*) e no cerrado do Brasil central (*stricto senso*) (figura 57). Em estudo sobre a espécie de líquen *Cladonia verticillaris*, *Buril et al.* (2010) fez coletas da referida espécie em duas áreas de cerrado, nos tabuleiros costeiros de Alhandra (PB) e, no cerrado que ocorre no brejo de Saloá (PE), Fato este que corrobora para o estabelecimento de mancha de Cerrado em Saloá, funcionando desta forma como um bioindicador de ambientes de cerrado.

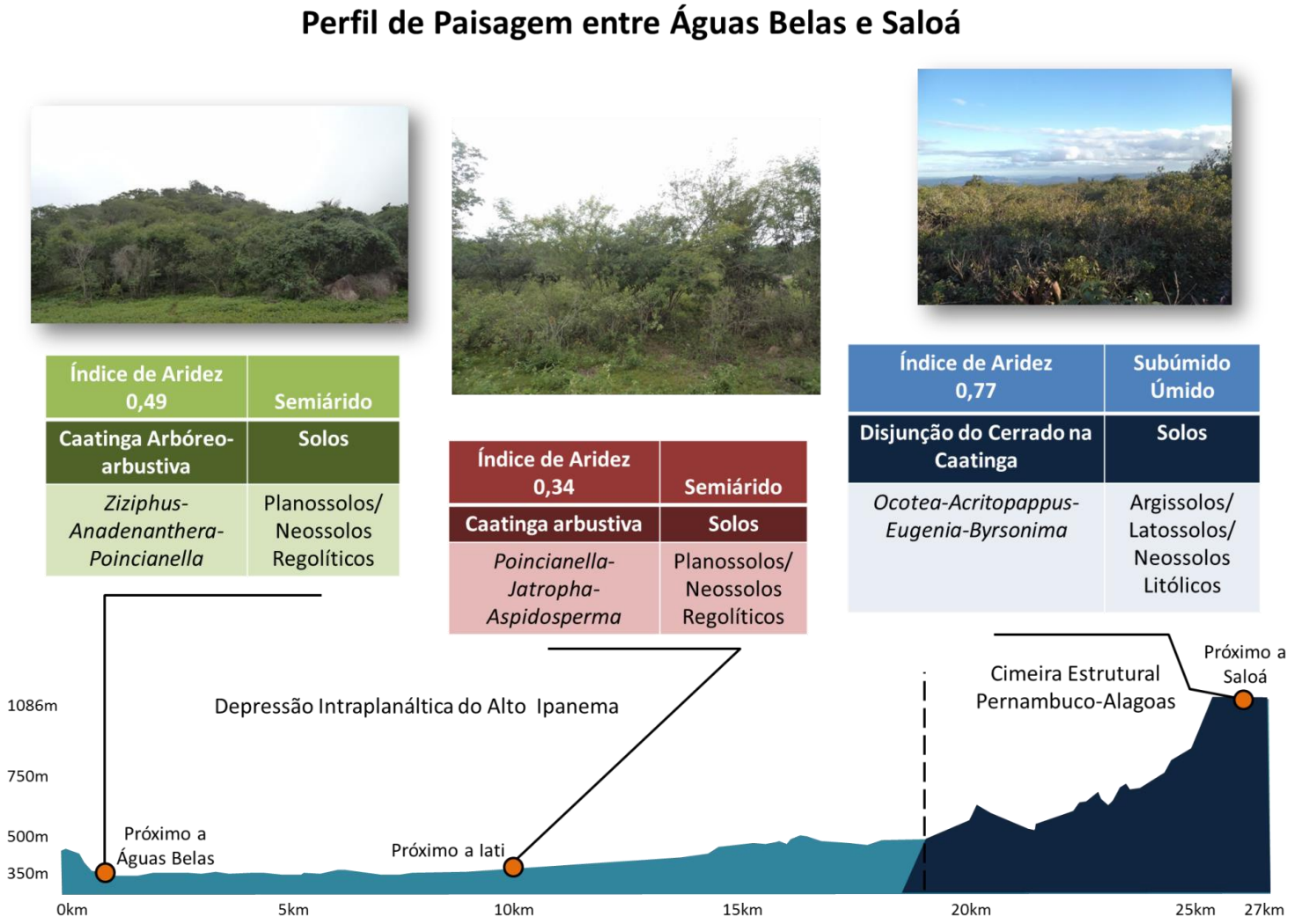
**Figura 57:** Aspecto do solo, contendo em sua composição líquens da família Cladoniaceae, caracterizando um bioindicador de área de cerrado.

**Foto:** Patryk Melo

.

O presente estudo se torna mais abrangente e esclarecedor à medida em que o recorte espacial proposto é analisado traçando um panorama fisiográfico do recorte da paisagem, abrangente aspectos das unidades de relevo, dos solos, e das diferentes coberturas vegetais envolvidas nesse processo de diferenciação da vegetação ao longo do perfil topográfico, como pode ser visualizado na figura 58, que expõe os diferentes aspectos ambientais da área estudada.

**Figura 58:** Perfil da Paisagem entre Águas Belas e Saloá




**Fonte:** Linaldo Santos, 2014.

.

Assim, através de agrupamentos das características ambientais, tais como: tipos de vegetação, índice de aridez, tipos de solo e unidades de relevo, foi possível estabelecer um perfil esquemático de como as diferentes formações vegetais se distribuem ao longo do gradiente topográfico.

De acordo com Thornthwaite (1948), o índice de aridez se dá numa relação da quantidade de pluviometria (P), e da perda máxima possível de água por Evapotranspiração Potencial (ETP). A variação das classes de índice de aridez que se reflete nas alterações dos ambientes pode ser constatada através da tabela 11.

**Tabela 3:** Classificação do índice de aridez de Thornthwaite.

| CLIMA | ÍNDICE |
|---|---|
| **Hiper-árido** | **< 0,05** |
| **Árido** | **0,05 – 0,20** |
| **Semiárido** | **0,21 – 0,50** |
| **Sub-úmido seco** | **0,51 – 0,65** |
| **Sub-úmido e úmido** | **> 0,65** |

Com relação à aplicação do índice de aridez ao presente estudo, exposto na figura 55, este foi de 0,34 nos ambientes onde as condições fisiográficas são mais secas, apresentando uma vegetação típica de caatinga arbustiva. Nos locais onde se estabelece uma caatinga arbórea o índice de aridez ficou em torno de 0,49, portanto apresentando condições mais úmidas, contudo permanecendo sob o domínio semiárido. Nas parcelas alocadas no topo do brejo, as condições de umidade são bastante significativas, refletindo no índice de aridez, que ficou em torno de 0,77, estando este ambiente sob o domínio do clima subúmido tendendo a úmido, fato este que favorece o estabelecimento do enclave de cerrado na área.

Desta forma, tais formações vegetais variam desde a caatinga típica de ambientes secos, passando por ambientes onde os condicionantes físicos favorecem o desenvolvimento de mata serrana, e culminando no enclave de cerrado no topo do Brejo de Saloá.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com resultados obtidos na pesquisa, ao longo do recorte espacial selecionado, que se estende desde a Depressão Interplanáltica do Alto Ipanema, nos municípios de Águas Belas e Iati, até a Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas, onde está inserido o município de Saloá, houve uma variação na estrutura e composição da cobertura vegetal.

Através de coletas botânicas realizadas nas parcelas instaladas, pode-se constatar com o resultado das identificações deste material em herbário, diferentes fitofisionomias. Desta forma, devido às diversas influencias dos condicionantes ambientais, sobretudo a variação de umidade ao longo do perfil topográfico, propiciando o estabelecimento e desenvolvimentos de um verdadeiro mosaico vegetal, se expressando pela Caatinga típica de ambientes secos, que por vezes é arbustiva densa, em outros locais é arbustiva esparsa; Caatinga arbórea, que desenvolve em ambientem onde há um acréscimo de umidade; Matas Serranas e de Altitude; como também, tais condicionantes locais propiciam o estabelecimento de um enclave de Cerrado.

O NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) mostrou-se bastante eficaz quanto à diferenciação dos níveis de densidade da vegetação. Sobretudo, quando os valores obtidos no NDVI são confrontados com as quotas altimétricas do terreno, auxiliando dessa forma na diferenciação dos padrões da cobertura vegetal.

Os resultados apontam que o enclave de Cerrado que se estabeleceu no topo do Brejo de Saloá se enquadra nas características fisionômicas e florísticas de Cerrado *Stricto Senso*. Para se chegar a esta conclusão foi preciso se embasar em alguns fatos e arcabouços teóricos como a Teoria dos Refúgios; as identificações das coletas de material botânico, os condicionantes ambientais gerados, sobretudo, pela exposição à umidade gerada pela altitude; e bioindicadores como os líquens da família *Cladoniaceae* são típicos de ambientes de cerrado em tabuleiros costeiros e em áreas cerrado de altitude, como é o caso do Brejo de Saloá.

Ressalta-se a importância para a Geografia e mais precisamente para a Biogeografia, um trabalho dessa natureza, em que se propõe a contribuir para a expansão do conhecimento da distribuição da flora no contexto do semiárido nordestino. Nesse sentido, o mesmo se mostra de grande valia no auxílio de práticas no âmbito do planejamento ambiental e na conservação de exemplares de ecossistemas presentes na paisagem estudada.

## REFERÊNCIAS

ABREU, M. C. **Sistemática do gênero Oxalis L. (Oxalidaceae R. Br.) no estado de Pernambuco, Brasil.** Dissertação. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2007.

AB'SABER, A. N. **Contribuição a Geomorfologia dos Cerrados.** In FERRI, M. G. (Ed) Simpósio Sobre o Cerrado. Editora da Universidade de são Paulo, São Paulo. 1963. P. 117-124.

AB'SABER, A. **Um Conceito de Geomorfologia a Serviço das Pesquisas sobre o Quaternário**. Geomorfologia, n. 18, IGEOG-USP, 1969.

AB'SABER, A. N. **Os Domínios de Natureza no Brasil:** potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 3ª edição, 2005. 159 p.

AB'SABER, A. N. **Brasil: Paisagens de exceção:** o litoral e o Pantanal Mato- Grossense patrimônios básicos: Ateliê Editorial, 2006. 182 p.

AGRA, M.F.; KIRIAKI, N.S.; BERGER, L.R. **Flora da Paraíba, Brasil: Solanum L. (Solanaceae).** Acta Botânica Brasílica, v.23, n.3, p.826-842, 2009.

AGUIAR, C.M.L.; ZANELLA, F.C.V.; MARTINS,C.F.; CARVALHO, C.A.L. de.**Plantas Visitadas por Centris (Hymenoptera-Apidae) na Caatinga para Obtenção de Recursos Florais**. Ecology, Behavior and Bionomics. Neotropical Entomology, v.32(2), p.247-259. 2003.

ALMEIDA Jr., E. B.; SANTOS-FILHO F. S.; ARAÚJO, E. L.; ZICKEL, C. S. **Structural characterization of the woody plants in restinga of Brazil.** Journal of Ecology and the Natural Environment, v.3(3), p.95-103. 2011.

ALMEIDA-SCABBIA, R. J.; SCHLITTLER, F. H. M.; CESAR, O.; MONTEIRO, R.;GOMES, E. P. C.; ROMANIUC NETO, S. **Características físico-químicas do solo e distribuição de espécies arbóreas em um trecho de cuesta basáltica, Analândia, SP, Brasil1.** Revista Brasileira de Biociências, v. 9, n. 3, p. 322-33. 2011.

ALVES, J.J.A. **Geoecologia da caatinga no semiárido do Nordeste brasileiro.** Rev. Climatologia e Estudos da Paisagem, v.2, n.1, p. 58-71, 2007.

ALVIN, P. T. **Teoria Sobre a Formação dos Campos Cerrados.** Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro. 1954, v.16, p. 496-498.

AMORIM, B. S. and ALVES, M. **Flora da Usina São José, Igarassu, Pernambuco: Myrtaceae**. Rodriguésia. v.62(3), p.499-514. 2011.

ANDRADE, G.O. & LINS, R.C. **Introdução ao Estudo dos "Brejos" Pernambucanos.** Arquivos. Instituto de Ciências da Terra. Universidade do Recife, 1964. Nº 2.

ANDRADE, K.V.S.; RODAL, M.J.N.; LUCENA, M.F. & GOMES, AP.S. **Composição**

**florística de um trecho do Parque Nacional do Catimbau, Buíque, Pernambuco - Brasil**. Hoehnea, v.31, p.337-348. 2004.

ANDRADE-LIMA, D. A. **The caatinga dominium**. Rev. Bras. Bot. Rio de Janeiro, v.4, n.1, p. 149-153, 1981.

ARAÚJO, F. S. **Estudos Fitogeográficos do Carrasco no Nordeste do Brasil**. Tese de Doutorado, UNICAMP,Campinas.1998.

ARAÚJO FILHO, J.C.; BURGOS, N.; LOPES, O.F.; SILVA, F.H.B.; MEDEIROS, L.A.R.; MÉLO FILHO, H.F.R.; SILVA, F.B.R.; LEITE, A.P.; SANTOS, J.C.P.; SOUSA NETO, N.C.; SILVA, A.B.; LUZ, L.R.Q.P.; LIMA, P.C.; REIS, R.M.G.; BARROS, A.H.C. **Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do estado de Pernambuco**. Recife: Embrapa Solos – UEP Recife; Rio de Janeiro. 2000. 522p.

ASNER, G. P., NEPSTAD, D., CARDINOT, G., RAY, D. **Drought stress and carbon uptake in an Amazon forest measured with spaceborne imaging spectroscopy.** PNAS, v. 101, n. 16, pp. 6039–6044. 2004.

ASNER, G.P. & WARNER, A.S. **Canopy shadow in Ikonos satellite observations of tropical forest and savanas.** Remote Sensing of Environment, v. 87, p. 521-533, 2003.

ASRAR, G., FUCHS M., KANEMASU, E. T., HATFIELD, J. L. **Estimating absorbed photosynthetic radiation and leaf area index from spectral reflectance in wheat**. Agronomy Journal, v. 76, pp. 300–306. 1984.

BANNARI, A., MORIN, D., BONN, F., HUETE, A. R. **A review of vegetation indices**. Remote Sensing Reviews, v. 13, pp. 95-120. 1995.

BARBOSA, D. C. A. **Estratégias de germinação e crescimento de espécies lenhosas da caatinga com germinação rápida**. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (Ed.). **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, p.625-656. 2003.

BESSE, J-M. **Ver a Terra: Seis Ensaios Sobre a Paisagem e a Geografia**. Editora Perspectiva. São Paulo, 2006.

BEZERRA, E. S; LOPES, A. V; MACHADO, I. V. **Biologia reprodutiva de *Byrsonima gardnerana* A. Juss. (Malpighiaceae) e interações com Abelhas *Centris* (Centridini) no Nordeste do Brasil.** Revista Brasileira de Botânica, v. 32, P. 95-108. 2009.

BITENCOURT, M. D.; MESQUITA Jr., H. N.; MANTOVANI, W.; BATALHA, M. A. & PIVELLO, V. R. 1997. **Identificação de fisionomias de cerrado com imagem índice de vegetação**. Pp. 316-320. In: L. L. Leite. & C. H. Saito (orgs.). **Contribuição ao Conhecimento Ecológico do Cerrado**. Editora Universidade de Brasília, Brasília. 1997.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria-Geral. **Projeto RADAMBRASIL.Folha SF 21 Campo Grande; Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e usopotencial da terra**. Rio de Janeiro, 1982. 416 p. (Levantamento de Recursos Naturais, 28).

BRITTO, I.C., QUEIROZ, L P., GUEDES, M.L.S., OLIVEIRA,N.C. & SILVA, L.B.**Flora fanerogâmica das dunas e lagoas de Abaeté, Salvador, Bahia**. Sitientibus, n.11, p.31-46. 1993.

BROWN, K.S., JR., SHEPPARD, P.M., J.R. TURNER. **Quaternary refugia in tropical America: Evidence from race formation in *Heliconius* butterflies**. *Proc. R. Soc. London*, B 187, p. 369-78. 1974.

BROWN JR., K.S. & A.N. AB'SÁBER. **Ice-age forest refuges and evolution in the Neotropics: correlation of palaeoclimatological, geomorphological and pedological data with modern biological endemism**. *Paleoclimas* (São Paulo). 5, p. 1-30. 1979.

BURIL, M. L. L; MARTINS, M. C. B; PEREIRA, E. C. G; SILVA, N. H. **ESTUDO COMPARATIVO DA FRAÇÃO FENÓLICA DA IMOBILIZAÇÃO EM SISTEMA DE FLUXO CONTÍNUO DE Cladonia verticillaris (RADDI) FR. (ASCOMYCOTA: LECANOROMYCETES) DE DUAS ÁREAS DISTINTAS DE CERRADO.** In: 61° Congresso Nacional de Botânica. Manaus, Amazônia, Brasil. 2010.

CALDAS LINS, R. **As Áreas de Exceção do Agreste de Pernambuco.** SUDENE/PSU/SER. Série estudos Regionais. Recife, 1989. 402p.

CAMARGO, A. P. de. **Clima do cerrado**. In: FERRI, M. G. (coord.) III Simpósio sobre o cerrado. São Paulo, Edgard Blucher /EDUSP, p. 93-115. 1971.

CAMPBELL, J. B. **Introduction to remote sensing**, 2 ed, New York-London, The Guilford Press, 622p., 1996.

CARDOSO, E.; SCHIAVINI,I**. Relação entre a distribuição de espécies arbóreas e topografia em uma gradiente florestal na Estação Ecológica de Panga (Uberlândia, MG).** Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 277-289, 2002.

CARDOSO, D.B.O. S; QUEIROZ, L. P. de. **A caatinga no contexto de uma metacomunidade: evidências da biogeografia, padrões filogenéticos e abundância de espécies em Leguminosas.** In: Carvalho, C. J. B. de; Almeida, E. A. B. **Biogeografia da América do Sul: padrões & processos.** São Paulo, Editora Roca. 2011.

CARNEIRO FILHO, A. **Cerrados Amazônicos: fosséis vivos? Algumas reflexões.**Ver. Inst. Geol. 1993. 14: 63-68.

CARREIRA, R. C.; ZAIDAN, L. B. P. **Germinação de sementes de espécies de Melastomataceae de Cerrado sob condições controladas de luz e temperatura**. Hoehnea, v.34, p.261-269. 2007.

CARVALHO JÚNIOR, O. A; SAMPAIO, C. S; SILVA, N. C; COUTO JÚNIOR, A. F; GOMES, R. A. T; CARVALHO, A. P. F; SHIMABUKURO, Y. E. **Classificação de Padrões de Savana Usando Assinaturas Temporais NDVI do Sensor MODIS no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros**. Revista Brasileira de Geofísica. Vol. 26 (4). p. 505-517, 2008.

CASTRO, A. S. & CAVALCANTE, A. **Flores da caatinga (Caatinga flowers).** Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação – Instituto Nacional do Semiárido, Campina Grande-PB. 2011.

CAVALCANTI, R. B. **Cerrado e Pantanal: áreas e ações prioritárias para conservação da biodiversidade.** Ministério do Meio Ambiente, Brasília, p.540. 2007.

COLE, M. M. **The Savannas. Biogeography and Geobotany.** Academic Press, Harcourt Brace Javanovich Publishers. London, UK. 1986.

CONTI, J. B.; FURLAN, S. A. **Geoecologia: O Clima, os Solos e a Biota**. In: ROSS, J. S. (Org.). Geografia do Brasil. 4. ed. 1 reimp. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 2003.

CORRÊA, A.C.B. **Dinâmica goemorgológica dos compartimentos elevados do Planalto da Borborema, Nordeste do Brasi.** Rio Claro. Tese de Doutorado- IGCE, UNESP. 2001,386p.

CORRÊA, A. C. B., TAVARES, B. A. C., MONTEIRO, K. A., CAVALCANTI, L. C. S., LIRA, D. R. **Megageomorfologia e Morfoestruturas do Planalto da Borborema.** Revista do Instituto Geológico, n31. São Paulo. p.35-52. 2010.

COUTINHO, L.M. **O bioma do cerrado**. In: KLEIN, A. L. (org.) **Warming e O cerrado brasileiro –** um século depois. Pp. 77-92. Editora UNESP; Imprensa Oficial do Estado. São Paulo. 2000.

ENMERICHI, K. H. **Influence of Landform, Landscape Development and Soil Moisture Balance on Forest and Savana Ecosystem Patterns in Brazil.** Pedologie, Rozier. 1990, v. 40, p. 5-17.

FAUSTO, M. A; MACHADO, N. G; NOGUEIRA, J. S; BIUDES, M. S. **Comparação do Índice de Vegetação por Diferênça Normalizada (NDVI) em uma Área de Cerrado, MT;** In: IX Congresso Brasileiro de Agroinformática. 2013.

FELFILI, M; SOUSA-SILVA, J. C; SCARIOT, A. **Biodiversidade, Ecologia e Conservação do Cerrado: Avanços no Conhecimento.** In: SCARIOT, A; SOUSA-SILVA, J. C; FELFILI, J. M. **Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação.** Ministério do Meio Ambiente. 2005, p.439.

FERNANDES, A. **Fitogeografia do Semi-Árido**. Anais da 4ª Reunião Especial da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, SBPC, Feira de Santana. 1996, p. 215-219.

FERRI, M. G. **Ecologia do Cerrado.** Editora Itatiaia e EDUSP. 1979.

FORMIGONI, M. H.; QUARTO, J. P.; XAVIER, A. C. **Análise temporal de área irrigada e caatinga na região de Petrolina por meio de dados EVI do MODIS**. In: Simposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13, 2007, Florianópolis. Anais... São Jose dos Campos: INPE, 2007.

FORZZA, RC., org., *et al.*. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil** [online]. Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, v.2, p.828. 2010.

GANDOLFI, S. **Historia natural de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas** (São Paulo, Brasil). 2000. 520 f. Tese (Doutorado em BiologiaVegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

GARCIA, L.C.; BARROS, F.V.; LEMOS FILHO, J.P. **Comportamento germinativo de duas espécies de canga ferrífera: Baccharis retusa DC. (Asteraceae) e Tibouchina multiflora Cogn. (Melastomataceae)**. Acta Botanica Brasilica, v.20, n.2, p.443-8. 2006.

GIULIETTI, A.M., et al. **Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga**. In: J.M.C. SILVA, M. TABARELLI, M.T. FONSECA & L.V. LINS (orgs.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília. p. 48-90. 2004.

GOODLAND, R. **A Phisiognomic Analysis of the 'Cerrado' Vegetation of Central Brasil**. J. *Ecol*. 1971, v. 59, p. 411-419.

HAFFER, J. **Speciation in Amazonian forest birds**. *Science*, 165, p. 131-37, 1969.

HAFFER, J. **Avian speciation in tropical America**. *Publ. Nuttall Ornith. Club*, 14, 1974.

HAFFER, J. **General aspects of the refuge theory**. In: PRANCE, G. T. (ed.): *Biological diversification in the tropics*. Nova York: Columbia Univ. Press, p. 6-24, 714 p. 1982.

HAFFER, J.; PRANCE, G. T. **Impulsos climáticos da evolução na Amazônia durante o Cenozóico: sobre a Teoria dos Refúgios da diferenciação biótica**. Estudos Avançados, USP, São Paulo, 16. 2002.

HATSCHBACH, G. *et al.* **Levantamento Florístico do Cerrado (Savana) Paranaense e Vegetação Associada**. Boletim do Museu Botânico Municipal. Curitiba, 2005. V. 66, p. 1-40.

HENRIQUES, R. P. B. **Influência da História, Solo e Fogo na Distribuição e Dinâmica da Fitofisionomias no Bioma Cerrado.** In: SCARIOT, A; SOUSA-SILVA, J. C; FELFILI, J. M. **Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação.** Ministério do Meio Ambiente. 2005, p.439.

HOFFER, R. M. **Biological and physical considerations in applying computer – aided analysis techniques to remote sensor data**. IN: SWAIN, P. H.; DAVIS, S. M. (Org.)

**Remote sensing: the quanitative approach**. Purdue University, USA: Mc Graw-Hill, p. 227 – 289. 19978.

HUECK, K. **Sobre a Origem dos Campos Cerrados do Brasil e Algumas Novas Observações no Seu Limite Meridional.** Revista Brasileira de Geografia. 1957. 19: 67-81.

IBGE, **Introdução ao processamento digital de imagens, IBGE, Primeira Divisão de Geoprocessamento do Nordeste.** Rio de Janeiro: IBGE, Série Manuais Técnicos em Geociências, número 9. 92 p. 2001.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro, 1992. 92 p.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos.** 2a ed. IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 275p. 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades.** Disponível em < http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em 11 de Julho. 2014.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. 2ed. São José dos Campos: Parêntese, 604 p. 2009.

LIANG, S. **Quantitative remote sensing of land surfaces**, ed. Wiley Interscience, New Jersey, USA, 534p. 2004.

**Lista de Espécies da Flora do Brasil.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 15 de Junho. 2014.

LORENÇO, A. R. L.; BARBOSA, M. R. V. **Myrtaceae em restingas no limite norte de distribuição de Mata Atlântica,** Brasil. Rodriguésia, Rio de Janeiro, v.63, n.02, p.373-393. 2012.

MACHADO, I.C. & LOPES, A.V. **Recursos florais e sistemas de polinização e sexuais em caatinga. In Ecologia e conservação da caatinga** (I.R. Leal, M. Tabarelli & J.M.C. Silva, orgs.). Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, p.515-563. 2003.

MEDEIROS, J. de D. **Guia de campo: vegetação do Cerrado 500 espécies**. Ministério do Meio Ambiente/SBF, Brasília. 2011.

MENDONÇA, R. C de; FELFILI, J. M; WALTER, B. M. T; M. C. SILVA JÚNIOR; REZENDE, A. V; FILGUEIRAS, T. S; NOGUEIRA, P. E. **Flora Vascular do Bioma Cerrado**. Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 1997. V. 21, p. 235-392.

MENDONÇA, R. C.; FELfiLI, J. M.; WALTER, B. M. T.; SILVA JÚNIOR, M. C.;

REZENDE, A. V.; FILGUEIRAS, T. S. & NOGUEIRa, P. E. **Flora Vascular do Cerrado**. Pp. 289-556. In: S. M. SANO & S. P. ALMEIDA (eds). **Cerrado: ambiente e flora. Planaltina**, EMBRAPA-CPAC. 2008.

MIRANDA, M. D & GIMENES, M. **Biologia Floral e Reprodutiva de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz (Leguminosae Caesalpinioideae) em uma área de Caatinga no Município de Banzaê, Bahia, Brasil.** Magistra, Cruz das Almas-BA, v.25, n.1, p. 43-54. 2013.

MÜLLER, P. **The dispersal centres of terrestrial Vertebrates in the Neotropical realm**. Junk Publ., The Hague, 244 p. 1973.

MYNENI, R. B., HALL, F. G., SELLERS, P. J., MARSHAK, A. L. **The interpretation of spectral vegetation indexes**. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, v. 33, pp. 481–486. 1995.

NASCIMENTO, L.R.S.L. **Dinâmica vegetacional e climática holocênica da Caatinga, na região do Parque Nacional do Catimbau.** Dissertação (Mestrado em Geociências). Recife: Universidade Federal de Pernambuco. p.137. 2008.

NETO, O. D. S.; KARSBURG, I. V.; YOSHITOME, M. Y. **Viabilidade e** germinabilidade polínica de populações de jurubeba (Solanum paniculatum L.) Revista de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta, v.4, n.1, p.67-74. 2006.

NUNES, I.R.F; FAGUNDES,M.; ALMEIDA, H.S; VELOSO, M.D.M. **Aspectos ecológicos da aroeira (myracrodruon urundeuva Allem - anacardiaceae): Fenologia e germinação de sementes**. Revista Árvore, Viçosa-MG, v.32, n.2, p.233- 243. 2003

OLIVEIRA, P. E; BEHLING, H; LEDRU, M. P; BARBERI, M; BUSH, M; SALGADO-LABOURIAU, M. L; GARCIA, M. J; MEDEANIC, S; BARTH, O.M; BARROS, M. A; SCHEEL-YBERT, R. **Paleovegetaçã e Paleoclimasdo Quaternário do Brasil.** In: SOUZA, C. R. G; SUGUIO, K; OLIVEIRA, A. M. S; OLIVEIRA, P. E. **Quaternário do Brasil.** Holos Editora. 2005, p. 378.

OLIVEIRA, A. C. P.; PENHA, A. S.; SOUZA, R. F; LOIOLA, M. I. B. **Composição florística de uma comunidade savânica no Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil.** Acta Botanica Brasilica, v.26(3), p.559-569. 2012.

OLIVEIRA FILHO, A. T. et al. **Espécies de ocorrência do domínio do cerrado e da caatinga**. In: OLIVEIRA FILHO, A. T.; SCOLFORO, J. R.(Ed.). **Inventário Florestal de Minas Gerais: Espécies Arbóreas da Flora Nativa**. Lavras: UFLA, cap. 8, p.547- 575. 2008.

PAULA, J. E. de; IMAÑA-ENCINAS, J; SANTANA, O. A; RIBEIRO, G. S; IMAÑA, C. R. **Levantamento Florístico e sua Distribuição Diamétrica da Vegetação de um Cerrado *sensu stricto* e de um Fragmento de Floresta de Galeria no Ribeirão Dois Irmãos na APA de Cafuringa, DF, Brasil.** Biotemas, p. 35-46. 2009.

PAULUS, R. I. **Caracterização morfológica e métodos para superação de dormência de sementes de *randia armata (de candolle sw.)*.** Dissertação. Universidade Federal de Pelotas. 2005.

PEREIRA, R. C. A.; SILVA, J. A.; BARBOSA, J. I. S. **Flora de um "brejo dealtitude" de Pernambuco: reserva ecológica da Serra Negra.** Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, Recife, v.7, p.286-304. 2010.

PRADO, D. E. **As Caatingas da América do Sul**. In.: LEAL, I. R. & TABARELLI, M. (Eds.) **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Editora Universitária: UFPE. 2003.

PRANCE, G.T. **Phytogeographic support for the theory of Pleistocene forest refuges in the Amazon basin, based on evidence from distribution patterns in Caryocaraceae, Chrysobalanaceae, Dichapetalaceae and Lecythidaceae**. *Acta Amazônica* 3, p. 5-28, 1973.

PRANCE, G.T. (ed.) ***Biological diversification in the tropics***. Nova York, Columbia Univ. Press, 714 p. 1982.

PRANCE, G.T. **Island in Amazonia.** Philos. Trans. Roy. Soc. 1996. B 351: 823-833.

QUEIROZ NETO, J. P. **Solos da Região dos Cerrados e Suas Interpretações.** Revista Brasileira de Ciência do Solo**,** Campinas. 1982, vol. 6, p. 1-12.

RAMME, F. L. P, LAMPARELLI, R. A. C, ROCHA, J. V. **Perfis temporais NDVI MODIS, na cana-soca, de maturação tardia.** Eng. Agríc., Jaboticabal, v.30, p.480-494. 2010.

REGO, N.H. **Variação da Estrutura da Vegetação Arbórea em uma Topossequência num Vale da Serra de Maracaju, Aquidauana, MS**. Tese. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. 2008.

REIS, A. C. S. **O fator climático. In: Áreas de exceção da Paraíba e dos sertões de Pernambuco**.Recife. Série Estudos Regionais n.19. 1988.

RIBEIRO, J.F. & WALTER**,** B.M.T. **Fitofisionomias do bioma cerrado**. In: SANO, S.M., ALMEIDA, S.P de. (Ed.) **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, p. 89-166. 1998.

RIBEIRO, J.F. & WALTER**,** B.M.T. **As principais fitofisionomias do bioma cerrado**. In: SANO, S.M., ALMEIDA, S.P de. (Ed.) **Cerrado: ambiente e flora**. Brasília: EMBRAPA, v.1, p.152-212. 2 0 0 8 .

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil – Aspectos ecológicos**. São Paulo:Hucitec, Edusp. 2º volume, 1997. 747p.

ROCHA, L. N. G; MELO, J. I. M.; CAMACHO, R. G. V. **Flora do Rio Grande**

**doNorte, Brasil: Turneraceae Kunth ex DC.** Rodriguésia, v.63(4), p.1085-1099. 2012.

RODAL, M.J.N.; SALES, M.F.; SILVA, M.J.S. & SILVA, A. **Flora de um brejo de altitude na escarpa oriental do planalto da Borborema, PE, Brasil**. Acta Botanica Brasilica, v.19, p.843-858. 2005.

RODRIGUES, R. R.; MORELLATO, L. P. C.; JOLY. C. A.; LEITÃO FILHO, H. **Estudo florístico e fitossociológico em um gradiente altidudinal da mata estacional mesófila semidecídua na serra do Japi, Jundiaí, SP**. Revista Brasileira de Botânica, São Paulo,v. 12, p. 71-84,1989.

ROSSATO, D.R., TONIATO, M.T.Z. & DURIGAN, G. **Flora fanerogâmica não-arbórea do cerrado na Estação Ecológica de Assis, estado de São Paulo**. Revista Brasileira de Botânica, v.31, p.409-424. 2008.

SANTANA, O.A.; CARVALHO JÚNIOR, O.A.; GOMES, R.A.T., CARDOSO, W.S.; MARTINS, E.S.; PASSO, D.P. **Distribuição de espécies vegetais nativas em distintos macroambientes na região do oeste da Bahia**. Espaço e Geografia, v. 13, n. 2, p. 181-233, 2010.

SANTOS, J. S. et al. **Verbenaceae *sensu stricto* na região de Xingó: Alagoas e Sergipe, Brasil**. Rodriguésia, Rio de Janeiro, v. 60, n. 4, p. 985-998, 2009.

SANTOS, V.J.; SALES, M.F. **A tribo Hippomaneae A. Juss. ex Spach. (Euphorbiaceae Juss.) no estado de Pernambuco, Brasil.** Acta Botânica Brasilica v.23, n.4, p.976-990, 2009.

SANTOS, S. O; ALVES, M. **Sinopse taxonômica da família Lauraceae na porção norte da Floresta Atlântica brasileira.** Revista Brasileira de Biociências. v.11 (1), p.14-28.2013.

SANTOS, L. S.; SILVA, H. P. B; PEREIRA, E. C. G. **Cerrado em área disjunta em brejo de altitude no agreste pernambucano, brasil.** Boletim Goiano de Geografia. v.34, n.32, p.337-353. 2014.

SÁTIRO, L.N. & ROQUE, N. **A família Euphorbiaceae nas caatingas arenosas do médio rio São Francisco, BA, Brasil. Acta Botanica Brasilica.** v.22, p.99-118. 2008.
SILVA J. G; OLIVEIRA, A. S. **A vegetação de** restinga **no município de Maricá – RJ.** Acta Botanica Brasilica, v.3(2), p.253-272. 1989.

SILVA, R. A.; SANTOS, A. M. M.; TABARELLI, M. **Riqueza e diversidade de plantas lenhosas em cinco unidades de paisagem da caating**a. In: LEAL, I. R.; TABERELLI, M.; SILVA, J. M. C. da. (Ed). **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, p. 337-366. 2003.

SILVA, J.S.; SALES, M. F; CARNEIRO-TORRES, D. S. **O gênero Croton L. (Euphorbiaceae) em Pernambuco, com ênfase nas espécies da microrregião do vale do Ipanema**. Rodriguésia, v.60(4), p.879-901. 2009.

SILVA, A. P. N, MOURA, G. B. A, AMANAJÁS, J. C, GOMES, N. V. **Variabilidade espaço-temporal do NDVI em área degradada em Floresta (PE).** In: XVI Congresso Brasileiro de Agrometereologia, 2009, Belo Horizonte – MG. 2009.

SILVA, J. M.; FRANCO, E. S. **Florística de espécies arbórea-arbustivas do sub-bosque com potencial fitoterápico em fragmento florestal urbano no município de Camaragibe, Pernambuco, Brasil.** Caminhos de Geografia, v.11(35), p.179-194. 2010.

SIMPSON, B.B. & J. HAFFER. **Speciation patterns in the Amazonian forest biota.** *Ann. Rev. Ecol. Syst*. 9, p. 497-518, 1978.

SOBREVILLA, C. & BATH, P**. Evaluación ecológica rápida: un manual para usuarios deAmérica Latina y el Caribe.** Washington, The Nature Conservancy. 1992.

SILVA, M. L. **A Dinâmica de Expansão e Retração de Cerrados e Caatingas no Período Quaternário: Uma Análise Segundo a Perspectiva da Teoria dos Refúgios e Redutos Florestais.** Revista Brasileira de geografia Física. v.4, p.57-73. 2011.

SOUSA, S. M.; PIERRE, P. M. O.; TORRES, G. A.; DAVIDE, L. C.; VICCINI, L. F.**Relationship between pollen morphology and chromosome numbers in Brazilian species of *Lippia* L. (Verbenaceae).** Anais da Academia Brasileira de Ciências (Annals of the Brazilian Academy of Sciences), v.85, p.147-157. 2013.

SOUZA, J.A.N.; RODAL, M.J.N. **Levantamento florístico em trecho de vegetação ripária de Caatinga no Rio Pajeú, Floresta/Pernambuco – Brasil**. Revista Caatinga, v.23(4), p.54-62. 2010.

STÖCKLI, R., VIDALE, P. L **European plant phenology and climate as seen in a 20-year AVHRR land-surface parameter dataset**. International Journal of Remote Sensing, v. 25, n. 17, pp. 3303-3330. 2004.

STÖCKLI, R. C., 2005, **Estimating NDVI and IAF with simple radiometric and photographic methods: A remote sensing tutorial for teachers and students**. Disponível em: <http://www.iac.ethz.ch/people/stockli>. Acesso em: 24 maio 2013.

THORNTHWAITE, C. W. **An approach toward a rational classification of climate**. Geographical Review, New York, v. 38, p. 55-94, 1948.

TROPPMAIR, H. **Biogeografia e Meio Ambiente**. 7. ed. Rio Claro: Divisa. 2006.

TROPPMAIR, H. **Geossistemas**. Mercator – Revsta de Geografia da UFC, n. 10, 2006

VAN DER HAMMEN, T. & H. HOOGHIEMSTRA. **Neogene and Quaternary historyof vegetation, climate, and plant diversity in Amazonia**. Quaternary Sci. Rev. 19, p. 725-42, 2000.

VANZOLINI, P.E. & E.E. WILLIAMS. **South American anoles: Geographic**

**differentiation and evolution of the *Anolis chrysolepis* species group (Sauria, Iguanidae)**. São Paulo, *Arquivos de Zoologia*, 19, p. 1-298, 1970.

VANZOLINI, P.E. "**Paleoclimates, relief, and species multiplication in equatorial forests: 255-258**". In: MEGGERS, B.J., AYENSU, E.S. & W.D. DUCKWORTH (eds.) *Tropical forest ecosystems in Africa and South America: a comparative review*. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press, 350 p. 1973.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. de. *et al*. **As Regiões Naturais do Nordeste, o Meio e a Civilização**. CONDEPE. Recife, 1971. 442 p.

VATTIMO, I de. **Contribuição ao conhecimento da distribuição geográfica das Lauraceae VI.** Rio de Janeiro: Rodriguésia. 1980.

VERSTRAETE, M. M., PINTY, B. **Designing spectral indexes for remote sensing applications**, IEEE Transactions on Geosciences and Remote Sensing, v. 34, pp.1254–1265. 1996.

VIADANA, A. G. **Biogeografia: natureza, propósitos e tendências**. In: VITTE, A.C; GUERRA, A.J.T (org.). **Reflexões sobre a geografia física no Brasil.** 2ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p. 111-128.

VUILLEUMIER, B.S. "**Pleistocene changes in the fauna and flora of South America**". *Science*, 173, p. 771-80, 1971.

WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do Bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas.** Brasília, 2006. Tese (Doutorado em Ecologia). Universidade de Brasília. 389 p.

WARMING, E. **Lagoa Santa**. Et. Beitrag til den Biologiske Plantegeografi. D. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skr. 6, Raekke VI. 1892. (Tratado do Dinamarqués por A. Loefgren, 2ª ed., São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo e Editora Itatiaia, 1973).