



ATLAS

DAS CAATINGAS

O único bioma exclusivamente brasileiro

OF THE CAATINGAS

The only biome exclusively Brazilian



ATLAS

DAS CAATINGAS

O único bioma exclusivamente brasileiro

OF THE CAATINGAS

The only biome exclusively Brazilian

Neison Cabral Ferreira Freire

Débora Coelho Moura

Janaína Barbosa da Silva

Alexandrina Saldanha Sobreira de Moura

José Iranildo Miranda de Melo

Admilson da Penha Pacheco



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

FUNDAÇÃO JOAQUIM NABUCO | UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

FEDERATIVE REPUBLIC OF BRAZIL
FEDERAL CIVIL SERVICE
MINISTRY OF EDUCATION

JOAQUIM NABUCO FOUNDATION | FEDERAL UNIVERSITY OF CAMPINA GRANDE

ATLAS

DAS CAATINGAS

O único bioma exclusivamente brasileiro
OF THE CAATINGAS
The only biome exclusively Brazilian

*Este livro é resultado da pesquisa:
"Mapeamento e Análise Espectro-Temporal das Unidades de Conservação de Proteção Integral da Administração Federal no Bioma Caatinga", realizada entre 2013 e 2016 pela Fundação Joaquim Nabuco (Fundaj) e a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).*

*This book is a result of the research:
Mapping and Temporal-Spectrum Analysis of the Caatinga Biome of Full Protection Conservation Units under Federal Administration, held between 2013 and 2016 by Joaquim Nabuco Foundation (Fundaj) and the Federal University of Campina Grande (UFCG).*

Neison Cabral Ferreira Freire

Coordenador da Pesquisa | Fundação Joaquim Nabuco

Débora Coelho Moura

Universidade Federal de Campina Grande

Janaína Barbosa da Silva

Universidade Federal de Campina Grande

Alexandrina Saldanha Sobreira de Moura

Fundação Joaquim Nabuco

Universidade Federal de Pernambuco

José Iranildo Miranda de Melo

Universidade Estadual da Paraíba

Admilson da Penha Pacheco

Universidade Federal de Pernambuco

Recife

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Fundação Joaquim Nabuco - Biblioteca)

International Data Cataloging in Publication (CIP data)
(Joaquim Nabuco Foundation - Library)

F866a Freire, Neison Cabral Ferreira (Org.)

Atlas das caatingas- o único bioma exclusivamente brasileiro/ Neison Cabral Ferreira Freire, Débora Coelho Moura, Janaína Barbosa da Silva, Alexandrina Sobreira de Moura, José Iranildo Miranda de Melo, Admilson da Penha Pacheco. - Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2018.
p.200: il

Inclui bibliografia
ISBN: 978-85-7019-679-8

1. Caatinga, Vegetação, Conservação, Brasil. 2. Meio ambiente, sensoriamento remoto. I. Título

CDU: 626.875(81)

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

GOVERNO FEDERAL

Presidente da República

Michel Miguel Elias Temer Lulia

Ministro da Educação

Rossieli Soares da Silva

Presidente Interina da Fundação Joaquim Nabuco

Ivete Jurema Esteves Lacerda

Diretora de Pesquisas Sociais

Alexandrina Saldanha Sobreira de Moura

Coordenadora de Programas Institucionais

Cátia Wanderley Lubambo

Coordenador do Programa Institucional Nº 5 – “Educação, Governança e Sustentabilidade

Pedro Castelo Branco Silveira

Coordenador do Centro Integrado de Estudos Georreferenciados para a Pesquisa Social

Mário Lacerda de Melo – CIEG

Neison Cabral Ferreira Freire

Diretor e Roteirista do Documentário “Caatingas em Risco”

José Augusto Amorim Guilherme da Silva

Reitor da Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Vicemário Simões

Pró-Reitor de Pesquisa e Extensão

Prof. Dr. Onireves Monteiro de Castro

Colaboradores

Prof. Dr. José Iranildo Miranda de Melo (UEPB)

Prof. Dr. Admilson da Penha Pacheco (UFPE)

Juvenita Lucena (Fundaj)

Ana Paula Araújo (UFCG)

Apoio Técnico

Darcilene Cláudio Gomes

Jorge Medeiros

Luciana Távora

Ricardo Nóbrega

Robson Valentim

Apoio Administrativo

Ariane Riveca

Fátima Barroca

Luciana Campelo

Olívia Guerra

Apoio Logístico

Adão dos Reis Silva (condutor ambiental Parque Nacional Serra das Confusões)

Antonio de Souza (motorista)

Elizeu Farias (motorista)

Ivanildo Roberto da Silva (motorista)

Manuel Nascimento Barbosa (motorista)

Mário Afonso Landim (condutor ambiental Parque Nacional Serra da Capivara)

Nícolas Mateus Guedes da Silva (guia)

Apoio Financeiro

Programa Interinstitucional de Bolsas de Iniciação Científica - Pibic/Fundaj/CNPq

Bolsistas e Estagiários

Amauri Lopes (UFPE/DECart)

Ana França (UFPE/DCG)

Athos Menezes (UFPE/DCG)

Débora Nathalia (UFPE/DECart)

Erbeth Yuri dos Santos Nascimento (UFCG/UAG)

Francilaine Lima (UFCEG/UAG)
Isis Rodrigues (UFPE)
Ítalo Francis (UFPE/DCG)
Lais Lopes (UFPE)
Luanda Calado (UFPE)
Luís Pedro do Nascimento Souza (UFCEG/UAG)
Rafael Dantas de Moraes (UFCEG/UAG)
Rayane Cavalcanti da Fonseca (UFPE/DECart)

Agradecimentos

Ministério do Meio Ambiente (MMA)
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)
Bruno Lintomen (Parque Nacional Chapada Diamantina)
Diego Meireles Monteiro (Reserva Biológica de Serra Negra)
Ely Enéas Florentino de Sousa (Monumento Natural do São Francisco)
Evandro Pereira da Silva (Parque Nacional Cavernas do Peruaçu)
Fernando Augusto Tambelini Tizianel (Parque Nacional Serra da Capivara)
Francisco Assis Araújo (Parque Nacional Catimbau)
George Stephenson Batista (Estação Ecológica do Seridó)
Gilson Mota (Parque Nacional de Ubajara)
Honório Miguel Arrais (Estação Ecológica de Aiuaba)
José Tiago Almeida dos Santos (Estação Ecológica Raso da Catarina)
José Wilmington Paes Landim Ribeiro (Parque Nacional Serra das Confusões)
Leonardo Brasil de Matos Nunes (Parque Nacional de Fuma Feia)

Márcio Lopes da Silva (UFAL)
Marleno Costa (Parque Nacional Serra de Itabaiana)
Maurício Oliveira (Parque Nacional de Sete Cidades)
Companhia Hidrelétrica do São Francisco (Chesf)
Arthur Guilherme Magalhães Procópio (Real Cor)
Luís Henrique Romani de Campos (Fundaj)
Nilsa de Lima Pereira Sales (UFMC)
Luiz Henrique de Souza (UFMC)
Paulo Belchior (Deptº Meio Ambiente/Chesf)
Lázaro Luiz Carvalho Galvão (Chesf Xingó)
Nilton Roberto Mendonça (UHE Xingó)
Mayra Ligia de Albuquerque Cordeiro (Cieg/Fundaj)
Astrid Melo (Cieg/Fundaj)
Janirza Rocha Lima (CEDIST/Fundaj)

Sumário

- 9 Apresentação
- 15 Meio Ambiente no Brasil
- 25 Sensoriamento Remoto e Meio Ambiente
- 33 Metodologia
- 42 Parque Nacional do Catimbau
- 52 Estação Ecológica Raso da Catarina
- 60 Monumento Natural do São Francisco
- 68 Parque Nacional das Cavernas do Peruaçu
- 78 Parque Nacional da Serra das Confusões
- 88 Parque Nacional da Serra da Capivara
- 98 Parque Nacional Chapada Diamantina
- 110 Parque Nacional Serra de Itabaiana
- 118 Parque Nacional Sete Cidades
- 128 Parque Nacional de Ubajara
- 138 Estação Ecológica de Aiuaba
- 148 Estação Ecológica do Seridó
- 158 Reserva Biológica Serra Negra
- 168 Parque Nacional da Fuma Feia
- 179 Caatingas em risco: os desafios à conservação da sua biodiversidade
- 185 Referências

Summary

- 9 Presentation
- 15 Environment in Brazil
- 25 Remote sensing and environment
- 33 Methods
- 42 Catimbau National Park
- 52 Raso da Catarina Ecological Station
- 60 São Francisco Natural Monument
- 68 Cavernas do Peruaçu National Park
- 78 Serra das Confusões National Park
- 88 Serra da Capivara National Park
- 98 Chapada Diamantina National Park
- 110 Serra de Itabaiana National Park
- 118 Sete Cidades National Park
- 128 Ubajara National Park
- 138 Aiuaba Ecological Station
- 148 Seridó Ecological Station
- 158 Serra Negra Biological Reserve
- 168 Fuma Feia National Park
- 179 Caatingas at risk: the challenges to biodiversity conservation
- 185 References



Apresentação

Jóias da natureza: as 14 unidades de proteção integral da Caatinga

Este livro trata de uma das jóias do meio ambiente no Brasil: as unidades de proteção integral do Bioma Caatinga. É um desdobramento da pesquisa intitulada “Mapeamento e Análise Espectro-Temporal das Unidades de Conservação de Proteção Integral da Administração Federal no Bioma Caatinga” que foi realizada por pesquisadores e professores da Fundação Joaquim Nabuco (Recife, PE), da Universidade Federal de Campina Grande (Campina Grande, PB) e da Universidade Estadual da Paraíba (Campina Grande, PB) entre os anos de 2013 e 2016, representando um esforço científico e tecnológico para um maior conhecimento deste importante e único bioma exclusivamente brasileiro.

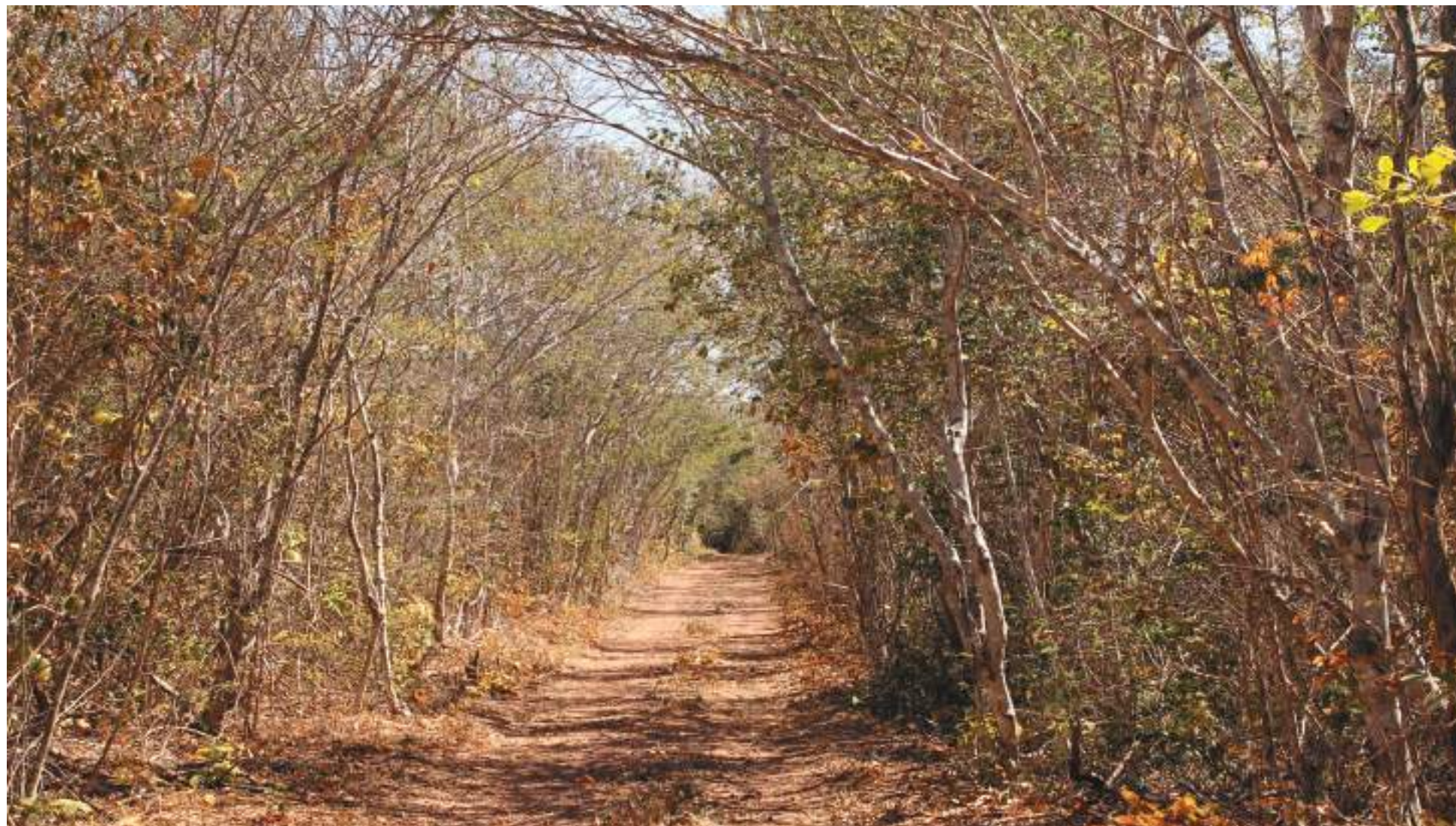
Entende-se que um bioma é caracterizado pelas interações entre os fatores abióticos e os seres vivos de uma determinada região geográfica. Analisar biomas é entender a vegetação e suas características adaptativas aos fatores abióticos, ou seja, verificar sua significativa similaridade associada ao tempo evolutivo. Tais características são determinantes na evolução da interação da flora e fauna, mas também são condicionantes para a história econômica e social, revelando aspectos importantes da cultura e da forma como se desenvolveram o uso e a ocupação do solo pelas populações que habitam essas extensas regiões, em variados processos ao longo do tempo.

Presentation

Jewels of nature: the 14 full protection units of the Caatinga

This book is about one of the environment jewels of Brazil: the full protection conservation units of the Caatinga biome. It is a development of the research entitled “Mapping and Spectro-Temporal Analysis of the Full Protection Federal Conservation Units in the Caatinga Biome”, carried out by researchers and professors of the Joaquim Nabuco Foundation (Recife, PE), Federal University of Campina Grande (Campina Grande, PB) and the State University of Paraíba (Campina Grande, PB) between the years of 2013 and 2016, representing a scientific and technological effort to better understand this important and unique Brazilian biome.

A biome is characterized by the interrelationships between abiotic factors and living beings of a specific geographic region. Analyzing biomes means to understand the vegetation and its adaptive Aspects to abiotic factors, i.e., to check its significant similarity associated with the evolutionary time. These characteristics are crucial in the evolution of the interaction of flora and fauna, but are also conditionings for economic and social history, revealing important aspects of culture and how it was developed the land use and the occupation by the populations that inhabit these vast regions in various processes over time.



Parque Nacional Serra das Confusões (PI): feições da vegetação Caatinga, com fitofisionomias arbustivas. Foto: Neison Freire (2014).

Serra das Confusões National Park (PI): Aspects of the Caatinga vegetation, with shrubby phytophysiognomies. Photo: Neison Freire (2014).



Estação Ecológica Aiuaba (CE): *Cereus jamacaru* DC.-Cactaceae, espécie característica da Caatinga.
Foto: Neison Freire (2014).

Aiuaba Ecological Station (CE): *Cereus jamacaru* DC.-Cactaceae, characteristic species of Caatinga.
Photo: Neison Freire (2014).

Entretanto, devido à sua grande extensão, o Brasil apresenta seis biomas com distintas características geoambientais: Caatinga, Cerrado, Amazônia, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa. A formação dos biomas de florestas tropicais secas, como a Caatinga e o Cerrado, teve grande expansão no território brasileiro desde o final da última Era Glacial. Assim ocorreu com outros biomas semelhantes da América do Sul e da região Neotropical. Desde então, nos últimos 30.000 anos esta vegetação de matas secas apresentou uma dinâmica de expansões e retrações. Esta dinâmica geoambiental ocorre em função do clima, que se modifica com base nos períodos Interglaciais e Glaciais, proporcionando mudanças importantes na vegetação e na umidade que, consequentemente, interferem na composição florística e na fauna adaptada.

O bioma Caatinga engloba os estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Sergipe e o norte de Minas Gerais. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (Brasil, 2016), o bioma é rico em biodiversidade, abrigando “178 espécies de mamíferos, 591 de aves, 177 de répteis, 79 de anfíbios, 241 de peixes e 221 de abelhas”¹.

¹ Fonte: <http://www.mma.gov.br> Acesso: 14/10/2016.

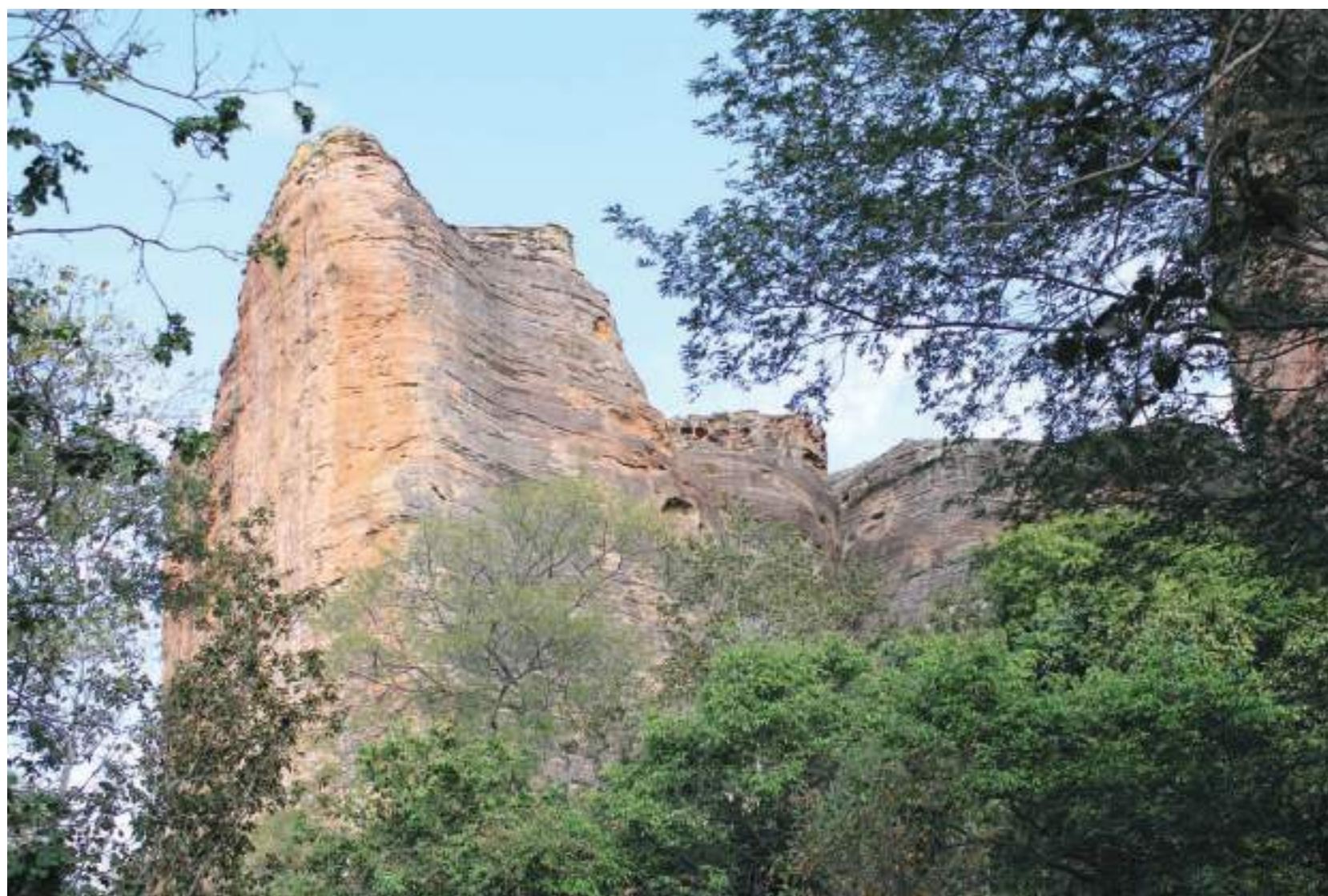
Therefore, due to your great territoriality, Brazil has six major biomes with distinct geoenvironmental characteristics: Caatinga, Cerrado, Amazon, Atlantic Forest, Pantanal and Pampa. The formation of dry tropical forests biomes, such as Caatinga and Cerrado, had great expansion in Brazil territory since the end of the last Ice Age, as occurred in similar biomes of South America and the Neotropical Region. Since then, in the last 30,000 years, this dry forest's vegetation presented a dynamic of expansions and retractions. These geoenvironmental dynamic occurs in a function of the climate, modified based on interglacial and glacial periods, providing significant changes in vegetation and humidity, consequently interfering in the floristic composition and adapted fauna.

The Caatinga biome encompasses the States of Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Sergipe and the North of Minas Gerais. According to the Ministry of the Environment (Brazil, 2016), the biome has a rich biodiversity, housing “178 species of mammals, 591 of birds, 177 reptiles, 79 amphibians, 241 fishes, and 221 bees.”¹

¹ Source: <http://www.mma.gov.br> Access: 10/14/2016

Ainda segundo o Ministério do Meio Ambiente do Brasil (Brasil, 2016), o bioma Caatinga hoje ocupa uma área oficial de 844.453 km² (embora alguns estudiosos falem em mais de um milhão de km²), o que representa 11% do território nacional. Nesta vasta região vivem, segundo dados do Censo 2010 (IBGE, 2011), cerca de 27 milhões de brasileiros, dos quais 38% habitam áreas rurais. Embora detentora dos piores índices de desenvolvimento humano do País, uma das principais características do espaço regional nordestino na atualidade se constitui pela grande diversidade e crescente heterogeneidade de suas estruturas socioeconômicas. Tais estruturas introduziram “ilhas” de dinamismo em áreas agropastoris tradicionais do interior, acelerando, desse modo, as forças fragmentadoras da coesão territorial de uma região historicamente marcada, tanto pela desigualdade socioeconômica, como pelos extensos entornos pobres e detentores de altos índices de vulnerabilidade social.

According to the Ministry of the Environment (Brazil, 2016), the Caatinga biome occupies today an official area of 844,453 km² (although some scholars speak in more than one million square kilometers), which represents 11% of the country. In this vast region, according to the 2010 Census (IBGE, 2011), live about 27 million Brazilians, 38% in rural areas. Although the owner of the worst human development indexes in Brazil, one of the main characteristics in the present, the Northeastern regional space is composed of great diversity and growing heterogeneity of its socioeconomic structures. Such structures have produced “islands” of dynamism in traditional rural areas, accelerating thus the fragmentation of territorial cohesion of a region historically marked by socioeconomic inequality, and poor surrounding environments with high levels of social vulnerability.



Parque Nacional Serra da Capivara (PI), Morro Testemunha da Bacia do Parnaíba, de Arenito do Paleozóico. Foto: Neison Freire (2014).

Serra da Capivara National Park (PI), Parnaíba basin inselberg of Paleozoic Sandstone. Photo: Neison Freire (2014).

Desse modo, o Bioma Caatinga, sendo o único exclusivamente brasileiro e, ainda hoje, o menos estudado, revela um quadro social composto por um mosaico diferenciado e complexo. Além disso, a região vem sofrendo um contínuo e sistemático processo de degradação ambiental. O consumo de seus ativos ambientais ao longo do período da ocupação europeia e, mais recentemente, dos variados processos econômicos e sociais que se instalaram na região, e que de alguma forma e intensidade vêm explorando de maneira não sustentável seus limitados recursos naturais, indicam que o Bioma Caatinga está sob forte ameaça quanto à conservação de sua biodiversidade.

Esse fato vem ocasionando o aumento cada vez maior do risco de extinção de várias espécies endêmicas, tanto da fauna, como da flora. O desmatamento é o maior impactante, atingindo 46% da área original do bioma,

seguido pelos incêndios, caça predatória, corte ilegal e seletivo de madeira, mineração e crescimento urbano desordenado são algumas das principais ameaças que degradam o meio ambiente no bioma como um todo. E, mais especificamente, nas unidades de conservação objeto desta pesquisa. {Ou seja, o Bioma Caatinga está em seu limite!}

Esse longo processo histórico de ocupação do território alterou cerca de 80% da cobertura original das Caatingas, restando hoje pouco mais de 7,5% de sua área protegida em 36 unidades de conservação, sendo que pouco mais de 1% está sob o regime legal de proteção integral (justamente as 14 unidades de conservação que são objeto desta pesquisa, sendo, portanto, aqui consideradas as “joias da natureza” da conservação do Bioma Caatinga).

Segundo o Sistema Nacional de Unidade de Conservação (SNUC), em 2012, o Bioma Caatinga possuía quatro categorias

Currently, the Caatinga Biome, exclusively Brazilian, is even today, the least studied, revealing a social framework composed of a differentiated and complex mosaic. Besides, the region, as already observed, has been suffering a continuous and systematic process of environmental degradation. The consumption of environmental assets over the years of European occupation and, more recently, the several economic and social processes settled in the region exploring in a non-sustainable way its limited natural resources, indicate that the Caatinga is under severe threat to preserve its biodiversity.

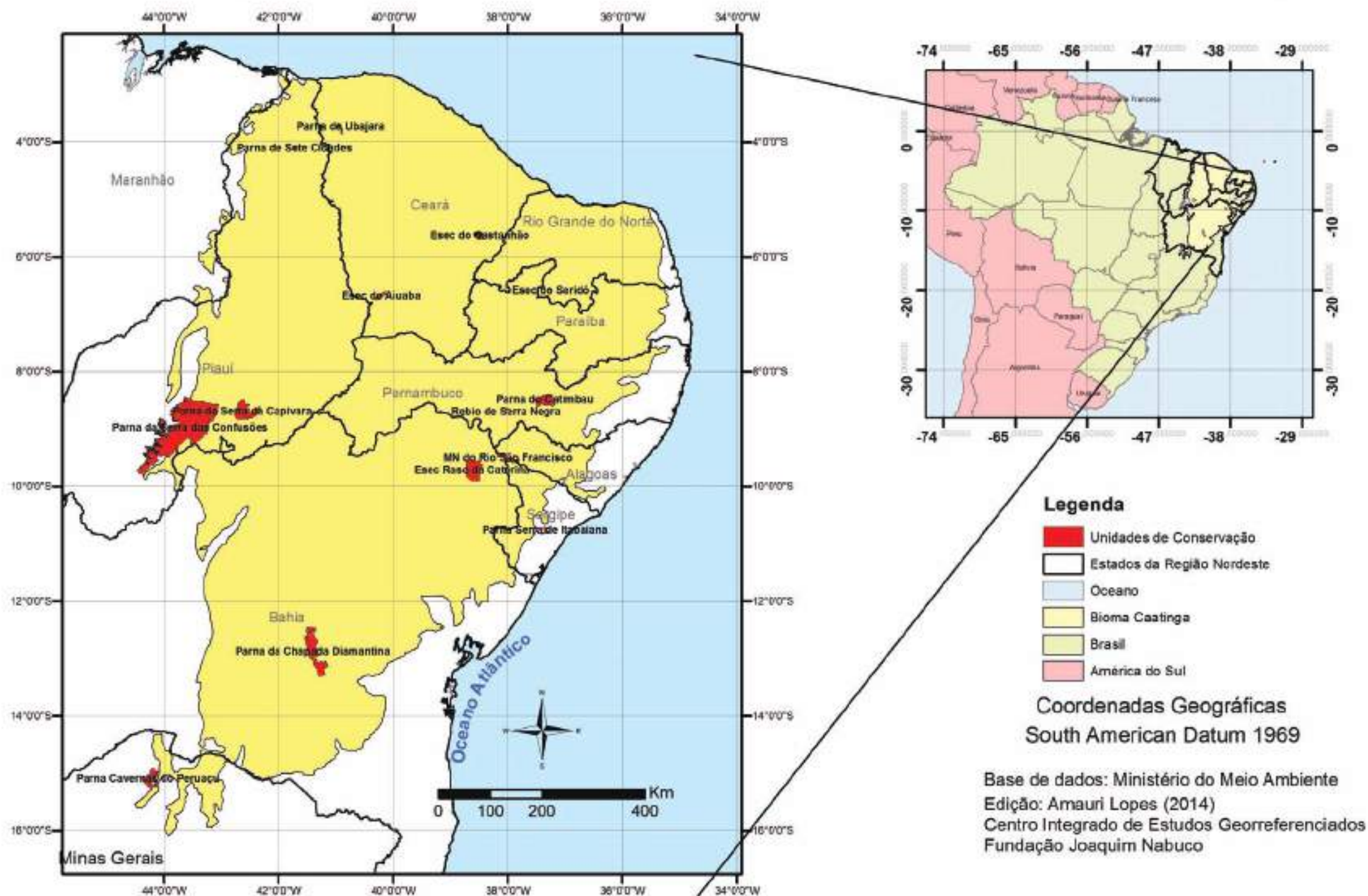
This fact can profoundly increase the risk of extinction of several endemic species of fauna and flora. The deforestation is the biggest impact, reaching 46% of the original area of this biome, followed by fires, poaching, illegal and selective cutting of timber, mining and disordered urban growth. Those are some

of the main threats that degrade the environment in the biome as a whole. More specifically in the conservation units addressed in this research. In other words, the Caatinga Biome is on edge!

This long historical process of territory occupation changed about 80% of the Caatinga original cover, resulting today in a little more than 7.5% of the area protected in 36 conservation units. A little more than 1% under the legal regime of full protection (the fourteen CU's subject of this research, recognized here, as the “jewels of nature” for the conservation of the Caatinga Biome).

According to the Brazilian National System of Conservation Units (SNUC), in 2012, the Caatinga Biome had four categories of full protection conservation units, which cannot be inhabited and only indirect use of natural resources is permitted (e.g., research and tourism). The units are:

Mapa de Localização das Unidades de Conservação de Proteção Integral da Administração Federal no Bioma Caatinga



Mapa de localização do Bioma Caatinga e as unidades de conservação de proteção integral da Administração Federal. Fonte: SNUC/MMA (2013); editado pelos autores.

Location map of the Caatinga biome and the full protection units under Federal Administration. Source: SNUC/MMA (2013), edited by the authors.

de unidades de proteção integral, as quais não podem ser habitadas pelo homem, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais (como, por exemplo, em atividades como pesquisa científica e turismo ecológico). As categorias são:

1ª) Estação Ecológica (Esec): área destinada à preservação da natureza e à realização de pesquisas científicas, podendo ser visitadas apenas com o objetivo educacional. Segundo dados cadastrados no SNUC em janeiro de 2013 existiam no Bioma Caatinga três Esec's, totalizando 1.303,00 km²;

2ª) Reserva Biológica (Rebio): área destinada à preservação da diversidade biológica, na qual são realizadas medidas de recuperação dos ecossistemas alterados para recuperar o equilíbrio natural e preservar a diversidade biológica, podendo ser visitadas apenas com o objetivo educacional. Existia apenas uma rebio com 4 km²;

3ª) Parque Nacional (Parna): área destinada à preservação dos ecossistemas naturais e sítios de beleza cênica. O parque é a categoria que possibilita uma maior interação entre o visitante e a natureza, pois permite o desenvolvimento de atividades recreativas, educativas e de interpretação ambiental, além de permitir a realização de pesquisas científicas. Conforme o SNUC eram nove parna's em 2013, totalizando 5.906,00 km²;

4ª) Monumento Natural (Monat): área destinada à preservação de lugares singulares, raros e de grande beleza cênica, permitindo diversas atividades de visitação. Essa categoria de UC pode ser constituída de áreas particulares, desde que as atividades realizadas nessas áreas sejam compatíveis com os objetivos da UC. Segundo o SNUC, em 2013 havia apenas um monat com 267 km².

Para a realização dessa pesquisa, foram utilizadas várias imagens dos satélites LandSAT 5 TM, 7 ETM+ e 8 OLI em séries temporais e aplicadas diversas técnicas de Processamento Digital de Imagens (PDI) para melhorar o contraste e corrigir eventuais falhas do processo de aquisição e registro das imagens pelos sensores orbitais. O objetivo desse imageamento por satélites utilizando técnicas avançadas de Sensoriamento Remoto foi obter um registro atual e sinótico dessas unidades de conservação, bem como permitir uma série de mapas temáticos sobre o atual estado de conservação da vegetação nessas áreas de proteção integral da Administração Federal no Bioma Caatinga, tomando como base a relação de unidades que estavam registradas em julho de 2013 no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), do Ministério do Meio Ambiente (MMA). O mapa anterior (p.12) mostra a distribuição dessas 14 unidades no território nacional.

1ª) Ecological Station (ESEC): an area intended for preservation of nature and scientific research; can be visited only for educational purposes. According to the SNUC, in January 2013, there were three ESEC's in the Caatinga Biome, covering 1,303.00 km²;

2ª) Biological Reserve (Rebio): an area dedicated to the preservation of biological diversity, where recovery measures can be carried out in the altered ecosystems to recover its natural balance and preserve the biological diversity; can be visited only for the educational purposes. There was only one Rebio with 4 km²;

3ª) National Park (Parna): an area designated to preserve natural ecosystems and sites of scenic beauty. The Park is the category that allows greater interaction between visitor and nature because it enables the development of recreational, educational and interpretation environmental activities, and also enables scientific research. According to the SNUC, there were nine Parna's in 2013, totaling 5,906.00 km²;

4ª) Natural Monument (Monat): an area intended to preserve rare natural sites with unique and beautiful scenery, allowing visitation activities. This category of UC can

be constituted of particular areas, as long as the activities carried out in those areas stand compatible with the objectives of the CU. According to the SNUC, in 2013 there was only one Monat with 267 km².

Several satellite images from Landsat 5 TM, 7 ETM + and 8 OLI sensors were used in time series to perform this research, and several Digital Image Processing (DIP) techniques were applied to improve the contrast and to correct eventual failures of the acquisition and registration process of images by orbital sensors. The objective of this imaging, using remote sensing advanced techniques was to obtain a current and synoptic record these conservation units and develop a series of thematic maps on the current condition of the vegetation in these areas of full protection of the Federal Administration on Biome Caatinga. Based on the ratio of units were registered in July 2013 in the National Protected Areas System (SNUC), the Ministry of Environment (MMA). The following map shows the distribution of these 14 units in Brazil.



Meio Ambiente no Brasil

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação-SNUC: origem, evolução, abrangência e distribuição espacial

Aspectos gerais

A criação das Unidades de Conservação no Brasil iniciou-se no século XIX e estende-se aos dias atuais. Os critérios que justificam a criação foram baseados nos aspectos cênicos como cânion, cascatas, e formações rochosas, sendo influenciados pelo modelo americano (MORSELLO, 2001; DIEGUES, 2004). Ao delimitar as áreas de Unidades de Conservação no Brasil foram demarcadas áreas urbanas, próximas às capitais, sendo permitidas as ações de manejo sustentável. Entretanto, o modelo americano delimitou as áreas afastadas do perímetro urbano, com uma política de manejo restrita à conservação (DRUMMOND, 1988; WALLAUER, 1998).

Desde a fase da Política Imperial, vem sendo discutida a criação de Unidades de Conservação, que promovesse a conservação e manejo das áreas que apresentassem aspectos cênicos. José Bonifácio de Andrade e Silva discutia sua preocupação com a devastação do patrimônio ambiental e alertava sobre as possíveis consequências da exploração das florestas no Brasil (MAGNOLI e ARAÚJO, 2005). Entretanto, foi no governo de Getúlio Vargas, na década de 1930, que foram criados os três primeiros Parques Nacionais, que apresentavam valor cênico ou cultural dos monumentos públicos naturais, localizados nas regiões Sudeste e Sul: o Itatiaia (1937), Iguaçu e Serra dos Órgãos (1939) (FÁVERO, 2001).

A implantação das Unidades de Conservação no Brasil não foi baseada na preservação da natureza selvagem, mas sim para propiciar a acessibilidade de lazer da população urbana. Estes locais delimitados às áreas protegidas eram ambientes geográficos com características físicas especiais, no qual a população poderia usufruir da natureza intocada (MAGNOLI e ARAÚJO, 2005).

A partir da década de 1940, o naturalista Wandirbit Duarte Barros, idealizador da criação do Parque de Itatiaia, com a obra

“Parques Nacionais do Brasil”, influenciou os cientistas botânicos e zoólogos à preservação dos recursos naturais. Esta obra escrita entre o período de 1940 a 1959 justificou a defesa da criação dos Parques Nacionais (MORSELLO, 2001; BRITO, 1995; WALLAUER, 1998).

Foi no governo de Juscelino Kubitschek, entre os anos de 1956 a 1961, que foi retomada a criação das Unidades de Conservação. Neste período foram criados 13 Parques Nacionais, dos quais cinco estão localizados na região Centro-Oeste: Araguaia, Emas, Tocantins, Brasília e Xingu, recobrando os biomas cerrado e Floresta Amazônica. A justificativa para a criação destes parques foi devido ao movimento geopolítico da construção de Brasília e ao deslocamento da Capital Federal para o interior do País (SANTOS, 2003; BARRETO FILHO, 2005). Para a região Nordeste, foram criados em 1959 os parques de Ubajara no Ceará e em 1961, o de Sete Cidades no Piauí, área de cobertura do Bioma Caatinga (BRASIL, 1967).

O período governado por Jânio Quadros, em 1961, foi considerado a nova fase da criação das Unidades de Conservação. Neste período houve a criação de nove Unidades de Conservação de Proteção Integral-UCs, com objetivo de conservação da fauna e flora, sem a visão do aspecto cênico (MORSELLO, 2001; BRASIL, 1967).

A partir da década de 1970 até 1980, houve a interiorização das Unidades de Conservação, para as regiões Nordeste e Norte. Essa mudança na localização geográfica de áreas florestais protegidas seguiu o deslocamento migratório do crescimento econômico, estabelecido pelo Governo Federal, para aplicação de Políticas Nacional de Desenvolvimento Regional da SUDENE (Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste) e SUDAM (Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia). A política de regionalização sustentável tinha como objetivo a inclusão social, produtividade, sustentabilidade ambiental e competitividade

Environment in Brazil

National System of Conservation Units-SNUC: origin, evolution, coverage and spatial distribution

General aspects

The creation of Conservation Units in Brazil began in the nineteenth century and extends to the present days. The criteria that justify the creation were based on scenic aspects such as canyons, cascades, rock formations, influenced by the American model (Morsello, 2001; Diegues, 2004). When delimiting the areas of Conservation Units in Brazil, urban areas, close to capitals, were demarcated, and sustainable management actions were allowed. However, the American model delimited areas far from the urban perimeter, with a management policy restricted to conservation (Drummond, 1988; Wallauer, 1998).

Since the Imperial Policy phase, the creation of Conservation Units has been discussed, promoting the conservation and management of areas with scenic aspects. José Bonifácio de Andrade e Silva discussed his concern about the devastation of environmental patrimony and warned about the possible consequences of the exploitation of forests in Brazil (Magnoli and Araújo, 2005). However, it was in Getúlio Vargas' government in the 1930s that the first three National Parks were created, which presented scenic or cultural value of natural public monuments, located in the Southeast and South regions, Itatiaia (1937), “Iguaçu” and “Serra dos Órgãos” in 1939 (Fávero, 2001).

The implementation of Conservation Units in Brazil was not based on the preservation of the wild nature, but rather to provide the leisure accessibility of the urban population. These protected areas were geographic environments with special physical characteristics, in which the population could enjoy pristine nature (Magnoli and Araújo, 2005).

From the 1940s on, the naturalist Wandirbit Duarte Barros, idealizer of the creation of the Itatiaia Park, with the work “National Parks in Brazil”, influenced botanical

scientists and zoologists to preserve natural resources. This work, written between 1940 and 1959, justified the defense of the creation of National Parks (Morsello, 2001; Brito, 1995; Wallauer, 1998).

It was in the government of Juscelino Kubitschek, between 1956 and 1961, that he resumed the creation of Conservation Units. During this period, 13 National Parks were created, of which five are located in the Central-West region: Araguaia, Emas, Tocantins, Brasília and Xingu, covering the Cerrado biomes and the Amazon Forest. The justification for the creation of these parks was due to the geopolitical movement of the construction of Brasília and the displacement of the Federal Capital to the interior of the Country (Santos, 2003; Barreto Filho, 2005). For the Northeast region, the Ubajara parks in Ceará were created in 1959, and Sete Cidades in Piauí was created in 1961, covering the Caatinga Biome (Brasil, 1967).

The period governed by Jânio Quadros in 1961 was considered the new phase of the creation of Conservation Units. During this period, nine Conservation Units of Integral Protection (UCs) were created, aiming to preserve the fauna and flora, without the vision of the scenic aspect (Morsello, 2001; Brasil, 1967).

From the 1970s to the 1980s, the Conservation Units were internalized to the Northeast and North regions. This change in the geographic location of protected forest areas followed the migratory movement of economic growth, established by the Federal Government, for the application of the National Policies of Regional Development of SUDENE (Superintendence of Development of the Northeast) and SUDAM (Superintendence of Development of the Amazon). The policy of sustainable regionalization aimed at social inclusion, productivity, environmental sustainability and economic competitiveness, with the other Brazilian territories (Morsello, 2001; Brasil, 1974).

econômica, com os demais territórios brasileiros (MORSELLO, 2001; BRASIL, 1974).

A década de 1974 a 1984 foi denominada de “progresso para os parques nacionais e áreas protegidas da América do Sul”, pois foram criadas apenas na região Norte 20 Unidades de Conservação. Contudo, a *World Wide Fund for Nature*-WWF (1991), considerou a década, como a de “maior destruição”. Destruição florestal, causada pelo maior desmatamento da Floresta Amazônica, para a ampliação da agropecuária de exportação (a soja e a pecuária extensiva), incentivada pelo lançamento do Programa de Integração Nacional (PIN) durante o governo militar: “o alargamento das fronteiras econômicas internas do País” (BARRETO FILHO, 2005).

A Lei nº 6.938 de 31/08/1981 criou o regulamento dos Parques Nacionais do Brasil, a partir da Lei de Política Nacional do Meio Ambiente. Esta lei instituiu o Sistema Nacional do Meio Ambiente-CONAMA e o Regulamento de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental. Foi durante o regime militar que as políticas econômica e ambientalista avançaram em termos de medidas conservacionistas. Sobretudo, em estabelecer a criação das Unidades de Conservação com a justificativa de se destacar a gestão estatal estratégica do território sobre o gerenciamento espacial do País (BARRETO FILHO, 2005; SNUC, 2003).

A consolidação da política de criação das Unidades de Conservação foi entre os anos de 1990 a 2006. No Brasil são encontrados 52 Parques Nacionais localizados nas cinco regiões, recobrindo os seis biomas brasileiros. As Unidades de Conservação foram criadas com o objetivo de preservar a fauna e flora endêmicas e recobrir os diversos ecossistemas que compreendem os biomas (MORSELLO, 2001; BENSUSAN, 2006; SNUC, 2003; MMA, 2006).

Unidades de Conservação da Região Nordeste

A região Nordeste do Brasil possui 384 Unidades de Conservação, 41 são de Proteção Integral e 82 de Uso Sustentável. Através dos trabalhos para conhecer melhor a região Nordeste e suas necessidades de conservação, a EMBRAPA realizou em 2001

o ZONEAMENTO AGROECOLÓGICO DO NORDESTE – ZANE, 1993, 2000 (BRASIL VISTO DO ESPAÇO, 2001) No Seminário da Caatinga realizado pelo Programa Nacional da Biodiversidade (PROBIO, 2000), houve contribuições para o conhecimento dos aspectos geofísicos e geoambientais do bioma Caatinga, além de apresentar o estado de conservação e localização de áreas prioritárias para conservação; mas estes estudos não avaliaram como a biodiversidade se distribui neste bioma (VELLOSO *et al.*, 2002).

A The Nature Conservancy do Brasil (TNC) iniciou em 1998 o Programa Caatinga, utilizando a delimitação de Unidade geográfica básica, para promover o planejamento para a conservação do Bioma Caatinga. Assim, as ecorregiões foram delimitadas para melhorar a eficiência do planejamento, reconhecer e analisar as diversas espécies e tipos de comunidades naturais que integram diferentes conjuntos de comunidades naturais inter-relacionadas para desenvolver estratégias que capturem uma maior variabilidade genética e ecológica (VELLOSO *et al.*, 2002, PARUELO *et al.*, 2001).

Ao desenhar e definir as ecorregiões foi possível delimitar o tamanho de áreas que apresentem características semelhantes. Estas ecorregiões proporcionaram um levantamento geoambiental para assegurar a evolução dos processos ecológicos com a finalidade de organizar e priorizar estudos de planejamento de conservação. As ecorregiões delimitadas pelo levantamento geoambiental foram:

1. Complexo de Campo Maior
2. Complexo Ibiapaba – Araripe
3. Depressão Sertaneja Setentrional
4. Planalto da Borborema
5. Depressão Sertaneja Meridional
6. Dunas do São Francisco
7. Complexo da Chapada Diamantina
8. Raso da Catarina

As Unidades de Conservação do Nordeste contemplam os biomas Floresta Atlântica, Caatinga e Cerrado. Além dos ecossistemas litorâneos e marinhos, os quais as seguintes ecorregiões:

The decade from 1974 to 1984 was called “progress for the national parks and protected areas of South America”, because only 20 Conservation Units were created in the North region. However, the World Wide Fund for Nature-WWF (1991), considered the decade as “the greatest destruction decade.” Forest destruction, caused by the greater deforestation of the Amazon Forest, for the expansion of export agriculture (soy and extensive livestock), encouraged by the launch of the National Integration Program (NIP), during the military government “the expansion of internal economic frontiers of the Country” (Barreto Filho, 2005).

The regulation of the National Parks in Brazil was created by Law N. 6,938 from 08/31/1981, based on the National Environmental Policy Law. This law established the National Environmental System, the National Environment Council-CONAMA and the Regulation of Ecological Stations and Environmental Protection Areas. It was during the military regime that economic and environmental policies advanced in terms of conservation measures. Above all, in establishing the creation of Conservation Units, with the justification of highlighting the strategic state management of the territory, on the spatial management of the Country (Barreto Filho, 2005; Snuc, 2003).

The consolidation policy of the Conservation Units was between 1990 and 2006. In Brazil, there are 52 National Parks located in the five regions, covering six Brazilian biomes. Conservation Units, National Parks and Ecological Stations were created aiming to preserve the endemic fauna and flora and covering the diverse ecosystems that comprise the biomes (Morensello, 2001; Bensusan, 2006; Snuc, 2003; MMA, 2006).

Conservation Units of the Northeast Region

The Northeast region in Brazil has 384 Conservation Units 41 of them are in Integral Protection and 82 in Sustainable Use. Through the work to better know the Northeast region and its conservation needs, EMBRAPA with the Ministry of the Environment (MMA), by means of the Caatinga Seminar held by the National Biodiversity Program (Probio,

2000), contributed to the knowledge of the geophysical and geo-environmental aspects of the Caatinga biome, as well as to present the state of conservation and location of priority conservation areas. But these studies did not evaluate how biodiversity distribution in this biome is (Velloso *et al.*, 2002).

The Nature Conservancy of Brazil (TNC) started the Caatinga Program in 1998, using the Basic Geographical Unit delimitation, to promote planning for the conservation of the Caatinga biome. Thus, ecoregions were delimited to improve the efficiency of planning, to recognize, to analyze the diverse species and types of natural communities that integrate different sets of interrelated natural communities, and to develop strategies that capture greater genetic and ecological variability (Velloso *et al.*, 2002, Paruelo *et al.*, 2001).

In designing and defining ecoregions, it was possible to delimit the size of areas with similar characteristics. These ecoregions provided a geoenvironmental survey to ensure the evolution of ecological processes for the purpose of organizing and prioritizing conservation planning studies. The ecoregions delimited by the geoenvironmental survey were:

1. Campo Maior Complex (Complexo de Campo Maior)
2. Ibiapaba Complex - Araripe (Complexo Ibiapaba)
3. Northern Country Depression (Depressão Sertaneja Setentrional)
4. Borborema Plateau (Planalto da Borborema)
5. Southern Country Depression (Depressão Sertaneja Meridional)
6. Dunes of the São Francisco (Dunas do São Francisco)
7. Chapada Diamantina Complex (Complexo da Chapada Diamantina)
8. Raso da Catarina

The Conservation Units of the Northeast include the Atlantic Forest, Caatinga and Cerrado biomes. In addition to the coastal and marine ecosystems, which are the following ecoregions:



Feições rochosas de arenito, da Formação Tucano típicas do Parna Vale do Catimbau. Foto: Neison Freire (2013).

Rock formations of sandstone, of the Tucano Formation which are typical of the Vale do Catimbau National Park. Photo: Neison Freire (2013).

Bioma Caatinga:

A ecorregião do Raso da Catarina corresponde à estreita e alongada faixa no sentido N-S, e está localizada na parte centro-leste do bioma Caatinga. Os limites são as unidades naturais geomorfológicas da bacia sedimentar, formadas por afloramentos de arenito da Bacia de Tucano, que ao norte, oeste e leste delimita com a Depressão Sertaneja Meridional.

A área está localizada na bacia sedimentar de Tucano, constituída de Neossolos Litólicos poucos espessos em sua maior extensão, com horizonte A fraco e com textura média a argilosa e frequentemente pedregoso. Nestas áreas se registram Neossolos quartzarênicos, distróficos, profundos e pouco férteis, bem drenados, além dos Luvisos e Vertissolos, muito argilosos com horizonte B vérticos, onde predominam os relevos plano ou suave ondulado.

As unidades geomorfológicas englobam as formações paleozoicas e mesozoicas da Bacia de Tucano e os remanescentes siluro-devoniano da Formação Tacaratu, que ocorrem

em pontos isolados e discordantes sobre o embasamento cristalino, mas com canyons na parte oeste (formados por afloramentos de arenito). As altitudes variam de 400 a 600 m na parte sul da ecorregião (BA) e de 350m a 700m na parte norte (Bacia do Jatobá, em PE) (VELLOSO *et al.*, 2002).

O clima é Tropical quente e seco do tipo semiárido, marcado por precipitações escassas e mal distribuídas durante o ano, com longos períodos secos, que geralmente atingem oito meses (ASSIS, 2000), à precipitação média de 650 mm ao ano na parte sul (BA) e período chuvoso de dezembro a julho. Na parte norte (PE), mais seca, a média é de 450 mm/ano e o período chuvoso se dá de janeiro a abril (PLGBB, 1988).

A Bacia Hidrográfica da região é endorreica, comandada pelo rio São Francisco ao Norte. As cheias nos seus afluentes são do tipo torrencial, devido às chuvas concentradas. Na área da bacia de Tucano, grande parte das águas é retida pelas formações sedimentares mesozoicas e paleozoicas. Entretanto, no domínio das rochas proterozoica, do embasamento cristalino, do tipo granítica,

Caatinga Biome

Raso da Catarina ecoregion corresponds to the narrow and elongated strip in the N-S direction, and it is located in the East central part of the Caatinga biome. The boundaries are the natural geomorphological units of the sedimentary basin, formed by sandstone outcrops of the Tucano Basin, which to the north, west and east delimits with the Southern Country Depression (Depressão Sertaneja Meridional).

The area is located in the Tucano sedimentary basin, constituted of Littoral Neosols a few thick in their greatest extent, with a weak and medium textured to clayey and often stony horizon. It is recorded in these areas, dystrophic, deep and less fertile neosols, well drained, besides the Luvisos and Vertissolos, very clayey with horizon B vertic, where predominate flat or smooth undulating reliefs.

The geomorphological units encompass the Paleozoic and Mesozoic formations of the Tucano Basin and the remaining catfish of the Tacaratu Formation, which occur in isolated and discordant points on the crystalline basement, but with canyons in the west (formed by sandstone outcrops). The altitudes vary from 400 to 600 m in the southern part of the ecoregion (BA) and from 350 m to 700 m in the northern part (Jatobá Basin, in PE) (Velloso *et al.*, 2002).

The climate is the semiarid hot and dry tropical, marked by scarce and poorly distributed rainfall during the year, with long dry periods, which usually reach eight months (Assis, 2000). The average precipitation of 650 mm per year in the southern part (BA) and rainy season from December to July. In the northern part (PE), drier, the average is 450 mm per year and the rainy season from January to April (PLGBB, 1988).

The Hydrographic Basin of the region is endorreic, commanded by the São Francisco River to the North. The floods in its tributaries are of the torrential type, due to the concentrated rains. In the area of the Tucano basin, most of the waters are retained by the Mesozoic and Paleozoic sedimentary formations. However, in the domain of proterozoic rocks, crystalline basement, granite type, where the soils are

shallow and unable to retain large volume of water, practically the rainwater flows through the surface flow (PLGBB, 1988).

Ecorregião Complex Ibiapaba-Araripe - Serra da Capivara (PI), Serra das Confusões (PI) and Ubajara - (CE);

The Ecoregion of the Ibiapaba-Araripe Complex is located on the central-west (Araripe) and northwest ridges of the Caatinga biome. The area is bounded by abrupt altitude changes to the north and east where the Northern Country Depression meets, and to the south by the Southern Country Depression. To the west of this ecoregion there is a slope that in the lower part limits with the cerrado, except in the northwest end, where it finds the Complex of Campo Maior and where there is modification of soil and availability of water.

Serra da Capivara National Park (PI) is located in this Ibiapaba-Araripe Complex which covers an area of 214 km². It was created by Federal Decree No. 83. 548 from 05/06/1979. Serra das Confusões (PI) National Park corresponds to an area of 823.435ha, created by the no number Federal Decree, from 02/10/1998; and the Ubajara National Park (EC) covers an area of 6. 288 ha, created by the no number Decree, from 13/12/2002.

The area is located in the sedimentary basin, composed of the Chapadas do Araripe, the Ibiapaba and the reverse of the coast, which are formed by Latossolos and Neosols. In the wetlands, the Red-Yellow and Red-Yellow Latosols are found, these soils are fertile and diversified, also presenting the littoral soils and quartz sands (Velloso *et al.*, 2002).

The geomorphological units link the Paleozoic and Mesozoic formations of the Araripe Sedimentary Basin, of the Cariri Formation, and are constituted by a set of Cretaceous Formations: Formation Exu, Missão Velha, Santana. And Ibiapaba is composed of rocks belonging to the Serra Grande Formation, with smooth undulating relief. The altitude varies from 650m to 850m in the Chapada da Ibiapaba and from 700m to 950m in the Chapada do Araripe.

The vegetation is composed of areas of Caatinga, Seasonal Forest and Cerrado, (Radambrasil, 1981; Sign, 1992). Some species



Estação Ecológica Raso da Catarina: espécie característica de semiaridez Tacinga inamoena (K. Schum.) N.P. Taylor & Stuppy-Cactaceae). Foto: Neison Freire (2014).

Raso da Catarina Ecological Station: Semiarid species Tacinga inamoena (K. Schum.) (N.P. Taylor & Stuppy-Cactaceae). Photo: Neison Freire (2014).



Parque Nacional Serra da Capivara com testemunhos da Bacia do Parnaíba, de Arenito do Paleozóico. Foto: Neison Freire (2014).

Serra da Capivara National Park with testimonies of the Parnaíba Basin, of Paleozoic Sandstone. Photo: Neison Freire (2014).

onde os solos são rasos e incapazes de reter grande volume de água; praticamente as águas pluviais fluem pelo escoamento superficial (PLGGB, 1988).

Ecorregião do Complexo Ibiapaba-Araripe – Serra da Capivara (PI), Serra das Confusões (PI) e Ubajara – (CE);

A Ecorregião do Complexo Ibiapaba-Araripe está localizada sobre as serras do centro-oeste (Araripe) e noroeste do bioma Caatinga. A área está limitada por mudanças bruscas de altitude, ao norte e leste onde encontra a Depressão Sertaneja Setentrional, e ao sul pela Depressão Sertaneja Meridional. A oeste desta ecorregião há um declive que na parte mais baixa limita com o cerrado, exceto na extremidade noroeste, onde encontra o Complexo de Campo Maior e onde há modificação de solo e disponibilidade de água.

Neste Complexo Ibiapaba-Araripe, estão localizados: o *Parque Nacional Serra da Capivara (PI)* que compreende a uma área de 214 km² e que foi criado pelo Decreto federal nº 83. 548 de 05/06/1979; o *Parque Nacional*

Serra das Confusões (PI) que corresponde a uma área de 823. 435ha, criado pelo Decreto federal S/N 02/10/1998; e o *Parque Nacional de Ubajara (CE)* que abrange uma área de 6.288 ha, criado pelo Decreto S/N 13/12/2002.

A área está localizada na bacia sedimentar, composta pelas Chapadas do Araripe, da Ibiapaba e pelos reversos da *cuesta*, que são formados por Latossolos e Neossolos. Nos enclaves úmidos são encontrados os Latossolos Vermelho-Amarelos e Argilosos Vermelho-Amarelo, estes solos são férteis e diversificados, apresentando também os solos litólicos e areias quartzosas (VELLOSO *et al.*, 2002).

As unidades geomorfológicas vinculam as formações paleozoicas e mesozoicas da Bacia Sedimentar do Araripe, da Formação Cariri, e se constituem por um conjunto de Formações Cretáceas: Formação Exu, Missão Velha e Santana. E a Ibiapaba é composta por rochas pertencentes à Formação Serra Grande, com relevo suave ondulado. A altitude varia de 650m a 850m na Chapada da Ibiapaba e de 700m a 950m na Chapada do Araripe.

of Fabaceae, Euphorbiaceae, are present in the area and have been referenced by Queiroz (2006) as a more restricted occurrence in the Caatinga of the northern region of Northeast Brazil (Lemos and Meguro, 2010).

Chapada Diamantina Complex

Chapada Diamantina Ecoregion is located in the central south part of the Caatinga biome, occupying a central position in the State of Bahia, and it is part of the Espinhaço chain. Chapada Diamantina is entirely inserted in the ecoregion of the Southern Country Depression, and has a territorial extension of 50.610 km². Such Environmental Conservation Units are presente in it: the National Park of the Chapada Diamantina corresponds to 152,000 hectares, which was created by the Federal Decree nº 91.665 from September 17th, 1985; the State Park Morro do Chapéu, which has an estimated area of 46,000 hectares, created by the State Decree No. 7,413 from August 17th, 1998; and the APA Marimbus / Iraquara Environmental Preservation Area, which occupies an area of 125,400 hectares, and was created by Decree

6,092 from April, 27th, 1981 and CONAMA Resolution No. 10 of 12/14/1988.

The region is located on the Granitoid Complex of the crystalline basement, older than the Espinhaço Supergroup, while the sedimentary basin presents mesoproterozoic and neoproterozoic age, which were formed by marine, lacustrine, and fluvial deposition (Pereira, 2010). However, Souza and Guerra (1986) used the concept of depositional unit that defined a set of rocks deposited in a certain space, in which it comprises a group with the Morro do Chapéu, Caboclo and Tombador formations. In this sense, Pedreira (1997) points out that the deposition cycles differed over time: marine, lacustrine, wind, desert, providing, resulting from the marine oscillations, from a possible lowering of the crust. The relief comprises one of the highest areas of the Caatinga Biome with approximately 500m of altitude. This relief is very rugged, with large residual masses, rocky tops, steep slopes, narrow and deep valleys, large flat surfaces and high, narrow and elongated ranges, generally, altitudes range from 200m to 1800m.



Parque Nacional Serra das Confusões, feições da vegetação Caatinga, com fitofisionomias arbustivas. Foto: Neison Freire (2014).

Serra das Confusões National Park, features of the Caatinga vegetation, with shrubby phytophysionomies. Photo: Neison Freire (2014).



Parque Nacional de Ubajara. Feições dos Maciços Residuais do Meta Calcário (Formação Freicheirinha-Grupo Ubajara), com erosão diferencial e a Depressão Sertaneja típica de áreas semiáridas. Foto: Neison Freire (2014).

Ubajara National Park. Characteristics of the Residual Massifs of the Meta Limestone (Freicheirinha-Ubajara Formation), with differential erosion and the Sertaneja Depression typical of semiarid areas. Photo: Neison Freire (2014).

A vegetação é composta por zonas de Caatinga, Floresta Estacional e Cerrado, (RADAMBRASIL, 1981; ASSINE, 1992). Algumas espécies de Fabaceae e Euphorbiaceae, estão presentes na área e têm sido referenciadas por Queiroz (2006) como ocorrência mais restrita na Caatinga da região setentrional do Nordeste brasileiro (LEMOs e MEGURO, 2010).

Complexo da Chapada Diamantina

A Ecorregião da Chapada Diamantina está localizada na parte centro-sul do Bioma Caatinga, ocupando uma posição central no Estado da Bahia e faz parte da cadeia do Espinhaço. A Chapada Diamantina está inteiramente inserida na ecorregião da Depressão Sertaneja Meridional, e possui uma extensão territorial de 50.610 km². Nesta área, estão presentes as seguintes unidades de conservação: o *Parque Nacional da Chapada Diamantina*, que engloba 152.000 hectares e que foi criado pelo Decreto Federal nº 91.665 em 17/09/1985; o *Parque Estadual Morro do Chapéu*, que possui uma área estimada de 46.000 hectares, criado pelo Decreto Estadual nº 7.413 de 17/08/1998; e a Área de Preservação Ambiental – APA *Marimbus/Iraquara*, que ocupa uma área de 125.400 hectares, e foi criada pelo Decreto nº 6.092 de 27/04/1981 e na Resolução CONAMA nº 10 de 14/12/1988.

A região está inserida sobre o Complexo Granitóide do embasamento cristalino, com idade superior ao Supergrupo Espinhaço, enquanto a bacia sedimentar apresenta idade mesoproterozoica e neoproterozoica, as quais foram formadas por deposição marinha, lacustre, e fluvial (PEREIRA, 2010). Entretanto e Souza e Guerra (1986) utilizaram o conceito de unidade deposicional que define um conjunto de rochas depositadas em determinado espaço, nos quais compreende um Grupo com as formações Morro do Chapéu, Caboclo e Tombador. Neste sentido, Pedreira (1997) destaca que os ciclos de deposições se diferenciaram ao longo do tempo: marinho, lacustre, eólico e desértico, resultante das oscilações marinhas, a partir de um possível abaixamento da crosta. O relevo compreende umas das áreas mais elevadas do Bioma Caatinga com aproximadamente 500m de altitude. Este relevo é bastante acidentado, com grandes maciços residuais, topos rochosos, encostas íngremes, vales estreitos e profundos,

The predominant soils in this ecoregion are Littoral Neosols, Argisols and Oxisols. Littoral Neosols are found in the massifs and high ridges, while the Argisols prevail in areas of deep valleys where the relief is heavily dissected. Latosols are present on the flat tops (Velloso et al., 2002).

Chapada Diamantina ecoregion basically presents two types of climate, in the east the warm and humid tropical climate predominates with rainy periods between the months of November to May and average annual precipitation ranging from 678 mm to 866 mm. While to the west the climate is the Hot and Dry Tropical, with precipitation of the lower altitudes, that is around 500mm annual and for the highest altitudes surpassing 1.000mm / year. In this way, it provides several types of vegetation, with the presence of the Cerrado Biome and rupestrian fields in the higher areas and in the areas of lower elevations presents the typical vegetation of the Caatinga Biome (Velloso et al., 2002; Hagge et al., 2000) .

In the hydrography of the area are inserted rivers of three basins: the basin of the river Paraguaçu and its tributaries, the basin of the river Contas and the São Francisco. The basin of the Paraguaçu River covers an area of 54,000 km² and is characterized by the diversity of its tributaries, these being classified as ephemeral, intermittent and perennial. The Contas river basin covers an area of 55,000 km², which flows east to west and is also characterized by a diversity of tributaries (Giudice, 2011).

Northern Country Depression

The Northern Country Depression is located on the northern border of Pernambuco extending in most of the states of Paraíba, Rio Grande do Norte and Ceará extending to a small part of Piauí. This area is limited with the Coastal Trails to the north, with the northern part of the Borborema Plateau to the east, to the south with the altitude barrier caused by the Araripe Plateau and the Cariris Mountains of the Ibiapaba-Araripe Complex. In addition, this area includes Seridó, Cariri Paraibano and Chapada do Apodi, occupying, in this way, most of the Caatinga Biome in an area of 206. 700 km². This ecoregion represents the



Parque Nacional Chapada Diamantina. Feições da Bacia Sedimentar com a presença da vegetação arbustiva do bioma Caatinga, nos Neossolos Litólicos característicos da área. Foto: Neison Freire (2015).

Chapada Diamantina National Park. Features of the Sedimentary Basin with the presence of the shrub vegetation of the Caatinga biome, in the Littoral Neosols characteristic of the area. Photo: Neison Freire (2015).



Pantanal de Marimbus, área brejosa, formada pela confluência dos rios Santo Antônio e Utinga, localizado na borda leste do entorno do Parna Chapada Diamantina. Foto: Neison Freire (2015).

Pantanal de Marimbus, a swampy area, formed by the confluence of the Santo Antônio and Utinga rivers, located on the eastern border of Chapada Diamantina National Park. Photo: Neison Freire (2015).

grandes superfícies planas de altitude e serras altas, estreitas e alongadas; onde geralmente, as altitudes variam de 200m a 1800m.

Ossolos predominantes nessa ecorregião são do tipo Neossolos Litólicos, Argissolos e os Latossolos. Os Neossolos Litólicos encontram-se nos maciços e serras altas, enquanto os Argissolos prevalecem nas áreas de vales profundos, onde o relevo é bastante dissecado. Já os Latossolos se apresentam nos topos planos (VELLOSO *et al.*, 2002).

Praticamente a ecorregião Chapada Diamantina apresenta dois tipos de clima. A leste predomina o Clima Tropical Quente e Úmido com períodos de chuvas entre os meses de novembro a maio e precipitação média anual variando entre 678 mm a 866 mm. Enquanto a oeste o clima é o Tropical Quente e Seco com precipitação nas menores altitudes que fica em torno de 500mm anual e para as maiores altitudes ultrapassa 1.000mm/ano. Desse modo, proporciona diversos tipos de vegetação, com presença do Bioma Cerrado e campos rupestres nas áreas mais altas e nas áreas de altitudes menos elevadas apresenta a vegetação típica do Bioma Caatinga (VELLOSO *et al.*, 2002; HAGGE *et al.*, 2000).

Na hidrografia da área inserem-se rios de três bacias: a bacia do rio Paraguaçu e seus afluentes, a bacia do rio Contas e do São Francisco. A bacia do Rio Paraguaçu abrange uma área de 54.000km² e é caracterizada pela diversidade de seus afluentes, sendo estes classificados em efêmeros, intermitentes e perenes. Já a bacia do rio Contas abrange uma área de 55.000km², com escoamento no sentido oeste leste e também se caracteriza pela diversidade de afluentes (GIUDICE, 2011).

Depressão Sertaneja Setentrional

A Depressão Sertaneja Setentrional está localizada na fronteira norte de Pernambuco estendendo-se na maior parte dos Estados da Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará, prolongando-se até uma pequena parte do Piauí. Esta área limita-se com os Tabuleiros Costeiros ao norte, com a parte norte do Planalto da Borborema a leste, ao sul com a barreira de altitude causada pela Chapada do Araripe e as Serra dos Cariris do Complexo do Ibiapaba-Araripe. Além disso, esta área inclui o Seridó, o Cariri Paraibano e a Chapada do

most typical landscape of the northeastern semiarid region, with vast lowland plain, predominantly soft-wavy relief of residual elevations (Damasceno, 2007).

Among the environmental conservation areas are located the Seridó Ecological Station, covering an area of 1.163ha, which was created by the Federal Decree No. 87,222 dated of May 31st, 1982; Aiuaba Ecological Station has an area of 11,525ha, created by the Federal Decree no., from June 2nd, 2001, and Castanhão Ecological Station, which covers an area of 12,579ha, and was created by the no number Decree, from September, 27th, 2001.

The area is located in the sedimentary basin, composed of the Apodi Plateau that presents the soil types: Cambisols and Latosols. In most of the Northern Depression the soils are shallow, stony, predominating the Vertisols, Argisols, Litolic Neosols and Planosols. The relief is predominantly smooth-wavy, and has an extensive low plain.

In this area, the hot and semiarid climate prevails, with rainfall occurring in the period from October to April in the driest region (sertão), and from January to June in the milder region (Agreste). The average annual precipitation is around 500mm to 800mm, except for the Cariri Paraibano, which has rainfall extremes and reaches only 350mm / year, comprising the driest area of the Caatinga. This is because the geographical barrier of the Borborema Plateau significantly reduces rainfall rates in the area. This rainfall irregularity characterizes this ecoregion, since during almost all the year it presents / displays a marked water deficiency. Therefore, it does not have permanent rivers (Velloso *et al.*, 2002; Damasceno, 2007).

The vegetation present in this ecoregion is the shrub and arboreal Caatinga. However, it contains two differentiated areas, where climatic extremes condition Seridó and Cariris Velhos low vegetation. While in the Seridó the vegetation was developed more open, with great extensions of herbaceous plants (Velloso *et al.*, 2002).

Southern Country Depression

The Southern Country Depression comprises an area of 373,900 km², occupying most of the central and southern Caatinga



Estação Ecológica do Seridó: feições da vegetação arbustiva-herbácea da Caatinga. Foto: Neison Freire (2015).

Seridó Ecological Station: features of the shrub-herbaceous vegetation of the Caatinga. Photo: Neison Freire (2015).

Apodi, ocupando, dessa forma, a maior parte do Bioma Caatinga, numa área de 206. 700 km². Essa ecorregião representa a paisagem mais típica do semiárido nordestino, com vasta planície baixa e relevo predominantemente suave-ondulado de elevações residuais (DAMASCENO, 2007).

Entre as áreas de conservação ambiental estão localizadas a *Estação Ecológica do Seridó*, abrangendo uma área de 1. 163ha, que foi criada pelo Decreto Federal nº 87.222 de 31/05/1982; *Estação Ecológica de Aiuaba*, possuindo uma área de 11.525ha, criada pelo Decreto Federal s/n 06/02/2001 e *Estação Ecológica do Castanhão*, que compreende uma área de 12. 579ha e que foi criada pelo Decreto s/n 27/09/2001.

A área está localizada na bacia sedimentar, composta pela Chapada do Apodi, apresentando os tipos de solo Cambissolos e Latossolos. Na maior parte da Depressão Setentrional os solos são rasos e pedregosos, predominando os Vertissolos, Argissolos, Neossolos Litólicos e Planossolos. O relevo é predominantemente suave-ondulado, e possui uma extensa planície baixa.

biome, and is bordered by all ecoregions, except with the Campo Maior Complex. In the southern and eastern part, it borders the Cerrado of Minas Gerais and the Zona da Mata from Bahia, besides the States of Sergipe and Alagoas. To the west it is limited with the beginning of the Central Plateau (Velloso et al., 2002).

Among the conservation áreas, stands out the Cavernas do Peruaçu National Park, which corresponds to an area of 143.866 ha, and was created by the no number Federal Decree, from September 21th, 1999.

The Soils of Southern Country Depression are deep, well drained, acidic and with low natural fertility, the Latosols, which occurs in the western and southern parts of the ecoregion. To the north, the predominant soils are the Argisols, Regosols and Vertisols. It should be noted that the Argisol is the only one presented in this area that does not have high natural fertility. Low shallow, low fertility, and salt-solids (flat-solids) soils are found in the region between Raso da Catarina and Chapada Diamantina (Velloso et al., 2002).



Estação Ecológica Aiuaba: Cereus jamacaru DC.-Cactaceae, espécie característica da Caatinga. Foto: Neison Freire (2014).

Aiuaba Ecological Station: Cereus jamacaru DC.-Cactaceae, characteristic species of the Caatinga. Photo: Neison Freire (2014).

Nessa área predomina o clima quente e semiárido com ocorrência de chuvas no período que vai de outubro a abril na região mais seca (sertão), e de janeiro a junho na região de clima mais ameno (agreste). A precipitação média anual fica em torno de 500mm a 800 mm com exceção do Cariri Paraibano, que apresenta extremos pluviométricos e atinge apenas 350mm/ano, compreendendo a área mais seca da Caatinga. Isto porque a barreira geográfica do Planalto da Borborema reduz significativamente os índices de pluviosidade na área. Essa irregularidade pluviométrica caracteriza essa ecorregião, pois durante quase todo o ano apresenta deficiência hídrica bastante acentuada. Sendo assim, não possui rios permanentes (VELLOSO *et al.*, 2002; DAMASCENO, 2007).

A vegetação presente nessa ecorregião é a Caatinga arbustiva e arbórea. Contudo, contém duas áreas diferenciadas, onde os extremos climáticos condicionam no Seridó e Cariris Velhos uma vegetação de porte baixo. Enquanto no Seridó desenvolveu-se a vegetação mais aberta, com grandes extensões de plantas herbáceas (VELLOSO *et al.*, 2002).

Depressão Sertaneja Meridional

A Depressão Sertaneja Meridional compreende uma área de 373.900 km², ocupa a maior parte do centro e sul do Bioma Caatinga e limita-se com todas as ecorregiões, exceto com a do Complexo do Campo Maior. Na parte sul e leste faz fronteira com o Cerrado de Minas Gerais e a Zona da Mata da Bahia, além dos Estados de Sergipe e Alagoas; a oeste limita-se com o início do Planalto Central (VELLOSO *et al.*, 2002).

Entre as áreas de conservação destaca-se o *Parque Nacional Cavernas do Peruaçu* que corresponde a uma área de 143. 866ha, criada pelo Decreto Federal s/n 21/09/1999.

Os solos da Depressão Sertaneja Meridional são profundos, bem drenados, ácidos e com fertilidade natural baixa: os Latossolos, que ocorrem na parte oeste e sul da ecorregião. Já ao norte, os solos predominantes são os Argissolos, Regossolos e Vertissolos. Ressalva-se que o Argissolo é o único dos apresentados nessa área que não tem fertilidade natural alta. Os solos rasos, mal drenados, de fertilidade baixa e com problemas



Feições de rochas carbonáticas do Grupo Bambuí localizados no Parque Nacional Cavernas do Peruaçu. Foto: Neison Freire (2014).

Features of carbonate rocks of the Bambuí Group located in the Cavernas do Peruaçu National Park. Photo: Neison Freire (2014).

de sais (planossolos) são encontrados na região entre o Raso da Catarina e a Chapada Diamantina (VELLOSO *et al.*, 2002).

A área apresenta altitude variando de 100 a 800m, e contendo áreas com picos que supera os 800m. A Depressão Sertaneja Meridional apresenta clima quente e semiárido com estação chuvosa de outubro a abril nas áreas do sertão, e, de janeiro a junho nas áreas do agreste. Possui maior regularidade de chuvas, sendo sua distribuição menos concentrada. A precipitação média anual ultrapassa os 1.000 mm nas áreas mais altas do sul, mas no geral, varia de 500mm a 800mm/ano (VELLOSO *et al.*, 2002).

Com relação à hidrografia a ecorregião apresenta rios temporários e permanentes, os maiores de todo o Nordeste, possuindo ainda, grande presença de corpos d'água temporários (rios e lagos), o que proporciona flora e fauna mais variadas (VELLOSO *et al.*, 2002).

A vegetação desse ambiente é do tipo Caatinga arbustiva e arbórea. Sendo que, a caatinga arbórea predomina nas áreas de afloramento calcário bambuí enquanto que a leste da Bahia encontra-se a mata do cipó e

The area presents altitude ranging from 100 to 800m, and contains areas with peaks that exceeds 800m. The Southern Country Depression presents warm and semiarid climates with rainy season from October to April in the hinterland areas, and from January to June in the wilderness areas. It has a greater regularity of rainfall, and its distribution is less concentrated. The average annual precipitation exceeds 1,000 mm in the highest areas of the south, but in general ranges from 500 mm to 800 mm per year (Velloso *et al.*, 2002).

Regarding to hydrography, the ecoregion presents temporary and permanent rivers, the largest of the Northeast, with a large presence of temporary water bodies (rivers and lakes), which provides more varied flora and fauna (Velloso *et al.* 2002).

The vegetation of this environment is of the shrub and arboreal Caatinga type. In this study, the most important species of woodcuts are bamboo limestones, while in the eastern part of the state of Bahia, there is the cipó forest, and in the extreme west there are dry rock fields (Velloso *et al.*, 2002).

Campo Maior Complex

The ecoregion of Campo Maior Complex is located in the State of Piauí, more precisely to the northwest of the Caatinga Biome, extending a small portion in the southwest of the State of Maranhão and occupying a territorial extension of 41 420 km². Among them, these Conservation Units are inserted: Sete Cidades National Park, which corresponds to an area of 7,700 ha, and was created by the Federal Decree No. 50.744, from June 8th, 1961; Recanto da Serra Negra Natural Reserve, which corresponds to a territorial extension of 179.16 ha, which was created by Ordinance No. 37/4, from September 3rd, 2004; Serra Ibiapaba Environmental Preservation Area, which covers an area of 1,950,000 ha, and was created by the no number Federal Decree, from November 26th, 1996.

This ecoregion is located in the sedimentary basin of the Longá Formation, with predominantly Plinthosols, shallow, poorly drained and deeper in the residual low plateaus. The relief is in the form of plains that can reach 650m of altitude. The climate that constitutes it is Tropical Warm and Humid type, with average annual precipitation of 1.300 mm. This precipitation occurs in a concentrated way in a few months between December and June, the rivers present are perennial, like Longá, Poti, and Parnaíba.

In this area of transition between the Cerrado/Caatinga and the Cerrado/Seasonal Forest, herbaceous predominance in the low and upper areas is the shrub-tree vegetation (Velloso *et al.*, 2002).

Borborema Plateau

Borborema Plateau ecoregion is located in the eastern part of the Caatinga Biome in the N-S direction, comprising part of the states of Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco and Alagoas, occupying an area of 41,940 km². It is bordered to the north by the Northern Sertaneja Depression, the midwest and south-southwest with the Southern Country Depression, to the east with the "Zona da MataParaibana", Pernambuco and Alagoas.

Geologically the area is located in the granitoid complex of the crystalline basement, composed of rocky outcrops of granite, homogeneous and heterogeneous

no extremo oeste têm-se os campos rupestres meio secos (VELLOSO *et al.*, 2002).

Complexo do Campo Maior

A ecorregião do Complexo do Campo Maior está situada no Estado do Piauí, mais precisamente a noroeste do Bioma Caatinga, com uma pequena porção estendendo-se ao sudoeste do Estado do Maranhão e ocupando uma extensão territorial de 41.420 km². Estão inseridas as unidades de conservação: o *Parque Nacional das Setes Cidades*, que corresponde a uma área de 7.700ha, criado pelo Decreto Federal nº 50.744 de 08/06/1961; a *Reserva Particular do Patrimônio Natural Recanto da Serra Negra*, que corresponde a uma extensão territorial de 179.16ha, criada pela Portaria nº 37/4 de 09/03/2004; a Área de Preservação Ambiental Serra Ibiapaba que abrange uma área de 1.592.550ha, sendo criada pelo Decreto Federal s/n de 26/11/1996.

Esta ecorregião está localizada na bacia Sedimentar da Formação Longá, com predominância de solos Plintossolos, rasos, mal drenados e mais profundos nas chapadas

baixas residuais. O relevo apresenta-se em forma de planícies que pode chegar a 650m de altitude. O clima que o constitui é do tipo Tropical Quente e Úmido, com precipitação média anual de 1.300mm. Esta precipitação ocorre de forma concentrada em poucos meses entre dezembro e junho. Os rios presentes são perenes, a exemplo dos rios Longá, Poti e Parnaíba.

Praticamente, pode-se encontrar nessa área de transição entre o Cerrado/Caatinga e o Cerrado/Floresta Estacional, uma predominância de herbáceas nas áreas baixas e nas mais altas está a vegetação arbustivo-arbórea (VELLOSO *et al.*, 2002).

Planalto da Borborema

A ecorregião do Planalto da Borborema está situada na parte leste do Bioma Caatinga no sentido N-S compreendendo parte dos estados de Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas, ocupando uma área de 41.940km². Limita-se ao norte com a Depressão Sertaneja Setentrional, ao centro-oeste e sul-sudoeste com a Depressão

Sertaneja Meridional, a leste com a Zona da Mata Paraibana, Pernambuco e Alagoas.

Geologicamente a área está localizada no complexo granitoide do embasamento cristalino, composto por afloramentos rochosos de granito, migmatitos homogêneos e heterogêneos, gnaisses diversificados, pertencente ao Complexo Presidente Juscelino.

Na área há a predominância de solos profundos e férteis, dentre os quais estão os Regossolos e os Argissolos. Nas partes mais suaves estão presentes os Neossolos Litólicos, Planossolos e os Aluviais. O relevo em que se encontra essa ecorregião pertence aos maciços graníticos de relevo movimentado da formação do Pré-Cambriano, apresentando variação altitudinal de 400-650m (VELLOSO *et al.*, 2002).

O Clima Tropical Quente e Seco predomina na ecorregião do Planalto da Borborema com precipitação média anual de 400-500mm. No entanto, vale salientar que esta altitude pode ser elevada nas encostas, onde formam as matas de altitude ou brejos de exposição. A estação chuvosa ocorre entre os meses de fevereiro a maio, devido à exposição dos ventos alísios de sudeste formando uma barreira para a umidade (NASCIMENTO *et al.*, 2012).

A bacia hidrográfica do Planalto da Borborema é dendrítica, recortada por rios perenes de pequena vazão e possui enclaves de brejo de altitude, onde predomina a vegetação da Mata Atlântica. Na outra parte está presente a vegetação arbustiva aberta e arbórea da Caatinga (NASCIMENTO *et al.*, 2012).

migmatites, diversified gneisses, belonging to the Presidente Juscelino Complex.

In the area there is a predominance of deep and fertile soils, among which are the Regosols and the Argisols. In the softer parts are present the Litolic Neosols, Planosols, and Alluvial. The relief of this ecoregion belongs to the granite massifs of the pre-Cambrian formations, with altitude variations of 400-650 m (Velloso *et al.*, 2002).

The hot and dry tropical climate dominates the ecoregion of the Borborema Plateau with an average annual rainfall of 400-500mm. It is worth noting that this altitude can be high on the slopes where the highland forests form, or swamps of exposure. The rainy season occurs between February and May, due to the exposure of the southeast trade winds, forming a barrier to moisture (Nascimento *et al.*, 2012).

The drainage basin of the Borborema Plateau is dendritic, cut by perennial rivers of small flow and has enclaves of altitude brejo, where predominates the vegetation of the Atlantic Forest biome, in the other part are present the open and arboreal shrub vegetation of the Caatinga biome (Nascimento *et al.*, 2012).



Panorama do modelado ruiforme dos arenitos devonianos, da Bacia Sedimentar do Parnaíba no Parque Nacional Sete Cidades. Foto: Neison Freire (2014).

Overview of the ruiniform modeling of the Devonian sandstones, from the Sedimentary Basin of Parnaíba in Sete Cidades National Park. Photo: Neison Freire (2014).



Sensoriamento Remoto e Meio Ambiente

A contribuição do Sensoriamento Remoto para o estudo do bioma Caatinga

Introdução

Neste capítulo, pretende-se fazer uma breve revisão de literatura sobre Sensoriamento Remoto, com enfoque sobre os estudos no bioma da Caatinga, objetivando-se uma melhor compreensão das técnicas e tecnologias geoespaciais utilizadas na pesquisa.

Inicialmente, pode-se afirmar que o Sensoriamento Remoto (SR) trata da aquisição de dados de um objeto ou cena por um sensor que está distante dos alvos (COLWELL, 1983). Fotografias aéreas, imagens de satélites e radares são exemplos de produtos gerados a partir de dispositivos remotamente sensoriados (FREIRE e PACHECO, 2009), em que a energia registrada por esses instrumentos apresenta interações fundamentais entre os alvos e os sensores (propriedades biofísico-químicas dos alvos, atmosfera, etc.), que devem ser modeladas para a correta extração de informações obtidas por meio de dados de Sensoriamento Remoto (JENSEN, 2009).

Com o constante aprimoramento dos instrumentos de aquisição e processamento de dados espaciais, tem-se um consenso formado entre os meios acadêmicos e políticos de que é necessária a utilização de novas tecnologias que tenham como foco principal a representação e quantificação das áreas da superfície terrestre para auxiliar os diagnósticos finais, principalmente os de meio ambiente, uma vez que essas tecnologias estão se tornando cada vez mais modernas e dinâmicas.

Essas novas perspectivas científicas para a análise ambiental têm como centro o paradigma de multidisciplinaridade, que contempla as interrelações e as interações entre as áreas de conhecimento das geociências e engenharias. Assim, o foco principal

para as diversas áreas do conhecimento é compreender melhor a distribuição espacial dos dados advindos de fenômenos ocorridos no espaço (CÂMARA et al., 2001).

Destarte, dados de Sensoriamento Remoto (SR) obtidos por satélites têm o potencial de fornecer informações detalhadas sobre as propriedades da superfície da Terra e os parâmetros a nível local ou em escala regional, imageando porções do espectro eletromagnéticos além da região do visível. Tal característica permite aprofundar a extração de informações sobre os alvos na superfície terrestre, especialmente aqueles de maior sensibilidade à região do infravermelho, como é o caso de estudos que envolvam a cobertura de vegetação.

Apesar das diversas possibilidades de aplicação do SR, compreende-se que a mais amplamente utilizada nos estudos da Terra é aquela referente ao monitoramento e análises da cobertura vegetal (MARCUSSE et al., 2010).

O interesse por mensurar informações referentes à vegetação, a partir de dados qualitativos e/ou quantitativos, e dados espectrais resultaram na criação de Índices de Vegetação (FERREIRA et al., 2008), estes aplicados aos mais diversos biomas terrestres, entre eles a Caatinga.

A Caatinga é o tipo de vegetação que recobre a maior porção da área com clima semiárido da região Nordeste do Brasil e o norte do estado de Minas Gerais, sendo ela um bioma exclusivamente brasileiro, com área aproximada de 850 mil km² (GIULIETTI et al., 2002).

Como na maioria dos biomas terrestre, a remoção parcial ou total da cobertura vegetal resulta na redução do estoque da produção de biomassa vegetal e na diminuição da cobertura dos solos. Quando ocorre na

Remote sensing and environment

The contribution of Remote Sensing to the study of the Caatinga biome

Introduction

In this chapter, we intend to make a brief review of the literature on Remote Sensing, focusing on studies in the Caatinga biome, aiming at a better understanding of the geospatial techniques and technologies used in the research.

Initially, it can be stated that Remote Sensing (SR) deals with the acquisition of data of an object or scene by a sensor that is far from the targets (Colwell, 1983). Aerial photographs, satellite images and radars are examples of products generated from remotely sensed devices (Freire and Pacheco, 2009), where the energy recorded by these instruments presents fundamental interactions between targets and sensors (biophysical- chemical characteristics of the targets, atmosphere, etc.), which should be modeled for the correct extraction of information obtained through Remote Sensing data (Jensen, 2009).

With the constant improvement of the instruments of acquisition and processing of spatial data, there is a consensus formed between the academic and political circles that it is necessary to use new technologies that have as main focus the representation and quantification of the surface terrestrial areas to help the final diagnoses, especially those of the environment, as these technologies are becoming more modern and dynamic.

These new scientific perspectives for environmental analysis have as their main point the multidisciplinary paradigm, which contemplates the interrelationships and interactions between the knowledge areas of geosciences and engineering. So, the focus for the different areas of knowledge is to understand better the spatial distribution of the adventitious data of phenomena occurring in space (Câmara et al., 2001).

Thus, Remote Sensing data obtained by satellites have the potential to provide detailed information on the properties of the earth's surface and parameters at local or regional scale, imaging portions of the electromagnetic spectrum beyond the visible region. This feature allows the deepening of information extraction on land surface targets, especially those of greater sensitivity to the infrared region, as is the case with studies involving vegetation cover.

Despite the diverse possibilities of SR application, it we understand that the most widely used in Earth studies is that concerning monitoring and analysis of vegetation cover (Marcussi et al., 2010).

The interest in measuring vegetation information from quantitative and/or quantitative data and spectral data resulted in the creation of Vegetation Indexes (Ferreira et al., 2008), which are applied to the most diverse terrestrial biomes, among them the Caatinga.

The Caatinga is the type of vegetation that covers the largest portion of the area with a semiarid climate in the Northeast region of Brazil and the northern part of the state of Minas Gerais, being an exclusively Brazilian biome, with an area of approximately 850 thousand km² (Giulietti et al., 2002).

As in most terrestrial biomes, the partial or total removal of vegetation cover results in the reduction of the stock of the vegetal biomass production and the reduction of the co-construction of the soils. These factors, together with the predominant characteristics of shallow soils and poor organic nutrients, may lead to an increase in the degradation of this biome (Costa et al., 2009).

Commonly, the Caatinga is associated with the provision of wood and medicinal resources. Due to the ways of obtaining some



Biodiversidade da Caatinga: vegetação típica do bioma no Parque Nacional do Catimbau. Foto: Neison Freire (2013).

Biodiversity of the Caatinga: typical biome vegetation in the Catimbau National Park. Photo: Neison Freire (2013).

Caatinga, esses fatores, juntamente com as características predominantes de solos rasos e pobres em nutrientes orgânicos, podem levar ao aumento na degradação desse bioma (COSTA et al., 2009).

Comumente, a Caatinga está associada ao fornecimento de recursos madeireiros e medicinais. Pelas formas de obtenção de alguns desses produtos da natureza, não se tem enxergado alternativa que não seja a proteção total das áreas remanescentes, principalmente quando se considera o uso intenso de algumas espécies que apresentam uma esparsa distribuição e/ou pequenas populações (ALBUQUERQUE, 2002). A demanda de uso energético da vegetação da Caatinga tem

gerado modificações nas paisagens e perda de diversidade biológica por insuficiência de informações sobre o manejo das espécies (FIGUEIROA et al., 2008).

Mesmo sendo a única grande região natural tipicamente brasileira, cujos limites estão inteiramente restritos ao território nacional, pouca atenção tem sido dada à conservação da heterogênea paisagem da Caatinga (SILVA e FONSECA, 2004). Os estudos na região Nordeste do País são imprescindíveis e, principalmente, nesse ecossistema, uma vez que esse bioma é um dos mais ameaçados devido ao uso inadequado e insustentável dos recursos naturais. De fato, o Bioma Caatinga é um dos mais alterados pelas atividades

antrópicas nos últimos séculos (ALMEIDA et al., 2009).

Imagens de satélite de observação da Terra, em conjunto com bases de dados locais, mapas temáticos e pesquisas de campo, têm sido utilizadas para examinar a natureza, tendência e quantificação do processo de monitoramento ambiental das Unidades de Conservação, apresentando como resposta a delimitação e o mapeamento da Caatinga, realizados para estabelecer uma base confiável para o seu monitoramento no espaço tempo.

Estudos mais recentes (LOPES et al., 2010; BEZERRA et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2012; ALVES et al. 2014; ALVES e AZEVEDO

of these products from nature, there is no alternative to protecting the remaining areas, especially when considering the intense use of some sparsely distributed species and / or small populations (Albuquerque, 2002). The demand for energy use of Caatinga vegetation has generated changes in the landscape and loss of biological diversity due to insufficient information on the management of the species (Figueiroa et al., 2008).

Although it is the only large natural Brazilian region, whose limits are entirely restricted to the national territory, little attention has been given to the conservation of the heterogeneous Caatinga landscape (Silva and Fonseca, 2004). Studies in the North region of the country are essential, and especially in this ecosystem, since this biome is one of the most threatened due to the inappropriate and unsustainable use of natural resources. The Caatinga Biome is one of the most altered by anthropic activities in recent centuries (Almeida et al., 2009).

Earth observation satellite images, together with local databases, thematic maps and field surveys, have been used to examine the nature, tendency and quantification of the environmental monitoring process of the Conservation Units, presenting as response to delineation and mapping of the Caatinga, carried out to establish a reliable basis for its monitoring in space time.

In this study, a number of biophysical parameters of the surface was evaluated in a simple and efficient way (Lopes et al., 2010; Bezerra et al., 2011; Oliveira et al., 2012) such as the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and the Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI), as well as the most widely used Remote Sensing techniques from Landsat 5 images.

With such scenery, this chapter aims to contextualize the contribution of Remote Sensing to the study of the Caatinga Biome and, consequently, of the Integral Protection Conservation Units contained in this area of the National territory.

Therefore, it is considered that, in recent years, Remote Sensing has assumed great importance in the monitoring of various phenomena (meteorological, environmental, urban, etc.), providing support in the forecasts

2015) estimaram, de forma simples e eficaz, alguns parâmetros biofísicos da superfície, dentre os quais são o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN) e o Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (IVAS), como as técnicas de Sensoriamento Remoto mais utilizadas a partir de imagens do Satélite Landsat 5.

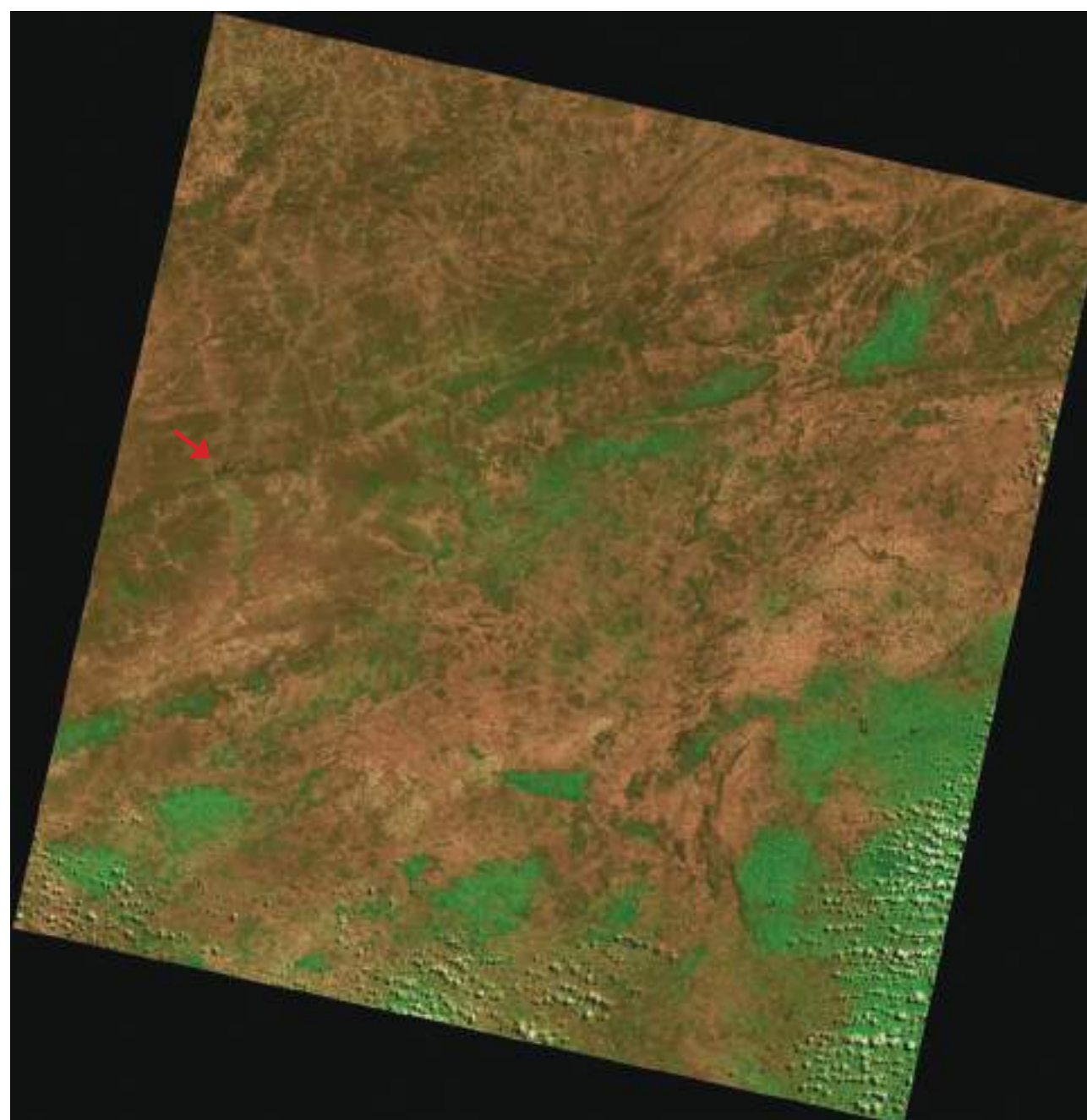
Diante do contexto apresentado, o presente capítulo tem como objetivo contextualizar a contribuição do Sensoriamento Remoto para o estudo do Bioma Caatinga e, conseqüentemente, das Unidades de Conservação de Proteção Integral contidas nesta área do território Nacional.

Paratanto, considera-se que, nos últimos anos, o Sensoriamento Remoto tem assumido grande importância no monitoramento de diversos fenômenos (meteorológicos, ambientais, urbanos, etc.), oferecendo suporte nas previsões (tempo e melhor entendimento das mudanças climáticas), além de auxiliar no planejamento (agrícola, urbano e econômico-ecológico). Como consequência, tem-se tornado uma ferramenta poderosa para a obtenção de informações necessárias ao manejo, gerenciamento e gestão de recursos naturais (BEZERRA et al., 2011; GÓMEZ et al., 2011; CUNHA et al., 2012).

Sensoriamento Remoto e Caatinga

Para o estudo e mapeamento de áreas protegidas da Caatinga foi realizada uma pesquisa envolvendo os novos satélites de Sensoriamento Remoto e uma revisão bibliográfica com o objetivo de caracterizar uma contribuição do Sensoriamento Remoto para este Bioma, considerando a evolução das resoluções espacial, temporal, espectral e radiométricas.

Nessa pesquisa, optou-se pela utilização das imagens fornecidas pelos satélites Landsat 5 sensor TM e 8 sensor OLI pela facilidade de obtenção por meio de *download* gratuito no site da *United States Geological Survey* (USGS), mas também devido à cobertura espacial, precisão geométrica e datas de aquisição atualizadas (na pesquisa, as imagens mais recentes utilizadas foram as disponibilizadas pelo Landsat 8 OLI de 2014 e 2015, enquanto as mais antigas foram do satélite Landsat 5 TM e que datam de 2000 a 2004).



Cena orbital completa do imageador OLI do satélite norte-americano LandSAT 8, medindo aproximadamente 185 x 185 km, na área do Parque Nacional do Catimbau (PE), em composição colorida multispectral RGB 754 de 06/08/2016 e antes do recorte geográfico com os limites da unidade de conservação. Esta é uma das mais de 150 cenas inteiras utilizadas na pesquisa das 14 unidades de conservação desse atlas e processadas nos softwares Spring 5.5 e Erdas 10.0. Na cor verde estão representadas as áreas mais úmidas e com presença de vegetação de caatinga, enquanto as áreas na cor marrom representam solo exposto, afloramento rochoso ou vegetação herbácea. Observa-se, ainda, na porção oeste da imagem, a presença de um "pequeno" corpo hídrico (seta na cor vermelha): trata-se do Açude de Poço da Cruz, próximo à cidade de Ibimirim, no sertão de Pernambuco; em 04/03/2018, este açude estava com 49 milhões de m³.

Full orbital scene of the OLI imagefinder of the North American satellite LandSAT 8, measuring approximately 185 x 185 km, in the Catimbau National Park area (PE), in a multi-spectral color composition RGB 754 from 06/08/2016 and before the geographic the boundaries of the conservation unit. This is one of more than 150 entire scenes used in the search of the 14 conservation units of this atlas and processed in the software Spring 5.5 and Erdas 10.0. In the green color are represented more humid areas and with presence of vegetation of Caatinga, whereas the areas in brown represent exposed soil, outcrop rocky or herbaceous vegetation. The presence of a "small" water body is also observed in the western portion of the image (red arrow): it is the "Poço da Cruz Dam", near the city of Ibimirim, in the sertão of Pernambuco; on 04/03/2018. This dam was 49 million m³.

(time and better understanding of the changes climatic), as well as assisting in planning (agricultural, urban and economic-ecological). Consequently, it has become a powerful tool to obtain the necessary information for the management, management and management of natural resources (Bezerra et al., 2011; Gomez et al., 2011; Cunha et al., 2012).

Remote Sensing and Caatinga

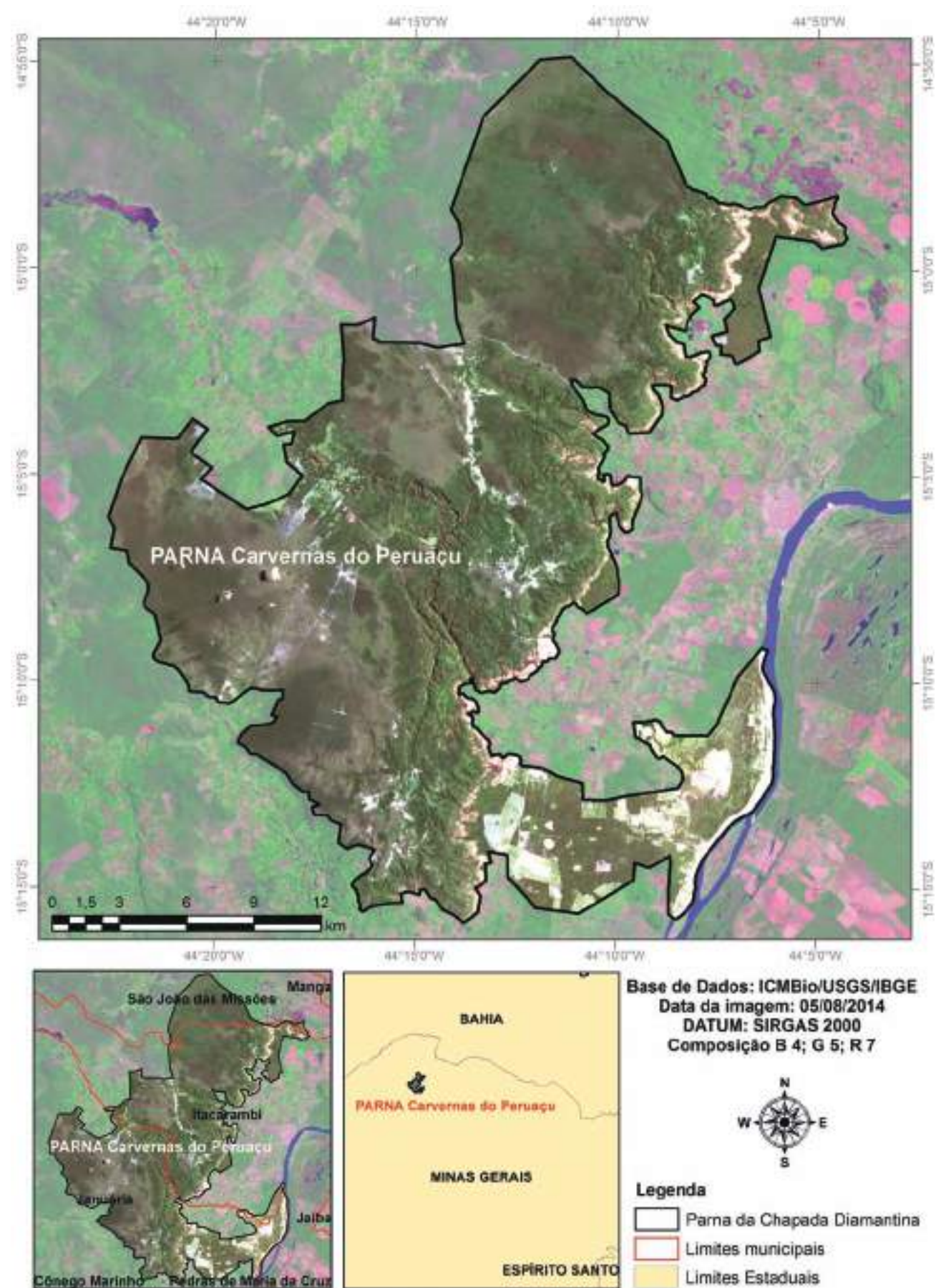
For the study and mapping of protected areas of the Caatinga, a research was carried out involving the new Remote Sensing satellites and a bibliographical review with the objective of characterizing a contribution of the Remote Sensing to this Bioma, considering the evolution of the spatial, temporal, spectral and radiometric.

In this research, we chose to use the images provided by the Landsat 5 sensor TM and 8 OLI sensor for easy retrieval by means of a free download on the United States Geological Survey (USGS) website (the most recent images used were those made available by the Landsat 8 OLI of 2014 and 2015, while the oldest images were from the Landsat 5 TM satellite, dating from 2000 to 2004).

Regarding the Remote Sensing techniques, we emphasise studies related to the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and the Soil Adjusted Vegetation Index (IVAS), as a result of the continuous use of these by researchers in environments similar to that of this research.

Thus, the Digital Image Processing (PDI) was considered essential for the realization of this research. This since there is a need for several calibrations, such as the conversion of the Digital Number to monochromatic radiance, more commonly known such as radiometric calibration, as well as reflectance (which consists of subtracting the total radiation that reaches the surface of the Earth to the detriment of the one that was transmitted and absorbed) and also the models derived from the Vegetation Indexes.

Consultations were conducted in national and international journals, theses, dissertations, books and in some articles published in magazines and technical-scientific events. The criteria for inclusion were papers that addressed the dimensions of



Carta-imagem multiespectral elaborada para a pesquisa a partir de imagens Landsat 8 OLI de 05/08/2014 que abrange o Parque Nacional da Chapada Diamantina, após vários processamentos digitais de imagem.

Multispectral image-chart developed for the research from Landsat 8 OLI images from August 5th, 2014 that covers Chapada Diamantina National Park, after several digital image processing.

Em relação às técnicas de Sensoriamento Remoto, foi dada ênfase aos estudos relacionados ao Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN) e ao Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (IVAS), em decorrência do uso contínuo desses por pesquisadores em ambientes análogos ao dessa pesquisa.

Assim, o Processamento Digital de Imagens (PDI) caracterizou-se como imprescindível para a realização dessa pesquisa, uma vez que há a necessidade de calibrações diversas, como por exemplo, a conversão do Número Digital em radiância monocromática, mais conhecida como calibração radiométrica, além do cômputo da reflectância (que consiste na subtração da radiação total que chega à superfície da Terra em detrimento daquela que foi transmitida e absorvida) e, também, os modelos oriundos dos Índices de Vegetação.

Consultas foram realizadas em periódicos nacionais e internacionais, teses, dissertações, livros e em alguns artigos publicados em revistas e eventos técnico-científicos. Os critérios para inclusão foram trabalhos que abordassem as dimensões de relevância técnico-científica significativa com a temática em estudo. A pesquisa de campo foi imprescindível para calibrar os resultados de laboratório e melhorar sua acurácia.

Vários estudos têm demonstrado que a detecção de áreas degradadas em ambientes naturais ou protegidos do semiárido está essencialmente relacionada às atividades antrópicas. Estas se desenvolvem, na maior parte das vezes, por meio de manejos não sustentáveis, ocasionando diversas modificações nos alvos naturais sobre a superfície terrestre.

Nesse sentido, Freire e Pacheco (2006, p. 13) ressaltam que “ao fazer uma abordagem multiescala para o monitoramento do processo de desertificação no semiárido brasileiro, a escolha metodológica de investigação do problema, associada à escolha dos indicadores, varia em função das escalas temporais e espaciais”.

Ainda sobre áreas de degradação ambiental, os autores também destacaram que as informações obtidas por sistemas sensores nos diferentes níveis de observação

significant technical and scientific relevance to the subject under study. Field research was essential to calibrate laboratory results and improve their accuracy.

Several studies have shown that the detection of degraded areas in natural or protected semi-arid environments is essentially related to anthropic activities. These develop, in most cases, by means of unsustainable managements, causing several modifications in the natural targets on the terrestrial surface.

In this sense, Freire and Pacheco (2006, p. 13) point out that “in making a multiscale approach to monitoring the desertification process in the Brazilian semi-arid region, the methodological choice of investigating the problem, coupled with the choice of indicators, varies according to the temporal and spatial scales”.

Still on areas of environmental degradation, the authors also pointed out that

the information obtained by sensor systems at different levels of observation are complementary and integrated, part of the same reality. Changes in albedo, vegetation and brightness indexes, changes in the way of use and management of the earth, observation of the biological, physical and chemical conditions of water, as well as variations in natural landscapes and solar radiation, among others, are examples of applications in IDPs for the study of degraded areas in a state of desertification (p.14).

Using PDI techniques, it is possible to monitor anthropic actions in the landscapes, identifying different degrees of degradation of the environment and thus allowing a quantification of areas affected by the problem - an essential condition for the evaluation of the conservation status of the 14 Conservation Units this research.

Currently, the most accurate techniques refer to the Vegetation Indexes, such as IVDN and IVAS - both used in this research, as we can observe in the following chapters concerning the mapped and analysed Conservation Units. These indices allow to evaluate the degree of modification caused by the human action in the Caatinga domain landscape, since it “facilitates the obtaining and modelling of biophysical parameters of the plants, such as ...

são complementares e integradas, parte de uma mesma realidade. Modificações no albedo, índices de vegetação e de brilho, mudanças na forma de uso e manejo da terra, observação das condições biológicas, físicas e químicas da água, além de variações nas paisagens naturais e radiação solar, dentre outros, são exemplos de aplicações em PDI voltadas ao estudo de áreas degradadas em estado de desertificação (p. 14).

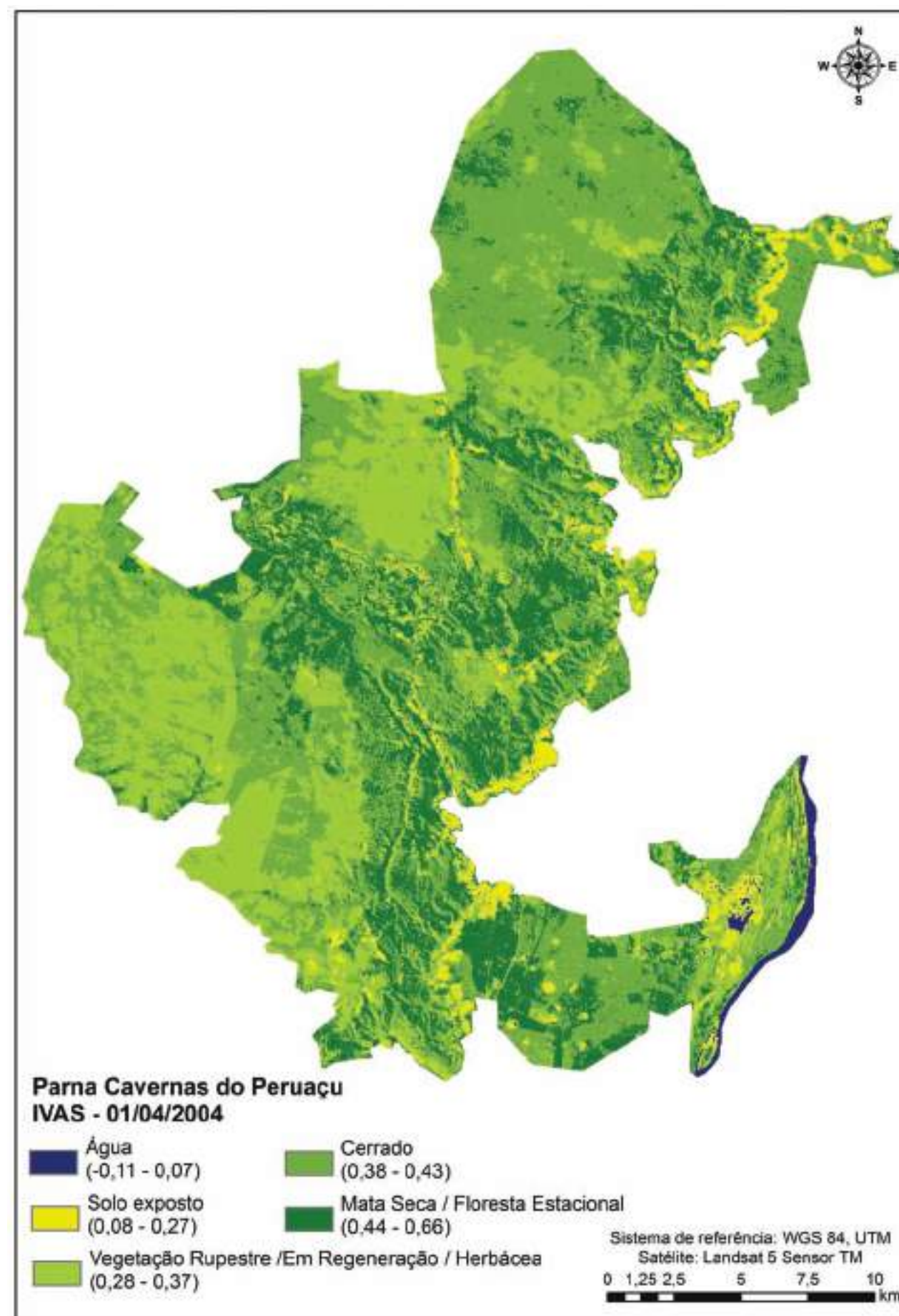
Utilizando técnicas de PDI, é possível monitorar as ações antrópicas nas paisagens, identificando distintos graus de degradação do meio ambiente e permitindo, assim, uma quantificação de áreas atingidas pelo problema – condição essencial para a avaliação do estado de conservação das 14 Unidades de Conservação objeto desta pesquisa.

Atualmente, as técnicas mais apuradas referem-se aos Índices de Vegetação, tais como o IVDN e o IVAS – ambos utilizados nesta pesquisa, como se observará nos capítulos seguintes concernentes às Unidades de Conservação mapeadas e analisadas. Tais índices permitem avaliar o grau de modificação provocada pela ação humana na paisagem de domínio da Caatinga, pois “facilita a obtenção e modelagem de parâmetros biofísicos das plantas, como... a porcentagem de cobertura do solo...” (JENSEN, 2009; BORATTO e GOMIDE, 2013).

Sistemas sensores orbitais Landsat

Atualmente, são muitos os sistemas sensores remotos orbitais em operação voltados para o estudo dos recursos naturais da superfície terrestre. Dentro do contexto atual de evolução, as resoluções espacial, temporal, espectral e radiométricas são aquelas que precisam ser conhecidas e devem se alinhar aos objetivos de uma pesquisa. Como será abordado mais adiante neste capítulo, justifica-se o uso dos Landsat 5 sensor TM e 8 sensor OLI face às suas características técnicas (resoluções) compatíveis com os objetivos da pesquisa.

A resolução espacial refere-se à habilidade do sistema sensor em distinguir e medir os alvos (FLORENZANO, 2002), normalmente expressa em metros. Segundo Bamler e Eineder (2008), a resolução espacial é um dos componentes principais na definição de um projeto envolvendo Sensoriamento Remoto.



Mapa temático do Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI), elaborado para a pesquisa a partir de imagens LandsAT 5 TM de 01/04/2004, indicando os diferentes tipos de vegetação na área do parque.

Thematic Map of the Soil - Adjusted Vegetation Index (SAVI), prepared for the survey from LandsAT 5 TM images dated from April 1st, 2004, indicating the different types of vegetation in the park area.

the percentage of soil cover ...” (Jensen, 2009; Boratto and Gomide, 2013).

Landsat orbital sensor systems

Currently, many remote orbital sensor systems are in operation for the study of terrestrial surface natural resources. Within the current context of evolution, spatial, temporal, spectral and radiometric resolutions are those that need to be known and must align with the objectives of a research. As will be discussed later in this chapter, it is justified to use the Landsat 5 sensor TM and 8 OLI sensor in view of its technical characteristics (resolutions) compatible with the research objectives.

Spatial resolution refers to the ability of the sensor system to distinguish and measure targets (Florenzano, 2002), usually expressed in meters. According to Bamler and Eineder (2008), spatial resolution is one of the main components in the definition of a project involving Remote Sensing.

Thus, the analysis scale in conjunction with the spatial resolution will define the feasibility of the research. Thus, the Landsat 5 and 8 satellites have spatial resolution in the multispectral bands of 30x30 m (representing a continuous area of 900 m² on the Earth’s surface, called a “pixel”, or cell of a matrix or space grid). Considering the smaller area of the Conservation Unit, which is the Serra de Ubajara National Park with 573 hectares, the use of these systems is compatible with the mapping scale adopted (1:10,000).

Considering the temporal resolution, the extensive database of the Landsat series is another important factor, since the creation period in 2000 of the National System of Conservation Units-SNUC of the Ministry of the Environment is subsequent to the operationalization of Landsat 5 (which according to the USGS [2016], began its operation in March 1984, and completed in November 2011 for the TM sensor). When Landsat 8 was released, it was released in February 2013, imaging until today (USGS, 2016), with the availability of more recent images, just when the final moments of this research.

In the case of spectral resolutions, both TM and OLI sensors present the same spectral

Assim, a escala de análise em conjunto com a resolução espacial irá definir a viabilidade da pesquisa. Dessa forma, os satélites Landsat 5 e 8 têm resolução espacial nas bandas multiespectrais de 30x30 m (o que representa uma área contínua de 900m² na superfície terrestre, chamada de “pixel”, ou célula de uma matriz ou grade espacial). Considerando a menor área da Unidade de Conservação, que é o Parque Nacional Serra de Ubajara com 573 hectares, o uso desses sistemas é compatível com a escala de mapeamento adotada (1:10.000).

Considerando a resolução temporal, o extenso banco de dados da série Landsat é outro fator importante, visto que o período de criação em 2000 do Sistema Nacional de Unidades de Conservação-SNUC do Ministério do Meio Ambiente é posterior à operacionalização do Landsat 5 (que de acordo com a USGS [2016], iniciou sua operação em março de 1984, finalizado em novembro de 2011 para o sensor TM). Já o Landsat 8 foi lançado em fevereiro de 2013, imageando até os dias atuais (USGS, 2016), com disponibilidade de imagens mais recentes, justamente quando dos momentos finais dessa pesquisa.

Em se tratando das resoluções espectrais, ambos os sensores TM e OLI apresentam as mesmas faixas espectrais utilizadas na pesquisa, sendo elas o Vermelho (0,64 a 0,67µm) e infravermelho próximo (0,85 a 0,88µm) (USGS, 2016), compatíveis para as mesmas análises.

Quando da resolução radiométrica, houve uma melhora significativa entre as imagens do sensor TM para o OLI. De acordo com Jensen (2009), essa resolução expressa a sensibilidade de detectores a pequena diferença de energia eletromagnética, variando entre si e o alvo, medida em quantidade de bits (profundidade em tons de cinza com 4, 8 ou 16) ou variação de energia que cada sensor é capaz de registrar para cada pixel.

Apesar do aumento dessa resolução, onde o primeiro gerava imagens com oito bits, e o segundo gera com 16 bits, efetivamente acredita-se que essa melhora é compatível, uma vez que as classes analisadas são as mesmas.

Outro fator importante para além das resoluções, mas que favorece o uso das imagens da série Landsat, é a gratuidade destas,

seja no sítio do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), seja no sítio da USGS.

Índices de vegetação

Com o advento e a disponibilidade de imagens obtidas por vários sensores orbitais desde a década de 70 do século XX, vários modelos matemáticos foram propostos no sentido de determinar a distribuição, variabilidade, sazonalidade e características da vegetação das distintas áreas imageadas por cada sensor, e comumente, tais modelos são denominados de Índices de Vegetação. Estes avanços nas pesquisas permitiram estudos cada vez mais precisos e acurados no mapeamento da vegetação ao redor das áreas emersas do planeta, trazendo aportes científicos significativos tanto para as áreas agrícolas, como para as áreas de preservação ambiental.

Segundo Silva (2012), os Índices de Vegetação (IV) são utilizados para o estudo da vegetação através do Sensoriamento Remoto. Estes são resultados de operações algébricas entre os valores de pixels de uma imagem para as faixas espectrais.

O objetivo do IV é extrair e ampliar as informações do pixel acerca da vegetação e ao mesmo tempo minimizar os efeitos do ambiente por meio da combinação de duas ou mais bandas de distintas regiões do espectro (JACKSON e HUETE, 1991).

Um dos índices de vegetação mais utilizados é o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN). Sua simplicidade e sua relativa alta sensibilidade à densidade da cobertura vegetal tornaram possíveis comparações espaciais e temporais da atividade fotossintética terrestre, bem como o monitoramento sazonal, interanual e variações de longo prazo dos parâmetros estruturais, fenológicos e biofísicos da vegetação em escala global (WANG et al., 2003).

O IVDN é um indicador sensível à quantidade de vegetação verde, calculado como uma razão entre a reflectância medida nas regiões do vermelho (Red) e infravermelho próximo (NIR) do espectro eletromagnético, sendo essas duas bandas espectrais selecionadas em razão de serem mais afetadas pela absorção pela clorofila na folhagem da vegetação verde e conseqüentemente pela densidade dessa vegetação na superfície

(FRANCISCO et al., 2012). Para vegetação seca, o IVDN é baixo, mas é alto para vegetação em pleno vigor. Isso ocorre devido à pigmentação da cor verde da vegetação sadia refletir mais no infravermelho próximo e menos na banda do visível, o que ocasiona altos valores para esse índice (PARKINSON, 1997).

Jacóbsen et al. (2004) afirmaram que, além de proporcionar uma visão de como a cobertura vegetal se encontra distribuída na superfície, o IVDN permite um estudo da dinâmica da cobertura, evidenciando as variações apresentadas por ela em decorrência de situações climáticas isoladas, dos ciclos fenológicos anuais e de eventos episódicos.

Nesta pesquisa, também foi utilizado o Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (IVAS), proposto por Huete (1988). Como o IVDN, esse índice também considera a quantidade geral da vegetação, bem como seu vigor. Utiliza, contudo, um fator de ajuste às características do solo da área imageada, evitando possíveis interferências da energia eletromagnética refletida pelo referido Índice, além de considerar a estrutura dos dosséis e morfologia das plantas.

Algumas pesquisas desenvolvidas para a Caatinga com o IVAS por Silva e Galvínio (2012), Alves et al. (2014), Alves e Azevedo (2015) apresentaram eficácias em seu uso. Justificando assim o seu uso nessa pesquisa.

Considerações finais

Paralelamente à evolução dos sistemas de aquisição de dados de Sensoriamento Remoto, surgiram novas abordagens metodológicas em Processamento Digital de Imagens e melhorias em metodologias já existentes, otimizando, assim, a extração de informações de imagens de Unidades de Conservação.

Aspectos teóricos do estado da arte do sensoriamento remoto vinculado ao estudo da Caatinga foram apresentados neste trabalho no sentido de fornecer uma contribuição técnico-científica, para a elaboração de futuros trabalhos nesta temática.

Registre-se, também, que aqui foram apresentados os aspectos e técnicas mais relevantes no que concerne aos objetivos desta pesquisa, ou seja, mapear e analisar

o estado de conservação da biodiversidade do bioma Caatinga nas áreas de proteção integral, orientadas aos estudos de vegetação e combinadas com pesquisas de campo.

bands used in the research, being Red (0.64 to 0.67 μ m) and near infrared (0.85 to 0.88 μ m) (USGS, 2016), compatible for the same analyses.

When radiometric resolution, there was a significant improvement between the TM sensor images for OLI. According to Jensen (2009), this resolution expresses the sensitivity of detectors to the small difference in electromagnetic energy, varying between them and the target, measured in bit quantity (depth in grayscale with 4, 8 or 16) or which each sensor is capable of recording for each pixel.

In spite of the increase of this resolution, where the first generated images with eight bits, and the second one generates with 16 bits, it is effectively believed that this improvement is compatible, since the classes analysed are the same.

Another important factor besides the resolutions, but which favors the use of the Landsat series images, is the gratuitousness of these, either on the website of the National Institute for Space Research (INPE) or on the USGS website.

Vegetation indexes

With the advent and availability of images obtained by various orbital sensors since the 1970s, several mathematical models were proposed to determine the distribution, variability, seasonality and vegetation characteristics of the different areas imaged by each sensor, and commonly, such models are called Vegetation Indices. These advances in research have led to increasingly precise and accurate studies in the mapping of vegetation around the emerging areas of the planet, bringing significant scientific contributions both to agricultural areas and to environmental preservation areas.

According to Silva (2012), Vegetation Indices (IV) are used for the study of vegetation through Remote Sensing, these are results of algebraic operations between the pixel values of an image for the spectral bands.

The objective of IV is to extract and amplify pixel information about vegetation and at the same time minimize the effects of the environment by combining two or more

bands from different regions of the spectrum (Jackson and Huete, 1991).

One of the most commonly used vegetation indexes is the Normalized Difference Vegetation Index (IVDN). Its simplicity and its relatively high sensitivity to the density of vegetation co-existence have made spatial and temporal comparisons of terrestrial photosynthetic activity possible, as well as the seasonal, inter-annual monitoring and long-term variations of the structural, phenological and biophysical parameters of the vegetation at scale (WANG et al., 2003).

IVDN is an indicator sensitive to the amount of green vegetation, calculated as a ratio between the reflectance measured in the red (red) and near infrared (NIR) regions of the electromagnetic spectrum, these two spectral bands being selected because they are more. In the present study, the effect of chlorophyll uptake on the vegetation and its effects on the vegetation and vegetation of the vegetation was evaluated. For dry vegetation, the IVDN is low, but is high for vegetation in full force. This is due to the pigmentation of the green color of the healthy vegetation reflect more in the near infrared and less in the band of the visible, which causes high values for this index (Parkinson, 1997).

Jacoben et al. (2004) stated that, in addition to providing a view of how the vegetation covariance is distributed on the surface, the IVDN allows a study of the dynamics of the cover, evidencing the variations presented by it as a result of isolated climatic situations, annual phenological cycles and episodic events.

In this research, the Soil Adjusted Vegetation Index (IVAS), proposed by Huete (1988), was also used. Like the IVDN, this index also considers the overall amount of vegetation as well as its vigor. However, it uses a factor of adjustment to the soil characteristics of the imaged area, avoiding possible interferences of the electromagnetic energy reflected by said Index, besides considering the structure of the canopies and morphology of the plants.

Some researches developed for the Caatinga with the IVAS by Silva and Galvncio (2012), Alves et al. (2014), Alves and Azevedo (2015) presented efficacy in their use. Justifying this way its use in this research.

Final Remarks

In parallel to the evolution of Remote Sensing data acquisition systems, new methodological approaches have emerged in Digital Image Processing and improvements in existing methodologies, thus optimizing the extraction of information from Conservation Units images.

The theoretical aspects of the state of the art of remote sensing linked to the study of the Caatinga were presented in this work in the sense of providing a technical-scientific contribution, for the elaboration of future works in this subject.

It should also be noted that the most relevant aspects and techniques regarding the objectives of this research were presented here, in other words, we mapping and analysing the state of conservation of the Caatinga biome biodiversity in the areas of full protection, oriented to vegetation studies and combined with field surveys.



Metodologia

Marco teórico-metodológico: etapas, dados e procedimentos

Introdução

Para efeito dessa pesquisa, cada Unidade de Conservação (UC) foi mapeada e analisada isoladamente, uma vez que as unidades não guardam relações de vizinhança entre si, pois têm gestão local específica, além de características físicas, biológicas, arqueológicas e de naturezas distintas quanto à conservação ambiental e aos possíveis conflitos socioambientais. Apesar de estarem situadas no mesmo bioma, algumas inclusive estão geograficamente próximas, como, por exemplo, os parques nacionais Serra das Confusões e Serra da Capivara, no Sul do Piauí – no entanto guardam suas respectivas particularidades, como serão vistas adiante. Esta estratégia metodológica foi necessária para que fosse possível não só a avaliação das partes, como também do todo – objeto das conclusões que estão no último capítulo deste Atlas.

Cada capítulo que trata de uma UC específica segue a mesma estrutura: introdução (onde são abordados os aspectos gerais da UC, tais como localização, criação e caracterização da paisagem), alguns aspectos socioeconômicos, além de um mapa com o recorte da Tipologia das Cidades Brasileiras do Ministério das Cidades [2005] e da Política Nacional de Desenvolvimento Regional – PNDR – defendida pelo Ministério da Integração Nacional [2005]), os conflitos socioambientais (pressão antrópica), fitofisionomias e características geoambientais (descrição geral dos fatores ambientais característicos da área, tais como a vegetação, o solo, o regime de chuvas e a geomorfologia), a geração da carta-imagem multiespectral específica (uma vez que para cada UC há imagens específicas quanto à data de aquisição da cena e o sensor orbital utilizado), o Comportamento Espectral dos Alvos e Índices Normalizados de Vegetação (onde são detalhados, basicamente, os dois métodos de Processamento Digital de Imagens [PDI] utilizados para o cálculo de áreas e o mapeamento das classes, incluindo a vegetação: Classificação Supervisionada, o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada

[IVDN]) e Índice de Vegetação Ajustada ao Solo [IVAS]) e, por fim, as conclusões do capítulo.

Materiais e métodos

Aquisição das imagens de satélite

Todas as 14 Unidades de Conservação foram analisadas a partir de imagens satelitais adquiridas durante o período chuvoso de cada área ou logo após este período. Esta condição foi necessária em razão dessas Unidades estarem inseridas no bioma Caatinga, ou seja, a maioria das espécies vegetais apresenta folhagens apenas nos períodos chuvosos – condição necessária para o registro da energia eletromagnética desses alvos por parte dos sensores orbitais utilizados na pesquisa. Tal condição se dá em decorrência da adaptação das espécies que perdem suas folhas para economizar água. Quando a imagem adquirida foi do período seco identificavam-se apenas algumas espécies isoladas, predominando o solo com características de exposto.

Como dito, o estudo da vegetação utilizando Sensoriamento Remoto se processa a partir da absorção da radiação eletromagnética (REM) pelas espécies vegetais decorrente do processo de fotossíntese através dos seus pigmentos fotossintetizantes, sobretudo as clorofilas, xantofilas e carotenos presentes principalmente nas folhas. Contudo a absorção do espectro por esses pigmentos se dá apenas na faixa entre 0,40 a 0,72 μm , ou seja, na região do visível do REM (VIS) (SHIMABUKURO e PONZONI, 2007). A escolha de cada imagem também considerou a ausência ou menor presença de nuvens sobre as áreas de estudo. A escala cartográfica variou em função da área de cada Unidade analisada.

Para cada uma das Unidades se estabeleceu a utilização de imagens de dois anos distintos. O primeiro período analisado considerou as campanhas de campo, sendo as imagens de 2014 para as UCs pesquisadas neste ano, enquanto que as imagens de 2016 foram utilizadas para as campanhas no referido ano. O segundo período analisado para cada uma das Unidades correspondeu ao do ano de 2000 (ou próximo, em função da

Methodology

Theoretical-methodological framework: steps, data and procedures

Introduction

For the purpose of this research, each Conservation Unit (UC) was mapped and analysed in isolation, since the units do not maintain relations of neighborhood with each other, because they have specific local management, as well as physical, archaeological and distinct nature characteristics regarding environmental conservation and possible socio-environmental conflicts. Although they are located in the same biome, some are even geographically close, such as, for example, the Serra das Confusões and Serra da Capivara national parks, in the south of Piauí - yet they retain their respective peculiarities, as will be seen below. This methodological strategy was necessary so that not only the evaluation of the parts, but also the whole object of the conclusions that are in the last chapter of this Research Report could be possible.

Each chapter that deals with a specific UC follows the same structure: introduction (where the general aspects of UC are addressed, such as location, creation and characterization of the landscape); socioeconomic aspects (data on population, income and schooling of municipalities with various portions of their territories within the boundaries of the respective UC, as well as a map with the cut of the Typology of Brazilian Cities of the Ministry of Cities [2005] and the National Policy of Regional Development - PNDR - defended by the Ministry of National Integration [2005]); socio-environmental conflicts (anthropic pressure); phytophysionomies and geoenvironmental characteristics (general description of the area's characteristic environmental factors, such as vegetation, soil, rainfall and geomorphology); spectral image (since for each UC there are specific images as to the date of acquisition of the scene and the sensor or the Spectral Targeting and Normalized Vegetation Indexes (basically the two Digital Image Processing (PDI), methods used to calculate areas and the mapping of the classes, including vegetation): Supervised Classification, Normalized Difference

Vegetation Index [IVDN] and Soil Adjusted Vegetation Index [IVAS]), and finally the conclusions of the chapter.

Materials and methods

Acquisition of satellite images

All 14 Conservation Units were analysed from satellite images acquired during the rainy period of each area or shortly after this period. This condition was necessary because these Units are inserted in the Caatinga biome, that is, most plant species present foliage only during rainy periods - a necessary condition for the recording of the electromagnetic energy of these targets by the orbital sensors used in the search. This condition is due to the adaptation of species that lose their leaves to save water. When the image acquired was from the dry period, only a few isolated species were identified, predominating the soil with exposed characteristics.

The study of the vegetation using Remote Sensing is based on the sorption of the electromagnetic radiation (REM) by the plant species resulting from the photosynthesis process through its photosynthetic pigments, especially the chlorophylls, xantho-queens and carotenes present mainly in the leaves. However the absorption of the spectrum by these pigments occurs only in the range of 0.40 to 0.72 μm , that is, in the REM visible region (Shimabukuro and Ponzoni, 2007). The choice of each image also considered the absence or less presence of clouds over the study areas. The cartographic scale varied according to the area of each Unit analyzed.

For each of the Units it was established the use of images of two different years. The first analyzed period considered the field campaigns, being the 2014 images for the UCs surveyed this year, while the images of 2015 were used for the campaigns in that year. The second period analyzed for each of the Units corresponded to the year 2000 (or next, due to the availability of cloud-free images). This year refers to the creation of the National System of Conservation Units (SNUC) (Law no. 9.985 /

disponibilidade de imagens livres de nuvens). Esse ano faz referencia ao ano criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC (Lei nº 9.985/2000), podendo ser admitida imagem do ano anterior ou posterior ao SNUC quando identificada a presença de nuvens que comprometessem a análise.

As imagens utilizadas foram dos satélites 8, 5 e 7 da série Landsat e sensores OLI, TM e ETM+, respectivamente. Estas foram adquiridas no sítio do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS, 2014) e ou do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2014). Foram, ainda, pesquisadas as informações correspondentes ao satélite, órbita, ponto e dia de cada imagem para que todas as unidades fossem, devidamente, georreferenciadas.

Análise espaço-temporal

Para cada Unidade de Conservação foram realizadas comparações entre os Índices de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN) e os Índices de Vegetação Ajustada ao Solo (IVAS), objetivando definir o que melhor respondeu ao mapeamento das fisionomias Água, Solo Exposto, Caatinga Herbácea, Caatinga Arbustiva e Caatinga Arbórea com o intuito de identificar possíveis mudanças para o intervalo analisado com uma média de 14 anos entre as datas de aquisição das imagens orbitais, aproximadamente.

Também foi escrito um programa em linguagem de álgebra espacial, chamado “Analises.alg” e implementado no software Spring (INPE, 2014), que faz a comparação entre dois mapas temáticos de épocas distintas da mesma unidade, identificando as áreas cujas classes temáticas não registraram mudanças, como também aquelas onde houve degradação ou recuperação ambiental. Após o processamento, o programa gera o mapa temático de mudanças no uso do solo para cada UC. Cada mapa temático original de cada data tem as seguintes classes:

Arbórea-arbustiva
Arbustiva-herbácea
Solo exposto
Água-sombra
Áreas antropizadas
Nuvem-sombra

```
{
// Programa em LEGAL
// detecção de mudanças em unidades de conservação da Caatinga
// Autor: Neison Cabral Ferreira Freire
// Instituição: Fundaj - CIEG
// Data: 19/03/2015

// Faz um cruzamento de PI's temáticos
// Classif Sup ANTIGA e 2014

// Declaração de variáveis:
Tematico TAntigo ("2007_T");
Tematico T2014 ("2014_T");
Tematico TMudancas ("Analises");

//Instanciações de variáveis:
TAntigo = Recupere (Nome = "Classi_2007_pos_pos-T");
T2014 = Recupere (Nome = "Classi_2014_pos_pos-T");

//Operações:
TMudancas = Novo (Nome = "Mudancas", ResX=30, ResY=30,
Escala=100000);
TMudancas = Atribua (CategoriaFim = "Analises")

//Comandos:
{
"NC":{(
(TAntigo.Classe == "Arborea" && T2014.Classe == "Agua")
||(TAntigo.Classe == "Arbustiva" && T2014.Classe == "Agua")
//||(TAntigo.Classe == "Solo" && T2014.Classe == "Agua")
||(TAntigo.Classe == "Nuvem" && T2014.Classe == "Arborea")
||(TAntigo.Classe == "Nuvem" && T2014.Classe == "Arbustiva")
||(TAntigo.Classe == "Nuvem" && T2014.Classe == "Solo")
//||(TAntigo.Classe == "Nuvem" && T2014.Classe == "Antro")
||(TAntigo.Classe == "Arbustiva" && T2014.Classe == "Nuvem")
||(TAntigo.Classe == "Arborea" && T2014.Classe == "Nuvem")
||(TAntigo.Classe == "Nuvem" && T2014.Classe == "Arborea")
||(TAntigo.Classe == "Nuvem" && T2014.Classe == "Arbustiva")
||(TAntigo.Classe == "Nuvem" && T2014.Classe == "Solo")
||(TAntigo.Classe == "Solo" && T2014.Classe == "Nuvem")
//||(TAntigo.Classe == "Nuvem" && T2014.Classe == "Antro")
),
"SM":{(TAntigo.Classe == "Arborea" && T2014.Classe ==
"Arborea")
|| (TAntigo.Classe == "Arbustiva" && T2014.Classe == "Arbustiva")
|| (TAntigo.Classe == "Solo" && T2014.Classe == "Solo")
|| (TAntigo.Classe == "Nuvem" && T2014.Classe == "Nuvem")
//|| (TAntigo.Classe == "Solo" && T2014.Classe == "Nuvem")
),
"DA":{(TAntigo.Classe == "Arborea" && T2014.Classe ==
"Arbustiva")
||(TAntigo.Classe == "Arborea" && T2014.Classe == "Solo")
//||(TAntigo.Classe == "Arborea" && T2014.Classe == "Antro")
||(TAntigo.Classe == "Arbustiva" && T2014.Classe == "Solo")
//||(TAntigo.Classe == "Arbustiva" && T2014.Classe == "Antro")
//||(TAntigo.Classe == "Solo" && T2014.Classe == "Antro")
),
"RA":{(TAntigo.Classe == "Arbustiva" && T2014.Classe ==
"Arborea")
||(TAntigo.Classe == "Solo" && T2014.Classe == "Arborea")
||(TAntigo.Classe == "Solo" && T2014.Classe == "Arbustiva")
//||(TAntigo.Classe == "Antro" && T2014.Classe == "Arborea")
//||(TAntigo.Classe == "Antro" && T2014.Classe == "Arbustiva")
||(TAntigo.Classe == "Solo" && T2014.Classe == "Agua")
)
}
}
Em síntese, com o cruzamento dessas
```

Algoritmo “Analises.alg” para a criação de Plano de Informação temático com as mudanças ocorridas entre dois PI's com datas distintas.

Algorithm “Analises.alg” for the creation of thematic Information Plan with the changes occurred between two IPs with different dates.

2000), and an image of the year before or after the SNUC may be admitted when the presence of clouds that you commit without the analysis is identified.

The images used were from Landsat series 8, 5 and 7 satellites and OLI, TM and ETM + sensors, respectively. These were purchased from the United States Geological Survey (USGS, 2014) and the National Institute for Space Research (INPE, 2014). We also searched the information corresponding to the satellite, orbit, point and day of each image so that all the units were properly georeferenced.

Temporal-spatial analysis

For each Conservation Unit, comparisons were made between the Standardized Difference Vegetation Indexes (IVDN) and the Soil - Adjusted Vegetation Indexes (IVAS). It aims at defining the best response to the mapping of water, Exposed Soil, Caatinga Herbaceous, Caatinga Arbustiva and Arborea Caatinga in order to identify possible changes for the interval analyzed with an average of 14 years between the dates of acquisition of the orbital images, approximately.

A program in spatial algebra language, called “Ana-lises.alg” and implemented in Spring software (INPE, 2014) was also written, which compares two thematic maps from different periods of the same unit, identifying the areas whose classes did not register changes, as well as those where there was degradation or environmental recovery. After processing, the program generates the thematic map of mu- danças in the use of the soil for each UC. Each original theme map of each date has the following classes:

Summarising, with the crossing of these six classes, the algorithm creates, for each UC, a new Information Plan with the changes occurred between the two dates, generating a thematic map of the area with the following classes:

- A. No changes (areas were equal in terms of thematic classes for the two dates);
- B. Environmental degradation (there was loss or simplification of caatinga physiognomies between the earliest and the newest date, or it was caatinga and became exposed soil, or caatinga and became anthropized area).

seis classes, o algoritmo cria, para cada UC, um novo Plano de Informações com as mudanças ocorridas entre as duas datas, gerando um mapa temático da área com as seguintes classes:

- a. Sem mudanças (as áreas eram iguais em termos de classes temáticas para as duas datas);
- b. Degradação ambiental (houve perda ou simplificação de fisionomias de caatinga entre a data mais antiga e a mais nova, ou era caatinga e se tornou solo exposto, ou era caatinga e se tornou área antropizada).
- c. Recuperação ambiental (áreas de solo exposto que se converteram em caatinga, ou áreas de caatinga que se converteram para fisionomias de maior porte, ou áreas antropizadas que se converteram em caatinga).
- d. Não se classifica (presença de nuvens ou sombra de nuvens em alguma das datas em análise).

Após a execução, são realizadas tabulações cruzadas entre os Pl's para se verificar as contribuições de cada classe nas mudanças de uso do solo ocorridas em cada período estudado, buscando, ainda, as razões para tais mudanças a partir das expedições de campo realizadas pela equipe e que estão descritas ao longo de cada capítulo.

Quantificação das fisionomias

A partir dos Índices de Vegetação, quantificou-se o número de pixels para cada uma das fisionomias e multiplicou-se por 900m² (área de um pixel do Landsat para as bandas utilizadas) e em seguida dividiu-se por 10.000 obtendo-se então a área total em hectares. Este processo foi realizado para todas as imagens satelitais. De posse dessa informação foi possível identificar aumento, perda, estagnação e ou substituição das fisionomias, bem como confrontar com as pesquisas *in loco* possíveis ações e impactos que acarretaram tais alterações.

Para o mapa temático de mudanças no uso do solo realizado pelo algoritmo "analises.alg", o software Spring calcula as respectivas áreas de todas as classes geradas. Transportou-se os dados calculados para uma planilha eletrônica e foram gerados os gráficos

correspondentes, permitindo uma melhor discussão sobre os resultados obtidos.

Elaboração das Cartas-imagem Multiespectrais

Para a elaboração das Cartas-imagem Multiespectrais de todas as Unidades de Conservação foram utilizadas as mesmas imagens satelitais processadas tanto para o mapeamento temático, como para os índices de vegetação. Os tratamentos empregados foram: georreferenciamento, conversão de formato, composições de bandas multiespectrais (RGB) que variaram de acordo com o satélite/sensor; aplicação de contraste e equalização do histograma, fusão das bandas multiespectrais com a banda pancromática (LandSAT 7 e 8) para melhorar a resolução espacial da imagem resultante, passando de 30m para 15m – quatro vezes melhor em termos espaciais, portanto. Foram selecionadas as bandas espectrais que registram o espectro da energia refletida, indo da região do visível ao infravermelho próximo, pois os alvos de interesse da pesquisa têm grande resposta espectral nesta faixa, como é o caso da vegetação e dos corpos hídricos superficiais.

A imagem fusionada resultante foi exportada em formato GEOTIFF para o software ArcGIS 10.2 licenciado para o CIEG para a confecção do layout final e plotagem no formato A0 Estendido (900 x 1.200 mm) em papel fotográfico brilhante, cujo conjunto de 14 cartas-imagem é parte integrante deste Relatório Final de Pesquisa, conforme consta no Capítulo 1 – Introdução.

Todos os procedimentos variaram para todas as imagens em função das formações naturais ambientais.

O sistema operacional utilizado em todas as fases da pesquisa foi o *MS-Windows*. Também foi utilizada a planilha eletrônica *MS-Excel* do mesmo fabricante. As etapas de processamento foram realizadas no Laboratório de Cartografia Social do CIEG e no Laboratório de Geoprocessamento do Departamento de Geografia da UFCG.

Para o processamento das imagens de satélite foi utilizado o programa computacional *Spring* (Sistema para Processamento de Informações Georreferenciadas), Versão 5.4.3

C. Environmental reclamation (areas of exposed soil that have become caatinga, or areas of caatinga that have converted to larger physiognomies, or anthropized areas that have become caatinga).

D. No classification (cloud presence or cloud shadow on any of the dates under review).

After the execution, cross-tabulations are performed between the Pls to verify the contributions of each class in the changes in land use occurring in each studied period, also seeking the reasons for such changes from the field expeditions carried out, which are also described throughout each chapter.

Quantification of physiognomies

From the Vegetation Indexes, the number of pixels for each of the physiognomies was quantified and multiplied by 900 m² (area of one Landsat pixel for the bands used) and then divided by 10,000, total area in hectares. This process was performed for all satellite images. With this information, it was possible to identify increase, loss, stagnation and / or substitution of physiognomies, as well as to compare with the on-site surveys possible actions and impacts that led to such alterations.

For the thematic map of changes in land use carried out by the algorithm "anali-ses.alg", the Spring software calculates the respective areas of all generated classes. The calculated data were transported to a spreadsheet and the corresponding graphs were generated, allowing a better discussion of the results obtained.

Elaboration of Multispectral Image Charts

For the elaboration of Multispectral Image Charts of all Conservation Units, the same satellite images processed for both thematic mapping and vegetation indices were used. The treatments used were: georreferencing, format conversion, multispectral band compositions (RGB) that varied according to the satellite / sensor; (LandSAT 7 and 8) to improve the spatial resolution of the resulting image, from 30m to 15m - four times better in spatial terms, therefore. The spectral bands that register the spectrum of the reflected energy were selected, going from the visible

to the near infrared region, since the targets of interest of the research have a great spectral response in this range, as is the case of vegetation and surface water bodies.

The resulting fused image was exported in GEOTIFF format to the ArcGIS 10.2 software licensed for the CIEG for the final layout layout and plotting in the extended A0 format (900 x 1200 mm) on glossy photo paper, whose set of 14 image cards is part of this Final Research Report, as shown in Chapter 1 - Introduction.

All procedures varied for all images depending on natural environmental formations.

The operating system used in all phases of the search was MS-Windows. The MS-Excel spreadsheet of the same manufacturer was also used. The processing steps were performed in the CIEG's Social Cartography Laboratory and in the Geoprocessing Laboratory of the Department of Geography of the UFCG.

For the processing of the satellite images, the Spring computer program (System for Georeferenced Information Processing), Version 5.4.3 64 bits was used. Developed by INPE (2003), Spring "is a geographic database of 2a. generation", with free distribution over the Internet. Still according to INPE, its main characteristics, indispensable for the purposes of this research, are:

- a) "Operates as a geographical database without frontiers and supports a large volume of data (without limitations of scale, projection and spindle), keeping the identity of the geographical objects throughout the bank";
- b) Manages both vector and raster data, and performs the integration of Remote Sensing data into a GIS;
- c) Provides a friendly and powerful work environment by combining menus and windows with a user-programmable spatial language (LEGAL - Algebra-based Geographic-Spatial Language).

Processing of satellite data and elaboration of the Geographic Data Bank

Initially, the Spring IMPIMA Module was used to convert digital files from satellite images of the original GEOTIFF format to

64 bits. Desenvolvido pelo INPE (2003), o *Spring* “é um banco de dados geográficos de 2ª. geração”, com distribuição gratuita pela Internet. Ainda segundo o INPE, suas principais características, indispensáveis para os objetivos desta pesquisa, são:

- “Opera como um banco de dados geográfico sem fronteiras e suporta grande volume de dados (sem limitações de escala, projeção e fuso), mantendo a identidade dos objetos geográficos ao longo de todo banco”;
- Administra tanto dados vetoriais como dados matriciais (“raster”), e realiza a integração de dados de Sensoriamento Remoto num SIG;
- Provê um ambiente de trabalho amigável e poderoso, através da combinação de menus e janelas com uma linguagem espacial facilmente programável pelo usuário (LEGAL - Linguagem Espaço-Geográfica baseada em Álgebra);

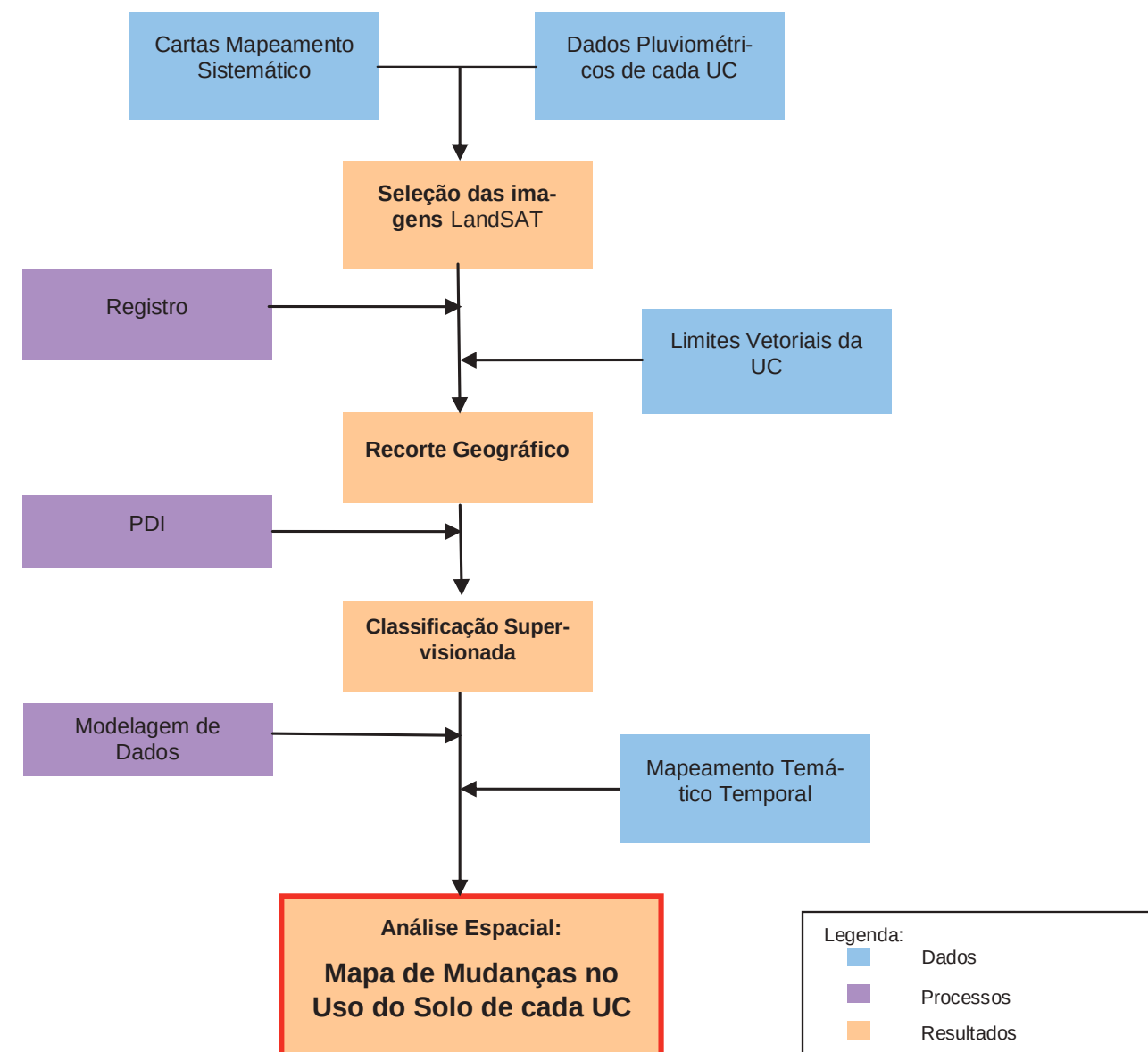
Tratamento dos dados satelitais e elaboração do Banco de Dados Geográfico

Inicialmente, utilizou-se o Módulo IMPIMA, do *Spring*, para a conversão dos arquivos digitais das imagens de satélite do formato original GEOTIFF para o formato de operação do Spring (GRIB), para posterior registro e processamento.

A figura a seguir ilustra um fluxograma geral utilizado para a metodologia de processamento dos dados, processos e sucessivos resultados obtidos.

Após a seleção das imagens LandSAT e conversão dos arquivos digitais para o formato GRIB, o primeiro passo foi definir um esquema conceitual no *Spring*, estabelecendo-se, adequadamente, um Banco, um Projeto, as Categorias e os Planos de Informações adequadamente.

Um “Banco” no *Spring* define um ambiente para armazenar dados geográficos, sem estar vinculado a uma área específica (semelhante a um sistema de arquivos convencional – um depósito de dados). O usuário pode definir vários bancos, mas somente um pode estar ativo em uma sessão



Fluxograma geral da metodologia utilizada na pesquisa.

General flowchart of the methodology used in the research.

de trabalho. O banco de dados armazena todas as definições de categorias de dados, que armazenarão aos diversos tipos de mapas, e que por sua vez são constituídas das entidades básicas geo-objetos¹ e geo-campos².

Um banco pode conter um ou mais projetos, o que permite organizar os dados por área geográfica. Fisicamente este banco corresponde a um diretório (pasta) no sistema

1 “Representam elementos únicos que possuem atributos descritivos e estão associados a múltiplas localizações geográficas”, por exemplo, mapas cadastrais e de redes (INPE, 2014).

2 “Representam a distribuição espacial de uma variável que possui valores em todos os pontos pertencentes a uma região geográfica”, por exemplo, imagens e mapas temáticos (INPE, 2014).

the Spring operation format (GRIB), for later recording and processing.

The following figure illustrates a general flowchart used for the methodology for processing the data, processes and successive results obtained.

After selecting the LandSAT images and converting the digital files to the GRIB format, the first step was to define a conceptual scheme in Spring, establishing a suitable Bank, Project, Categories and Information Plans, of mind.

A “Bank” in Spring defines an environment for storing geographic data without being bound to a specific area (similar to a conventional file system - a data warehouse). You can set multiple banks, but only one can be active in a work session. The database stores all the definitions of data categories, which will store the various types of maps, which in turn are constituted of the basic entities geo-objects and geo-fields.

A bank can contain one or more projects, which allows you to organize the data by geographic area. Physically, this database corresponds to a directory (folder) in the computer’s file system. For example, a bank called “Catimbau” could be archived on a hard drive from a microcomputer at: C: \ Caatinga \ Catimbau.

A “Project” inside a bank allows you to specify exactly the geographical space of the workspace, and is where the various maps (Information Plans) of this area will be inserted (similar to a conventional file system drawer - each drawer with - contains data for a given area). Each Project also has pre-defined cartographic properties (projection, datum, etc.) that are inherited by the information contained in this project. Only one Project can be active in a work session. Physically, a project corresponds to a subdirectory (folder) in the computer’s file system, under the directory of a bank. For example, a project called “Catimbau”, from the “Caatinga” bank, could be in C: \ Projects \ Caatinga \ Catimbau.

The “Categories” of a Database are available for any Project within this database. A bank can contain several categories. These categories allow you to organize the data into different types (models), similar to the tabs in a conventional file system drawer, organized

de arquivos do computador. Por exemplo, um banco chamado “Catimbau”, poderia estar arquivado num disco rígido de um microcomputador em: *C:\Caatinga\Catimbau*.

Um “Projeto” dentro de um banco permite especificar exatamente o espaço geográfico da área de trabalho, e é onde serão inseridos os diversos mapas (Planos de Informações) desta área (*semelhante a uma gaveta de sistema de arquivos convencional – cada gaveta contém dados de uma determinada área*). Cada Projeto possui ainda propriedades cartográficas (*projeção, datum, etc*) pré-definidas pelo usuário, que são herdadas pelas informações contidas neste projeto. Somente um Projeto pode estar ativo em uma sessão de trabalho. Fisicamente um projeto corresponde a um subdiretório (pasta) no sistema de arquivos do computador, debaixo do diretório de um banco. Por exemplo, um projeto chamado “Catimbau”, do banco “Caatinga”, poderia estar em *C:\Projetos\Caatinga\Catimbau*.

As “Categorias” de um Banco de Dados estão disponíveis para qualquer Projeto dentro deste banco. Um banco pode conter várias categorias. Estas categorias permitem organizar os dados em tipos (modelos) diferentes, semelhante às fichas de uma gaveta de sistema de arquivos convencional, organizadas por letras – cada letra representa um tipo de dado de uma determinada área. Os tipos de categorias disponíveis são: Temático, Imagem, Numérico, Cadastral, Redes e Objetos, podendo-se definir uma ou mais do mesmo modelo, mas com nomes distintos para diferenciar a aplicação. Por exemplo, uma categoria para *Solos* e outra para *Vegetação*, sendo ambas do modelo Temático.

A categoria do modelo Temático pode ser especializada em Classes Temáticas, por exemplo, as classes de um mapa de Solos, sendo associado a cada classe um visual gráfico diferente. Os dados deste modelo podem ser representados na forma matricial ou vetorial.

A categoria Imagem permite armazenar qualquer imagem obtida por sensores remotos (fotos aéreas ou orbitais) ou ainda imagens de modelos numéricos. Somente a representação matricial é possível neste modelo.

A categoria Numérico é utilizada para armazenamento de modelos numéricos

de terreno (dados de altimetria, geofísica, geoquímica etc.), que podem ser representados na forma matricial ou vetorial.

As categorias Cadastral e Redes permitem especializar objetos. Os objetos de uma categoria do tipo Objeto são únicos e têm atributos em tabelas específicas, podendo estar representados em diversas escalas, em diferentes categorias cadastrais ou de redes. A forma de representação dos objetos é vetorial. A categoria Cadastral é utilizada para representar objetos na forma de *pontos, linhas* ou *polígonos*, por exemplo, um mapa cadastral de lotes urbanos. Já a categoria Redes trabalha somente com objetos na forma de *nós* e *linhas*, por exemplo, um mapa de redes de eletrificação.

Um “Plano de Informação” (PI) deve pertencer a uma única Categoria do banco, entretanto podem existir vários Planos de Informações de uma mesma Categoria em um banco. Por exemplo, dois PI’s de datas diferentes de uso da Terra, porém da mesma Categoria temática.

Somente um PI pode estar ativo para executar qualquer operação sobre o mesmo. Fisicamente um PI corresponde a um arquivo no sistema de arquivos do computador, debaixo do subdiretório do projeto e diretório de um banco. Por exemplo, um PI de “Limites_Catimbau” (*V000017.lin* – nome do arquivo fornecido pelo sistema) do projeto chamado “Catimbau”, “do banco “Caatinga”, poderia estar em *C:\Projetos\Caatinga\Catimbau\V000017.lin*.

Ao iniciar o processamento das imagens orbitais no programa computacional *Spring*, utilizaram-se Transformações Polinomiais e foi realizado o registro ou georreferenciamento das imagens originais, isto é, estabeleceu-se uma relação entre coordenadas da imagem e coordenadas geográficas, cujos pontos de controle foram obtidos a partir de coordenadas retiradas das cartas analógicas do Ministério do Exército, na escala de 1:100.000, observando pontos notáveis nas imagens e procurando definir uma distribuição mais uniforme e concentrada para cada área de estudo (UC’s).

Empilhamento das bandas espectrais

Este procedimento acumula em um único arquivo as bandas as quais se quer

by letters - each letter represents a data type of a given area. The types of categories available are: Thematic, Image, Numeric, Cadastral, Networks and Objects, being able to define one or more of the same model, but with distinct names to differentiate the application. For example, one category for Soils and another for Vegetation, both being of the Thematic model.

The Thematic model category can be specialized in Thematic Classes, for example, the classes of a Soil map, with each class being associated with a different graphic visual. The data of this model can be represented in matrix or vectorial form.

The Image category allows to store any image obtained by remote sensors (aerial or orbital photos) or even images of numerical models. Only matrix representation is possible in this model.

The numerical category is used for the storage of numeric terrane models (data of altimetry, geophysics, geochemistry, etc.), which can be represented in the matrix or vectorial form.

The categories Cadastral and Networks allow you to specialize objects. Objects of an Object-type category are unique and have attributes in specific tables, and can be represented in different scales, in different cadastral or network categories. The way objects are represented is vector. The Cadastral category is used to represent objects in the form of points, lines or polygons, for example, a cadastral map of urban lots. The Networks category works only with objects in the form of nodes and lines, for example, a map of electrification networks.

An “Information Plan” (PI) must belong to a single Category of the bank. However, there may be several Information Plans of the same Category in a bank. For example, two PI of different dates of use of the Earth, but of the same Thematic Category.

Only one PI can be active to perform any operation on it. Physically, a PI corresponds to a file in the computer’s file system, under the project subdirectory and directory of a bank. For example, a “Limi-tes_Catimbau” PI (*V000017.lin* - the file name provided by the system) of the project called “Catimbau”, “from

the bank” Caatinga “, could be in *C:\Projects\Caatinga\Catimbau\V000017.lin*.

When starting the processing of the orbital images in the spring computer program, Polynomial Transformations were used and the original images were registered or georeferenced, that is, a relation was established between image coordinates and geographic coordinates, whose control points were obtained from coordinates drawn from the Ministry of the Army’s analog charts, at the 1:100,000 scale, observing notable points in the images and seeking to define a more uniform and con-centered distribution for each area of study (UCs).

Stacking of spectral bands

This procedure accumulates in a single file the bands that one wants to work with, remaining the individual characteristics, then proceed to the RGB compositions and / or to the radiance and reflectance corrections. It varied according to the satellite and the applied Vegetation Indices. For the Landsat 5 and 7 images bands 4 (0.76-0.90 μm) and 3 (0.63-0.69 μm) were used, whereas for Landsat 8 it was 5 (0.85- 0.88 μm) and 4 (0.64-0.67 μm) (USGS, 2014).

Orbital Image Recording

The geometric transformation relates the coordinates of the image (line and column) to the geographical coordinates (latitude and longitude) of a map. Thus, the registry eliminates distortions when the image is generated by the sensor and by inaccuracies of the orbital plates (INPE / DPI, 2014). There was no need for this procedure, after all the images worked are already available orthorectified.

Digital Elevation Model

For the modeling of the data the software for Quantum GIS Geographic Information Systems was used in version 2.8.1. This is free (free) software, which supports a variety of vector and matrix data formats. It also has several complements, which allows more options for spatial analysis.

The data used were:

- a polygonal vector layer (shapefile) of the studied unit;

trabalhar, permanecendo as características individuais, para então proceder às composições RGB e/ou às correções de radiância e reflectância. Variou de acordo com o satélite e os Índices de Vegetação aplicados. Para as imagens do Landsat 5 e 7 utilizaram-se as bandas 4 (0,76-0,90 µm) e 3 (0,63-0,69 µm), enquanto para o Landsat 8 foram as 5 (0,85-0,88µm) e 4 (0,64-0,67 µm) (USGS, 2014).

Registro da imagem orbital

É a transformação geométrica que relaciona as coordenadas da imagem (linha e coluna) com as coordenadas geográficas (latitude e longitude) de um mapa. Assim, o registro elimina as distorções quando da geração da imagem pelo sensor e por imprecisões das plataformas orbitais (INPE/DPI, 2014). Não houve necessidade deste procedimento, afinal todas as imagens trabalhadas já são disponibilizadas ortorretificadas.

Modelo Digital de Elevação

Para a modelagem dos dados foi usado o *software* para Sistemas de Informação Geográfica *Quantum GIS* na versão 2.8.1. Este é um *software* livre (gratuito), que suporta um número variado de formatos de dados vetoriais e matriciais. Possui, também, variados complementos, o que permite mais opções de análises espaciais.

Os dados utilizados foram:

- uma camada vetorial poligonal (*shapefile*) da Unidade estudada;
- uma camada vetorial poligonal (*shapefile*) do entorno da Unidade estudada.
- uma camada *raster* (matricial) SRTM (imagens topográficas feitas pela missão *Shuttle Radar Topography Mission*) e
- uma camada *raster* (matricial) formada por uma sobreposição das bandas 6, 5 e 4 da Unidade de uma foto feita pelo satélite *Landsat 8*.

Esses dados foram obtidos pela Internet. Os dados vetoriais no formato *shapefile* foram obtidos no site do Ministério do Meio Ambiente, no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Os arquivos

matriciais SRTM foram conseguidos através de no *site* da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) e os arquivos matriciais *Landsat 8* foram obtidos, parte no *site Earth Explorer* (pertencente ao United States Geological Survey), parte no *site* do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

No caso das imagens *Landsat 8*, como são geradas inúmeras fotos da mesma área, o usuário tem a opção de escolher a imagem que mais lhe será útil. Nesse caso, foram escolhidas imagens com menos nuvens, pois no processo de criar a imagem 3D, as nuvens aparecem como parte do relevo. Depois de escolher a imagem, o usuário deve fazer o *download* das bandas 6, 5 e 4. No site do INPE, o usuário tem a opção de fazer o *download* por bandas; ou seja, pode baixar apenas as bandas que for usar. Já o site *Earth Explorer* não dá essa opção; o *download* é feito com todas as bandas da imagem. Nos dois sites é preciso que o usuário seja cadastrado para fazer o download. A imagem escolhida para fazer a modelagem e, conseqüentemente, sua visualização 3D, foi adquirida no site do INPE³.

Recorte das Unidades de Conservação

Os recortes das 14 Unidades foram realizados através do uso das delimitações espaciais no formato *shapefile* disponibilizados no sítio do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio, 2014).

Calibração Radiométrica com base na Radiância

De acordo com Silva (2005), esta é a conversão dos valores dos níveis de cinza de cada pixel da imagem em radiância espectral monocromática para cada pixel da imagem.

As imagens da série *Landsat* em forma bruta estão em níveis de cinza com ampla variedade de dados, que possibilitam a extração de informações como resultado da energia transportada pela radiação eletromagnética (energia radiante) e a sua irradiação para o sensor. Sabe-se que a energia

3 Fonte: FRANÇA, Ana. Visualização tridimensional utilizando a modelagem numérica de terreno e suas aplicações em ciências geográficas. [Trabalho de Conclusão de Curso]. Depto. Ciências Geográficas, UFPE: Recife, 2016.

b) a polygonal vector layer (*shapefile*) of the surroundings studied.

c) an SRTM (dot-matrix) raster layer (topographic images made by the Shuttle Radar Topography Mission) and

d) a raster layer (matrix) formed by an overlap of the bands 6, 5 and 4 of the Unit of a photo made by the satellite *Landsat 8*.

These data were obtained through the Internet. The vector data in the *shapefile* format were obtained from the website of the Ministry of the Environment, in the National System of Conservation Units (SNUC). The SRTM matrix files were obtained through the EMBRAPA (Brazilian Agricultural Research Corporation) website and the *Landsat 8* matrix files were obtained, part of the United States Geological Survey website, part of the INPE website (National Institute of Space Research).

In the case of *Landsat 8* images, as numerous photos of the same area are generated, the user has the option to choose the image that will be most useful to him. In this case, images with less clouds were chosen, because in the process of creating the 3D image, the clouds appear as part of the relief. After choosing the image, the user should download the bands 6, 5 and 4. In the INPE website, the user has the option to download by bands; that is, you can download only the bands you will use. The site *Earth Explorer* does not give this option; the download is done with all the bands of the image. Both sites require the user to be registered to download. The image chosen to do the modeling and, consequently, its 3D visualization, was acquired on the INPE website¹.

Conservation Units Cutting

The cut-offs of the 14 Units were accomplished through the use of spatial delimitations in the *shape file* format available on the Chico Mendes Institute's website for Biodiversity Conservation (ICMBio, 2014).

1 Source: FRANÇA, Ana. Three-dimensional visualization using numerical terrain modeling and its applications in geographic sciences. [Completion of course work]. Department of Geographic Sciences, UFPE: Recife, 2016.

Radiometric Calibration based on Radiance

According to Silva (2005) this is the conversion of the values of the gray levels of each pixel of the image into monochromatic spectral radiance for each pixel of the image.

The images of the *Landsat* series in gross form are gray levels with a wide data variety, which allow the extraction of information as a result of the energy transported by electromagnetic radiation (radiant energy) and its irradiation to the sensor. It is known that the energy incident on a natural (non-regular) surface and reflected back to the sensor in an irregular manner, thus arises from the need to consider the angle of reflection for the determination of radiometric properties aiming to establish the intensity radiant at each point / pixel of the image (USGS, 2014; Morais, 2014).

For images of the TM and ETM + sensors, according to Markham & Baker (1987), considering the intensity of the pixel for each band, Equation 1:

Equation 1:

$$L_{\lambda i} = a_i + \frac{b_i - a_i}{255} ND$$

In which, a_i and b_i are the minimum and maximum spectral radiances ($Wm^{-2}sr^{-1}\mu m^{-1}$); ND (Digital Number) is the intensity of the pixel; and i corresponds to the bands of *Landsat 5*, 7 (3, 4, and 5) and 8 (6, 5 and 4).

Reflectance

It is the ratio between the incident flux and the one reflected by a surface with a direct relation to the spectral response of the targets (Bastia-Sessen et al., 1998; Allen et al., 2002) and can be expressed as a percentage (Jensen, 2009). This is defined from Equation 2 established by Allen et al (2002) for TM and ETM + sensors:

Equation 2:

$$\rho_{\lambda i} = \frac{\pi \cdot L_{\lambda i}}{k_{\lambda i} \cdot \cos Z \cdot d_r}$$

incidente sobre uma superfície natural (não regular) e refletida de volta para o sensor de maneira irregular, assim surge à necessidade de considerar o ângulo de reflexão para a determinação das propriedades radiométricas objetivando estabelecer a intensidade radiante em cada ponto/pixel da imagem (USGS, 2014; MORAIS, 2014).

Para imagens dos sensores TM e ETM+ tem-se segundo Markham e Baker (1987) considerando a intensidade do pixel para cada banda a Equação 1:

Equação 1:

$$L_{\lambda i} = a_i + \frac{b_i - a_i}{255} ND$$

Em que, a_i e b_i são as radiâncias espectrais mínima e máxima ($Wm^{-2}sr^{-1}\mu m^{-1}$); ND (Número Digital) é a intensidade do pixel; e i corresponde as bandas dos Landsat 5, 7 (3, 4, e 5) e 8 (6, 5 e 4).

Reflectância

É a razão entre o fluxo incidente e o refletido por uma superfície com relação direta à reposta espectral dos alvos (BASTIAANSEN et al., 1998; ALLEN et al., 2002; SILVA et al., 2005), podendo ser expressa em porcentagem (JENSEN, 2009). Esta é definida a partir da Equação 2 estabelecida por Allen et al (2002) para os sensores TM e ETM+:

Equação 2:

$$\rho_{\lambda i} = \frac{\pi \cdot L_{\lambda i}}{k_{\lambda i} \cdot \cos Z \cdot d_r}$$

Em que $L_{\lambda i}$ é a radiância espectral de cada banda, $k_{\lambda i}$ é a irradiância solar espectral de cada banda no topo da atmosfera ($Wm^{-2}\mu m^{-1}$), Z é o ângulo zenital solar e d_r é o quadrado da razão entre a distância média Terra-Sol (r_o) e a distância Terra-Sol (r) em dado dia do ano (DSA), que de acordo com Iqbal (1983), é dada pela Equação 3.

Equação 3:

$$d_r = 1 + 0,033 \cos(DSA \cdot 2\pi / 365)$$

Em que DSA representa o dia sequencial do ano e o argumento da função $\cos$ está em radianos, sendo que o valor médio anual de dr é igual a 1,00 e o mesmo varia entre 0,97 e 1,03

aproximadamente.

A última variável da equação de reflectância é o cosseno do ângulo zenital, porém, vale salientar que quando a declividade da área é mínima ou até mesmo nula o cosseno ângulo de incidência da radiação solar é obtido a partir do ângulo de elevação do Sol pela Equação 4.

Equação 4:

$$\cos Z = \cos(90 - E)$$

Em que E é o ângulo de elevação do Sol, disponível no metadado de cada imagem.

Índices de Vegetação (IV)

O objetivo dos IV é extrair e ampliar as informações do pixel a cerca da vegetação e ao mesmo tempo minimizar os efeitos do ambiente através da combinação de duas ou mais bandas de distintas regiões do espectro (JACKSON e HUETE, 1991).

Os índices utilizados foram o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN) e o Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (IVAS).

O IVDN foi desenvolvido por Rouse et al. (1973), obtido através da razão entre a diferença das refletividades do infra-vermelho próximo (ρ_{IV}) e do vermelho (ρ_V) pela soma das mesmas de acordo com a Equação 5.

Equação 5:

$$IVDN = \frac{\rho_{IV} - \rho_V}{\rho_{IV} + \rho_V}$$

Em que ρ_{IV} e ρ_V correspondem, respectivamente, as bandas 4 e 3 do Landsat 5 e 7, e 5 e 4 do Landsat 8, com *rank* de análise variando entre -1 e +1 (adimensional). Segundo Ponzoni e Shimabukuro (2007) os valores negativos dizem da presença de água; valores bem próximos a 0 é superfície sem vegetação; enquanto próximos a 1 é área de vegetação densa.

O IVAS busca amenizar os efeitos do substrato ou fundo (*background*) do solo segundo a Equação (6) desenvolvida por Huete (1988).

Equação 6:

In what $L_{\lambda i}$ is the spectral radiance of each band, $k_{\lambda i}$ is the spectral solar irradiance of each band at the top of the atmosphere ($Wm^{-2}\mu m^{-1}$), Z is the solar zenith angle and d_r is the square of the ratio between the average distance Earth-Sun (r_o) and a distance Earth-Sun (r) in a specific day of the year (DSA), which according to Iqbal (1983), is given by Equation 3.

Equation 3:

$$d_r = 1 + 0,033 \cos(DSA \cdot 2\pi / 365)$$

In which DSA represents the sequential day of the year and the argument of the cos function is in radians, the average annual value of dr equals 1.00 and it varies from about 0.97 to about 1.03.

The last variable of the reflectance equation is the cosine of the zenith angle, but it is worth noting that when the slope of the area is minimal or even zero the cosine incident angle of the solar radiation is obtained from the angle of elevation of the Sun by Equation 4.

Equation 4:

$$\cos Z = \cos(90 - E)$$

Where E is the angle of elevation of the Sun, available in the metadata of each image.

Indices of Vegetation (IV)

The purpose of IVs is to extract and amplify pixel information about vegetation and at the same time minimize the effects of the environment by combining two or more bands from different regions of the spectrum (Jackson & Huete, 1991).

The indexes used were the Index of Vegetation by Normalized Difference (IVDN) and the Index of Vegetation Adjusted to Soil (IVAS).

IVDN was developed by Rouse et al. (1973), obtained by the ratio of the difference of the reflectivities of the near infrared (ρ_{IV}) and the red (ρ_V) by the sum of the same ones according to Equation 5.

Equation 5:

$$IVDN = \frac{\rho_{IV} - \rho_V}{\rho_{IV} + \rho_V}$$

Where ρ_{IV} and ρ_V correspond, respectively, bands 4 and 3 of Landsat 5 and 7, and 5 and 4 of Landsat 8, with analysis rank varying between -1 and +1 (dimensionless). According to Pon-zoni and Shimabukuro (2007) the negative values say of the presence of water; Values very close to 0 are surface without vegetation; while close to 1 is an area of dense vegetation.

The IVAS seeks to soften the effects of the substrate or soil background according to Equation (6) developed by Huete (1988).

Equation 6:

$$IVAS = \frac{(1 + L)(\rho_{IV} - \rho_V)}{(L + \rho_{IV} + \rho_V)}$$

Where ρ_{IV} and ρ_V correspond to bands 4 and 3 of Landsat 5 and 7, respectively, and 5 and 4 of Landsat 8 with L values ranging from 1 to 0.25 (dimensionless). However, in this research the value 0.5 was commonly used for medium density surfaces (Ponzoni and Shimabukuro, 2007).

Field Campaigns

They were carried out in all Units, the first one in December 2013 (Parna Catimbau) and the other between the years 2014 and 2015. In each of the Units surveyed, it was sought to identify the Physiognomies Water and Exposed Soil, as well as phytophysiological peculiarities of the Caatinga from its substrata denominated of Herbaceous, Ar-bustiva and Arbórea. The objective was the recognition of physiognomies, collecting the respective coordinate for calibration of Vegetation Indices generated in the laboratory. Garmim Montana 650 GPS receiver, from the CIEG collection, was used for collecting coordinates and geo-referenced photographs.

Supervised Classification

The classification used was supervised by manual method performed in ArcGIS 2010 (also licensed for Cadigeos), this group each pixel of the image to a class, from its values of spectral intensity. Initially the number of

$$IVAS = \frac{(1+L)(\rho_{IV} - \rho_V)}{(L + \rho_{IV} + \rho_V)}$$

Em que ρ_{IV} e ρ_V correspondem, respectivamente, às bandas 4 e 3 do Landsat 5 e 7, e 5 e 4 do Landsat 8 com valor de L variando entre 1 a 0,25 (adimensional). Contudo nesta pesquisa utilizou-se o valor 0,5 comumente utilizado para superfícies de densidades médias (PONZONI e SHIMABUKURO, 2007).

Campanhas de Campo

Foram realizadas em todas as Unidades, sendo a primeira em dezembro de 2013 (Parna Catimbau) e as demais entre os anos de 2014, 2015 e 2016. Em cada uma das Unidades pesquisadas buscou-se identificar as fisionomias Água e Solo Exposto, bem como as fitofisionomias peculiares da Caatinga a partir dos seus substratos denominados de Herbácea, Arbustiva e Arbórea. O objetivo foi o reconhecimento das fisionomias, coleta da respectiva coordenada para calibração dos Índices de Vegetação gerados em laboratório. Utilizou-se para tanto receptor de GPS Garmim Montana 650, do acervo do CIEG, para coleta das coordenadas e fotografias georreferenciadas.

Classificação Supervisionada

A classificação utilizada foi a supervisionada por método manual realizada no ArcGIS 2010 (Também licenciado para o CADIGEOS), esta grupa cada pixel da imagem a uma classe, a partir de seus valores de intensidade espectral. Inicialmente estabeleceu-se o número de cinco fisionomias (Água ou Água/Nuvem, Solo exposto, Caatinga Herbácea, Caatinga Arbustiva e Caatinga Arbórea). Por fim manipulou-se manualmente o histograma a fim de estabelecer os pixels que pertenceriam a cada fisionomia.

Diagnóstico Geoambiental e Florístico

Nessa etapa, foi considerado uma análise geoambiental, ressaltando o clima, relevo, base geológica, hidrografia e solos, que são estes os elementos abióticos que influem na vida e que obrigam os seres vivos, a uma adaptação a sua variação, aos processos e a sua dinâmica.

Assim, o estudo dos fatores abióticos, bióticos e antrópicos integrados, envolvem

a dinâmica das Unidades de Conservação, considerando as condições climato-botânicas e a ação ou interferência do homem, influenciam sobre os distintos processos de degradação ambiental. Ao analisar as interferências e os conflitos socioambientais, principalmente aqueles relacionados aos solos, como os desmatamentos e incêndios florestais de natureza antrópica, foram os que se destacaram conforme relatos obtidos nas quinze expedições de campo ao longo da pesquisa.

Os componentes estudados envolveram o clima, seus elementos e fatores (como as precipitações, as temperaturas), os solos (tipos e características edáficas), a dinâmica e as formas do relevo, a hidrologia e os recursos hídricos, a vegetação (flora e diferentes tipos de fitofisionomias) e o homem.

Para o diagnóstico ecológico e fitogeográfico da vegetação existente na área de estudo, foram realizados *in situ* vários levantamentos florísticos e analíticos descritivos das áreas, além de extensa pesquisa bibliográfica, que permitiram comparações relativamente simples e eficientes para entender os processos de degradação instalados, bem como, permitir recomendações para a recuperação dos ecossistemas existentes em cada UC pesquisada.

Conhecer a vegetação de Caatinga das áreas estudadas foi, portanto, um requisito para recuperar a composição florística e analisar as interações ecológicas dos remanescentes dessas florestas, embasando quaisquer iniciativas para proteger, enriquecer, recuperar através da regeneração natural e entender a sucessão ecológica, das fitofisionomias encontradas nas UCs.

Os estudos ambientais e florísticos são técnicas e mecanismos científicos, que contribuem para o conhecimento da diversidade biológica, tomando como base o Bioma Caatinga. As inter-relações existentes na dinâmica homem x natureza, proporciona a identificação dos efeitos e das ações antrópicas, que são necessários para indicar a situação das reservas prioritárias para a conservação no Semiárido brasileiro. Além, estes auxiliam na análise de adaptação climática e sobre as possíveis perturbações antrópicas na vegetação.

five physiognomies was established (Water or Water / Cloud, Exposed Soil, Caatinga Herbaceous, Caatinga Arbustiva and Caatinga Arborea). Finally, the histogram was manually manipulated in order to establish the pixels that would belong to each physiognomy.

Geoenvironmental and Floristic Diagnostics

At this stage, it was considered a geo-environmental analysis, highlighting the climate, topography, geological base, hydrography and soil, these are the abiotic elements that influence the life and force the living beings, adapting their variation, processes and its dynamics.

Thus, the study of the abiotic, biotic and integrated anthropic factors, involves the dynamics of the Conservation Units, considering the climatic-botanical conditions and the action or interference of the man, influence on the different processes of environmental degradation. When analyzing the socioenvironmental interferences and conflicts, especially those related to the soils, such as deforestation and forest fires of anthropic nature, were the ones that stood out according to reports obtained in the fifteen field expeditions throughout the research.

The components studied involved the climate, its elements and factors (such as rainfall, temperatures), soils (types and edaphic characteristics), dynamics and forms of relief, hydrology and water resources, vegetation types of phytophysiologicals) and man.

For ecological and phytogeographical diagnosis of the existing vegetation in the area of study, *in situ* were carried out in several floristic and analytical surveys descriptive areas, as well as extensive literature search, which allowed relatively simple and efficient comparisons to understand the degradation processes installed, as well as allow recommendations for the recovery of existing ecosystems in each surveyed UC.

Knowing the Caatinga vegetation areas studied was therefore a requirement to retrieve and analyze the species composition of the ecological interactions of these remaining forests, basing any efforts to protect, enhance, restore through natural regeneration and

understand the ecological succession, of the physiognomies found in UCs.

Environmental and floristic studies are scientific techniques and mechanisms that contribute to the knowledge of biological diversity, based on the Caatinga Biome. The interrelationships existing in man-nature dynamics provide the identification of the effects and anthropic actions that are necessary to indicate the situation of the priority reserves for conservation in the Brazilian semi-arid. In addition, they assist in the analysis of climate adaptation and possible anthropogenic disturbances in the vegetation.

The analysis of the vegetation communities registered in the Caatinga biome, whether the ecosystems of Seasonal or Cerrado Forests, becomes an essential condition for the maintenance of biological conditions. In this case, the classification of vegetation (physiognomic, phyto-ecological and / or floristic) becomes an important technique in the knowledge of the ecological standards, which assess the distribution of vegetation. The knowledge of the ecological agents, which are natural circumstances, which imply in the modification and / or standardization of the distribution of plant organisms, can combine characters adaptive to the biodiversity of dry areas. The climatic conditions of the semi-arid regions reflect in a morphophysiological adaptation, which become an essential element in the ecological / evolutionary process in the behavior of dry vegetation, the Caatinga (Fernandes, 2007; Rodal, 2009).

Phytophysiological analysis of Parnas was based on the methodology adopted by Fernandes (2007), which is basically two phytophysiologicals: Caatinga arborea and Caatinga arbustiva tree, Caatinga arbustiva and Caatinga herbaceous. However, according to this author, the natural regeneration process of the Caatinga can be classified as regenerating shrub, shrubby tree, and degradation level, as ruderal or annual herbaceous. Due to the exploratory process of the economic activities in the biome, the Caatinga vegetation has been destroyed or seriously decharacterized.

The vegetation of the UNC's were represented by the dry tropical forests of the Cerrado and Caatinga bio-mas, which

A análise das comunidades vegetacionais registradas no bioma Caatinga, sejam os ecossistemas de Florestas estacionais ou de Cerrados, torna-se condição essencial para a manutenção das condições biológicas. Neste caso, a classificação da vegetação (fisionômico, fitoecológico e ou florístico), torna-se uma técnica importante no conhecimento dos padrões ecológicos, que aferem na distribuição da vegetação. Os conhecimentos dos agentes ecológicos, dos quais são circunstâncias naturais, que implicam na modificação e/ou padronização da distribuição dos organismos vegetais, podem combinar caracteres adaptativos a biodiversidade de áreas secas. As condições climáticas das regiões semiáridas refletem em uma adaptação morfofisiológica, que se tornam um elemento essencial no processo ecológico/evolutivo no comportamento da vegetação seca, a Caatinga (FERNANDES, 2007; RODAL, 2009).

A análise fitofisionômica dos Parnas foi com base na metodologia adotada por Fernandes (2007), que é basicamente duas fitofisionomias: Caatinga arbórea e Caatinga arbustiva arbórea, Caatinga arbustiva e Caatinga herbácea. Entretanto, segundo esse autor, o processo de regeneração natural da Caatinga pode ser classificado como arbustiva em regeneração, arbórea arbustiva, e em nível de degradação, como herbáceas ruderais ou anuais. Devido ao processo exploratório das atividades econômicas no bioma, a vegetação de Caatinga tem sido destruída ou seriamente descaracterizada.

A vegetação das UCs foram representadas pelas florestas tropicais secas dos biomas Cerrado e Caatinga, que estão adaptadas as características geoambientais locais. Entretanto, a vegetação Caatinga, apresenta-se no Nordeste brasileiro com

fitofisionomias arbórea e arbustiva, associada a formações de alto valor biológico, que representam os refúgios vegetacionais formados por espécies de Caatinga, Floresta Estacional, Campo Rupestre e espécies de Cerrado edáfico (TROVÃO et al. 2007; Rodal et al. 2015).

Foram realizadas análises geoambientais por unidades fitofisionômicas e fitogeográfica. A análise geoambiental foi através das relações entre tipos de solos, relevo, geologia, altitude; e, verificação da umidade relativa do ar e precipitação. Entretanto, uma análise da região Semiárida nordestina foi delimitada por processos físicos como clima, relevo, solos e diferentes estruturas geológicas do embasamento granitóide e sedimentar, que influenciam na formação fitofisionômica e ecológica da vegetação de porte variado, ainda conjuntos florísticos distintos, de matriz cristalina e bacias sedimentares que determina as formações vegetais registradas nas 14 UCs.

A análise da composição vegetacional e florística da Caatinga foi realizada pelo estágio de conservação, calculada e delimitada, através do mapeamento espectral, de imagens com períodos diferentes. Os estágios de conservação que foram abordados neste relatório foram: fisionomia arbórea, arbustiva densa e arbórea (Caatinga conservada), a qual foi comparada com a área de (Caatinga degradada), ou fisionomia arbustiva ou herbáceas ruderais. Estes resultados foram comparados a estudos já realizados na Caatinga, para a área entendimento do estado de conservação das cinco UCs.

Locais da pesquisa: Unidade Acadêmica de Geografia, UFCG/PB, na cidade de Campina Grande e Herbário Manuel de Arruda Câmara (ACAM), Departamento de Biologia da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campus I em Campina Grande; Fundação Joaquim Nabuco-Recife/PE.

are adapted to local geoenvironmental characteristics. Meanwhile, the Caatinga vegetation is present in the Brazilian Northeast with arboreal and shrubby phytophysiognomies, associated to formations of high biological value, representing vegetation refuges formed by species of Caatinga, Seasonal Forest, Rupestre and Cerrado edaphic (Trovão et al., 2007; Rodal et al., 2015).

Geoenvironmental analyzes were performed by phytophysionomic and phytogeographic units. The geoenvironmental analysis was through the relations between types of soils, relief, geology, altitude; and, checking the relative humidity of the air and precipitation. However, an analysis of the northeastern semi-arid region was delimited by physical processes such as climate, relief, soils and different geological structures of the granitoid and sedimentary basement, influencing the phytophysionomic and ecological formation of vegetation of varying size crystalline matrix and sedimentary basins that determine the plant formations recorded in the 14 UCs.

The analysis of the vegetative and floristic composition of the Caatinga was carried out by the conservation stage, calculated and delimited through the spectral mapping of images with different periods. The conservation stages that were addressed in this report were: tree physiognomy, dense shrub and arboreal (Caatinga conservada), which was com-stopped with the area of (Caatinga degradada), or shrub physiognomy or herbaceous ruderais. These results were compared to studies already carried out in the Caatinga, for the understanding area of the conservation status of the five UCs.

Research sites: Academic Unit of Geography, UFCG / PB, in the city of Campina Grande and Herbarium Manuel de Arruda Câmara (ACAM), Department of Biology of the State University of Paraíba (UEPB), Campus I in Campina Grande; Joaquim Nabuco Foundation in Recife / PE.

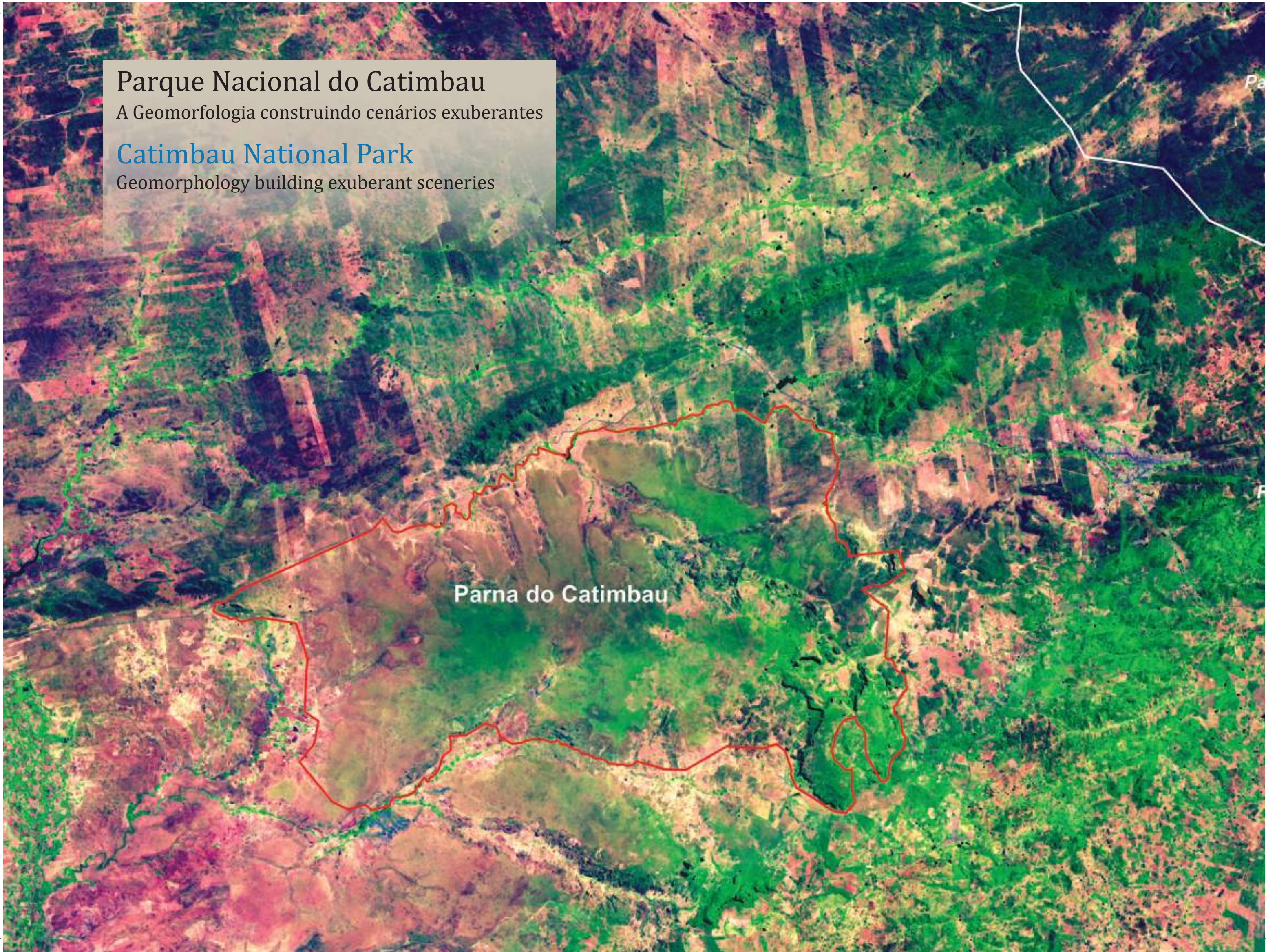
Parque Nacional do Catimbau

A Geomorfologia construindo cenários exuberantes

Catimbau National Park

Geomorphology building exuberant sceneries

Parna do Catimbau





Paraíba

Pernambuco



Parque Nacional do Catimbau

Carta-imagem multiespectral em pseudocolor, satélite LandSAT 8, sensor OLI, bandas espectrais RGB 753, fusionadas com a banda 8 (pancromática) para obtenção de resolução espacial de 15m, com filtragem linear 4x4 e realce de contraste por equalização de histogramas de frequência; ponto/órbita 217/69, data de aquisição da imagem 05/08/2014. Sistema de Referência WGS 84; coordenadas geográficas. Elaborada no CIEG/Dipes/Fundaj em dezembro de 2017.



Paredões de arenito típicos do Parna do Catimbau (PE). Foto: Neison Freire (2013).

Typical sandstone walls of the Catimbau National Park (PE). Photo: Neison Freire (2013).

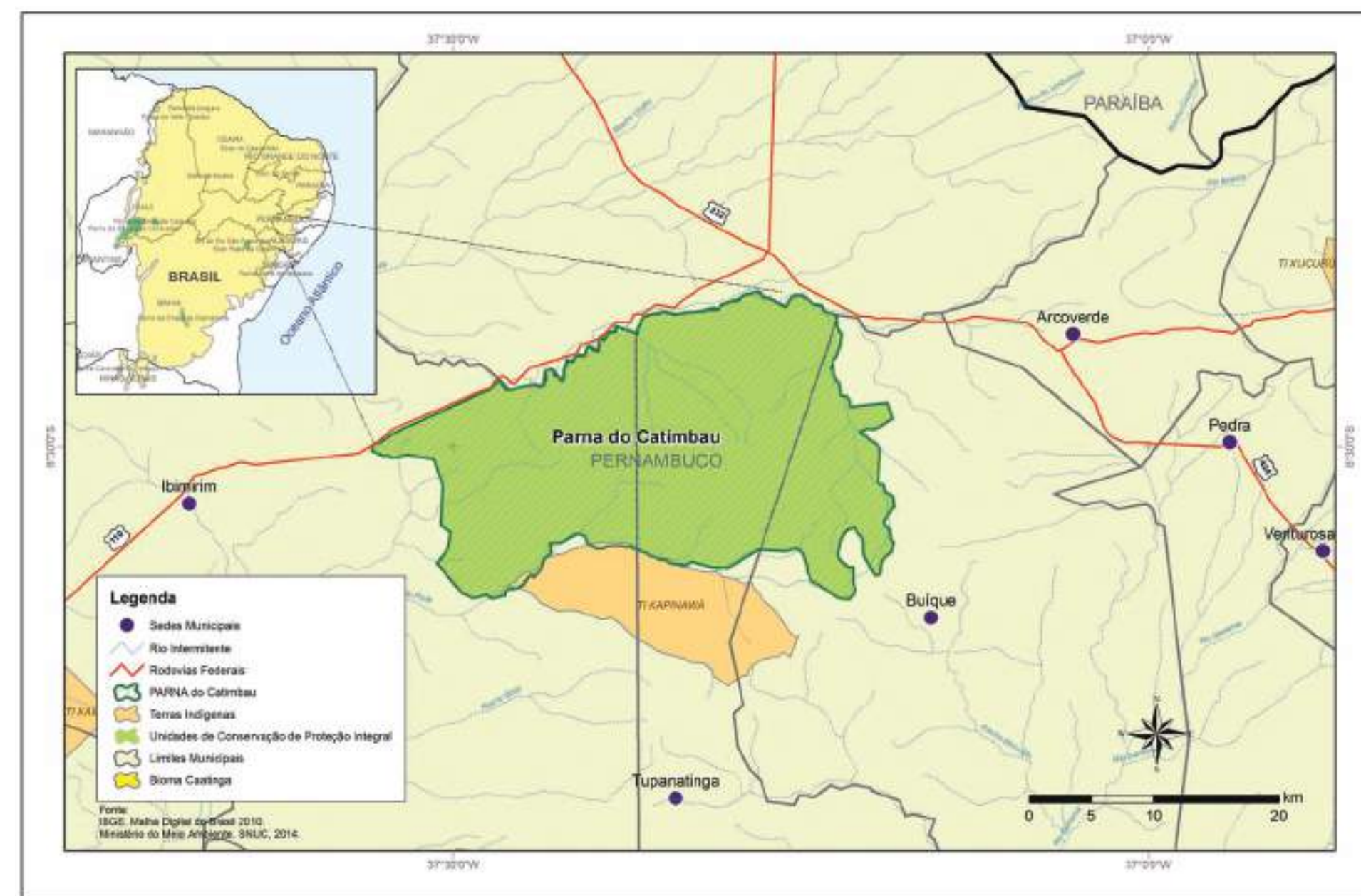
Uma das mais destacadas unidades de conservação do bioma Caatinga no Estado de Pernambuco é o Parque Nacional do Catimbau, tanto por sua expressiva área em forma poligonal (62.294,14 hectares), como pela paisagem natural, marcada pela imponente geomorfologia de seu relevo.

O Parque está localizado entre as coordenadas geográficas 8° 24' 00" e 8° 36' 35" S e 37° 09' 30" e 37° 14' 40" W, cuja área encontra-se distribuída entre os municípios de Buíque (12.438ha.) e Tupanatinga (23.540ha.), na microrregião do vale do Ipanema, e Ibimirim (24.809ha.) na microrregião do Moxotó, todas localizadas no Estado de Pernambuco (Ibama, 2002; SNE, 2002).

O acesso ao parque se dá a partir de Arcoverde, seguindo pela rodovia até a cidade de Buíque e, depois, por estrada de saibro até a Vila do Catimbau, principal acesso ao Parque. Atualmente a unidade é considerada área núcleo da Reserva da Biosfera da Caatinga da Unesco.

A área possui diversos sítios arqueológicos (com datação de cerca de 6.000 anos A.P.) e apresenta ocorrência de inscrições e pinturas rupestres, sendo, por este motivo, transformada em patrimônio arqueológico nacional pelo IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Arqueológico Nacional) (MARTIN, 1991; SILVA et al, 2008; SIGEP, 2010; MENDES, 2012). Além disso, em decorrência da área apresentar, como já mencionado, belezas cênicas geológica e geomorfológica singulares, o Parna do Catimbau foi indicado a transformar-se em geoparque nas categorias Ambiental, Geomorfológico e Arqueológico pela Unesco (SIGEP, 2010).

De uma maneira em geral, a área do parque apresenta uma flora bastante diversificada, ainda pouco conhecida, resultante de ambientes distintos (Caatinga, Floresta Estacional e Vegetação Rupestre), sobre uma bacia sedimentar, com predomínio de chapadas de arenito da bacia Tucano-Jatobá (SALES et al. 1998, RADAMBRASIL, 1983).



Mapa de localização do Parque Nacional do Catimbau. Fonte: elaborado pelos autores

Location map of the Catimbau National Park. Source: developed by the authors.

One of the most highlighted conservation units in the Caatinga biome on the State of Pernambuco is the Catimbau National Park, both for the expressive polygonal-shaped area (62,294.14 hectares), as the natural landscape, marked by the imposing geomorphology of its relief.

The Park is located between the geographical coordinates 8° 24' 00" and 8° 36' 35" S and 37° 09' 30' and 37° 14' 40' W, whose area is in the municipalities of Buíque (12,438 ha.) and Tupanatinga (23,540 ha.), in the microregion of Ipanema Valley, and Ibimirim (24,809 ha.) in the microrregion of Moxotó, in the State of Pernambuco (Ibama, 2002; SNE, 2002).

The access to the Park is in Arcoverde municipality, following the road to the city of Buíque and then by a gravel road to the village of Catimbau, the main entrance to the Park. Currently, this unit is considered a core area of the Caatinga Biosphere Reserve designated by UNESCO.

The area has several archaeological sites (dating from 6,000 years A.P.) and presents inscriptions and rock paintings. For this reason, the IPHAN (Institute of National Historical and Artistic Heritage) turned it into a national archaeological heritage (MARTIN, 1991; SILVA et al, 2008; SIGEP, 2010; Mendes, 2012). In addition, since the area, as already mentioned, presents singular geological

and geomorphological natural beauties, the Catimbau National Park has been nominated to become a geopark in the Environmental, Geomorphological and Archaeological categories of UNESCO (SIGEP, 2010).

In general, the park area shows a diversified, yet little known, flora, from different environments (Caatinga, Seasonal Forest, and Outcrops), over a sedimentary basin, with the predominance of sandstone plateaus from Tucano-Jatobá Basin (SALES et al. 1998, RADAMBRASIL, 1983).



Formações rochosas erodidas pela ação dos ventos no interior do Parna do Catimbau. Foto: Neison Freire (2013).

Rock formations eroded by the winds in Catimbau National Park. Photo: Neison Freire (2013).

Quanto aos usos, o parque apresentava em dezembro de 2013 uma significativa diversidade, classificado pelo MMA/SNUC como uma área de proteção integral. Segundo entrevista realizada pelos pesquisadores com o então Chefe da Unidade de Conservação do ICMBio, o parque está em fase de regularização fundiária, onde nem todos os antigos proprietários foram devidamente indenizados no processo de desapropriação de terras sob jurisdição e domínio da União. Além destes antigos proprietários, há diversos povoados indígenas que resistem em aceitar a transferência de suas moradias tradicionais para as terras indígenas circunvizinhas ao parque e sob gestão da Fundação Nacional do Índio (Funai). Tal situação resulta em constantes conflitos territoriais e elevação da tensão social na área do Parna Catimbau sob gestão do ICMBio.

Dentre os usos mencionados, podemos destacar em sua porção oriental a conservação da biodiversidade e o ecoturismo, sendo esta a área com maior umidade superficial e,

portanto, com maior presença de biomassa. Nesta área em particular do Catimbau, observa-se não apenas a beleza cênica de sua morfologia que revela os magníficos paredões de arenito e das formações rochosas esculpidas pela ação erosiva dos ventos, como também a abundância de inscrições rupestres.

No relevo tabular ruiforme do Parque Nacional do Catimbau é encontrado um complexo de vegetação, como os enclaves de mata úmida, resquícios dos brejos de altitude, e a predominância de espécies do bioma Caatinga (GIULIETTI et al, 2002; GOMES et al, 2006; Bezerra et al 2009). As fitofisionomias da vegetação Caatinga são arbustiva perenifólia de chapadas sedimentares, que representam refúgios vegetacionais formados por espécies de Caatinga, Floresta Estacional, Campo Rupestre e espécies de Cerrado edáfico (RODAL et al 1998, GOMES et al 2006).

In December 2013, the park showed a significant diversity as for their activities, although the MMA/SNUC classifies it as an integral protected area. This situation arose, according to an interview conducted by researchers with the Head of the ICMBio Conservation Unit at the time, during the regularization phase of the park, where not all the former owners were properly compensated in the land expropriation process under federal jurisdiction and domain. In addition to these former owners, there are several indigenous settlements that resist accepting the transfer of their traditional dwellings to the indigenous lands surrounding the Park and under the management of the National Indian Foundation (Funai). Such a situation results in constant territorial conflicts and social tension in the area of the Catimbau National Park under the management of the ICMBio, as will be seen forward.

Among the acts mentioned above, we can highlight in the Eastern side the

biodiversity conservation and ecotourism, due to the highest superficial humidity presented, resulting in a more significant presence of biomass. In this specific area of Catimbau, not only the scenic beauty of its morphology is revealed, showing the magnificent sandstone walls and rock formations sculpted by the erosive action of the winds, as well as, abundant parietal art.

In the ruiniforme tabular relief of the Catimbau National Park, a vegetation complex is found, such as enclaves of humid forest, remnants of high-altitude wetlands, and the predominance of Caatinga biome species (GIULIETTI et al., 2002; GOMES et al., 2006; Bezerra et al. 2009). The phytophysionomies of the Caatinga vegetation are perennial shrub of sedimentary plateaus, representing vegetation refuges formed by species of Caatinga, Seasonal Forest, Rupestrian fields, and edaphic Cerrado species (Rodal et al. 1998, GOMES et al. 2006).



*Fitofisionomias das vegetações que ocorrem na área do Parque Nacional Vale do Catimbau-PE; A: Vegetação de Caatinga arbustiva densa; B: Vegetação arbórea aberta de Floresta Estacional; C: *Byrsonima gardnerana* A.Juss. e D: Vegetação rupestre com Cactaceae e Bromeliaceae. Fotos: Neison Freire (2013) e Débora Moura (2013).*

*Phytophysionomies of the Vale do Catimbau National Park-PE; A: Caatinga dense shrub vegetation; B: Seasonal open forest vegetation; C: *Byrsonima gardnerana* A.Juss. and D: Rupestrian vegetation with Cactaceae and Bromeliaceae Photos: Neison Freire (2013) and Débora Moura (2013).*



Vegetação em áreas de Neossolos quartzarênicos, B: em áreas de Neossolos litólicos, com relevo ondulado a escarpado, C: Espécie de Bromeliaceae (*Encholirium spectabile* Martius ex Schult.) e D: *Neoglaziovia variegata* Mez., *Hohenbergia catingae* Ule var. *catingae* que ocorrem nas áreas do Parque Nacional Vale do Catimbau-PE. Fotos: Neison Freire (2013) e Débora Moura (2013).

*The occurrence of vegetation in areas of quartzarenic Neosols, B: in areas of otolithic Neosols, with wavy steeped relief, C: Bromeliaceae (*Encholirium spectabile* Mart. ex Schult.) and D: *Neoglaziovia variegata* (Arruda) Mez., *Hohenbergia catingae* Ule var. *catingae* that occur in the Vale do Catimbau National Park-PE. Photos: Neison Freire (2013) and Débora Moura (2013).*



A



B



C



D

Espécie de Cactaceae em fisionomias de vegetação de Caatinga registradas na área do Parque Nacional Vale do Catimbau-PE. A: *Tacinga inamoena* (K. Schum.) N.P. Taylor & Stuppy; B: *Pilosocereus tuberculatus* (Werderm.) Byles & G.D. Rowley; C: *P. gounellei* (A. Webwr ex K. Schum.) Bly. Ex Rowl.) e D: *P. piauihyensis* (Gürke). Fotos: Neison Freire (2013).

Cactaceae in Caatinga vegetation physiognomy registered in the area of the Vale do Catimbau National Park-PE. A: *Tacinga inamoena* (K. Schum.) N.P. Taylor & Stuppy; B: *Pilosocereus tuberculatus* (Werderm.) Byles & G.D. Rowley; C: *P. gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley and D: *P. piauihyensis* (Gürke) Byles & G.D. Rowley. Photos: Neison Freire (2013).

A Caatinga arbóreo-arbustiva perenifólia está situada na base, “sopés” e vertentes, geralmente a barlavento, entre 600 a 800m de altitude. Nesse ambiente são registrados poucos indivíduos espinhosos, como Bromeliaceae e Cactaceae (MACHADO e LOPES, 2003; GOMES et al. 2006).

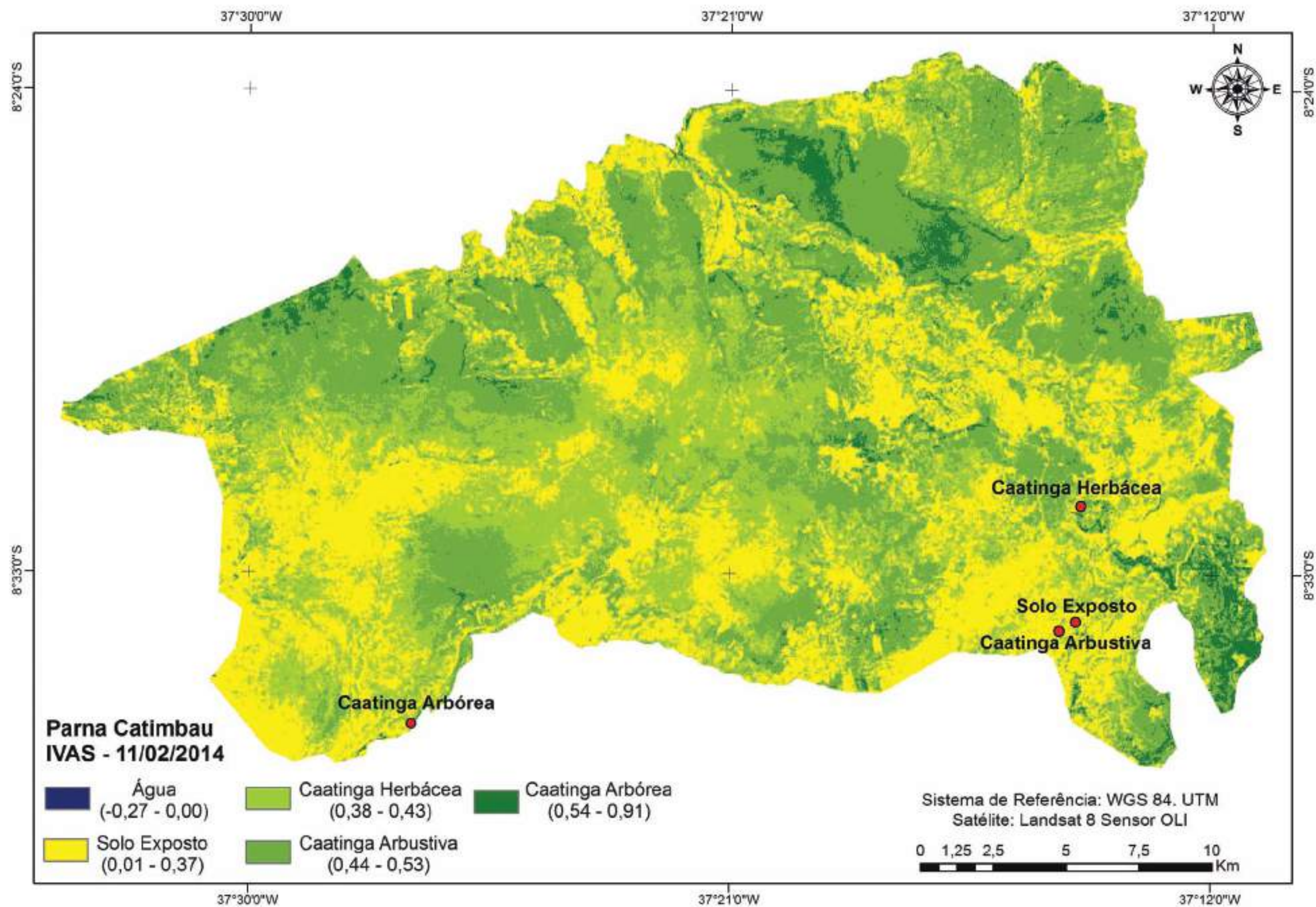
As fitofisionomias arbustiva e subarbustiva são encontradas em áreas de associações de principais ordens os Neossolos, Latossolos, Argissolos, Cambissolos, Planossolos e Luvisolos, com predomínio dos Neossolos Quartzarênicos e Neossolos litólicos (Burgos et al., 1973; Jacomine et al., 1973;

Araújo Filho, 2003; SIGEP, 2010). As famílias predominantes nestas áreas são Asteraceae (*Enydra rivularis* Standley, *Wedelia alagoensis* Baker) e Bromeliaceae (*Neoglaziovia variegata* Mez., *Tillandsia recurvata* L., *Encholirium spectabile* Mart ex Schult.), que destacam-se devido a alta diversidade biológica (RODAL et al, 1998, FIGUEIREDO et al, 2000; COSTA FILHO et al, 2012).

The evergreen arboreal-shrub Caatinga is located in bases, foothills and slopes, generally windward, between 600 and 800m of altitude. In this environment, just a few thorny individuals are observed, such as Bromeliaceae and Cactaceae (MACHADO & LOPES, 2003; GOMES et al. 2006).

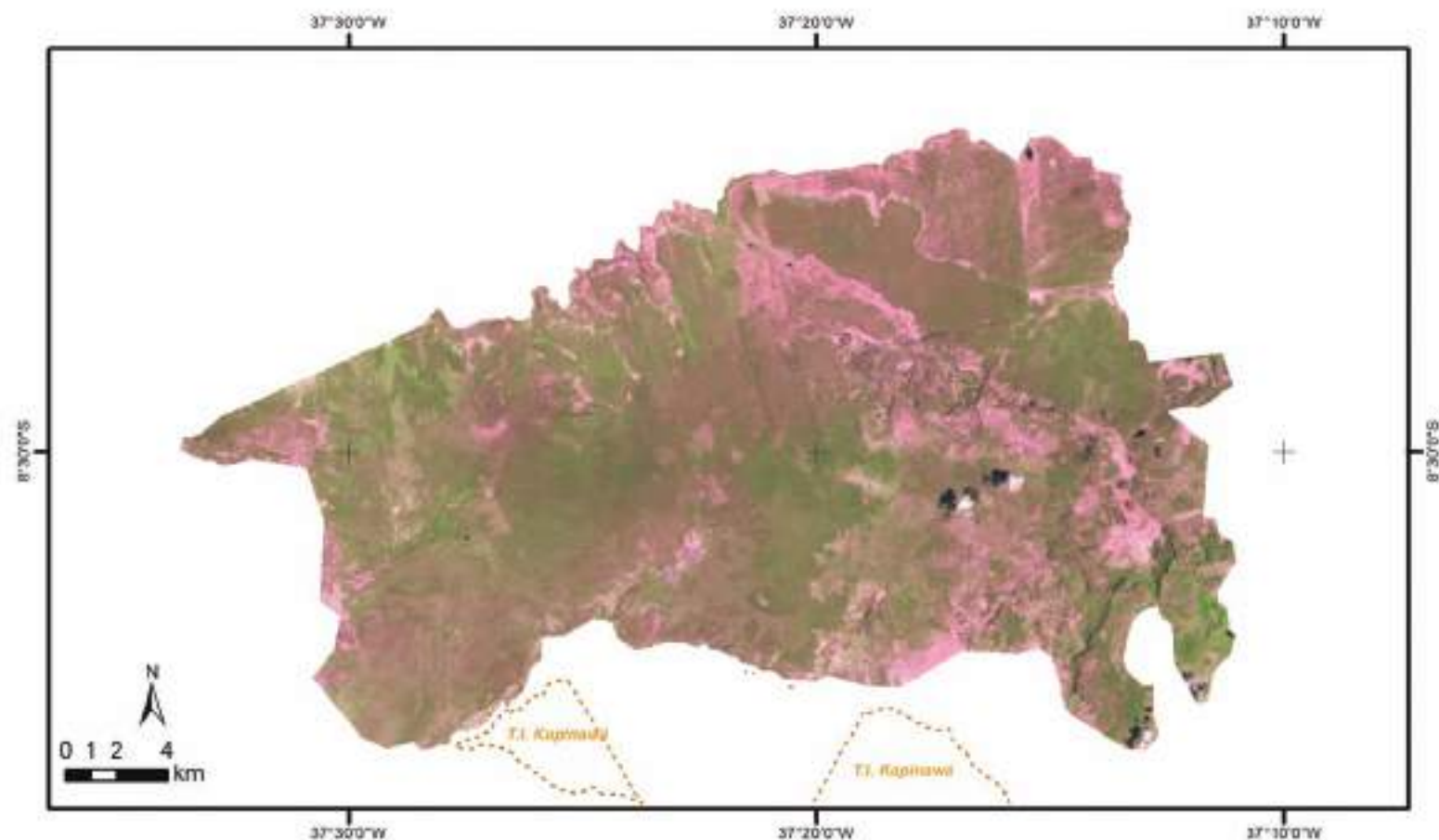
The shrub and sub-shrub phytophysionomies are found in areas of associations of the main orders the Neosols, Latosols, Argisols, Cambisols, Planosols, and Luvisols, with the predominance of the Quartz and Neolithic Neosols (Burgos et al, 1973; Jacomine et al, 1973; Araújo Filho, 2003; SIGEP, 2010). The predominant

families in these areas are Asteraceae (*Enydra rivularis* Standley, *Wedelia alagoensis* Baker), Bromeliaceae (*Neoglaziovia variegata* (Arruda) Mez, *Tillandsia recurvata* L., *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult.), which stand out due to high biological diversity (RODAL et al, 1998, FIGUEIREDO et al, 2000; COSTA FILHO et al, 2012).



Mapa temático do Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (IVAS) de 11/02/2014 do Parque Nacional do Catimbau com pontos de controle rastreados por GPS.

Thematic map of the Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI) of 11/02/2014 of the Catimbau National Park with control points tracked by GPS.

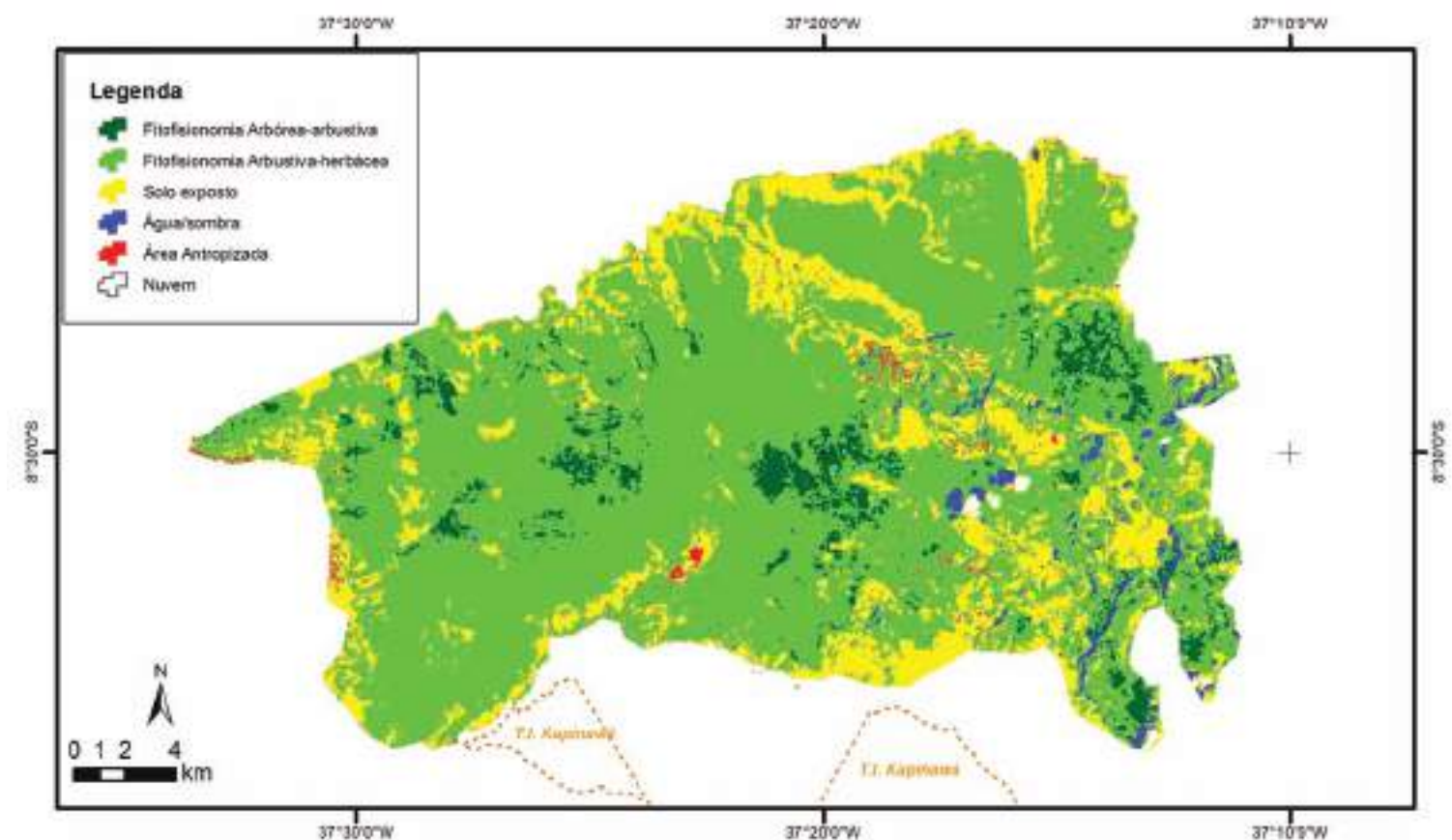


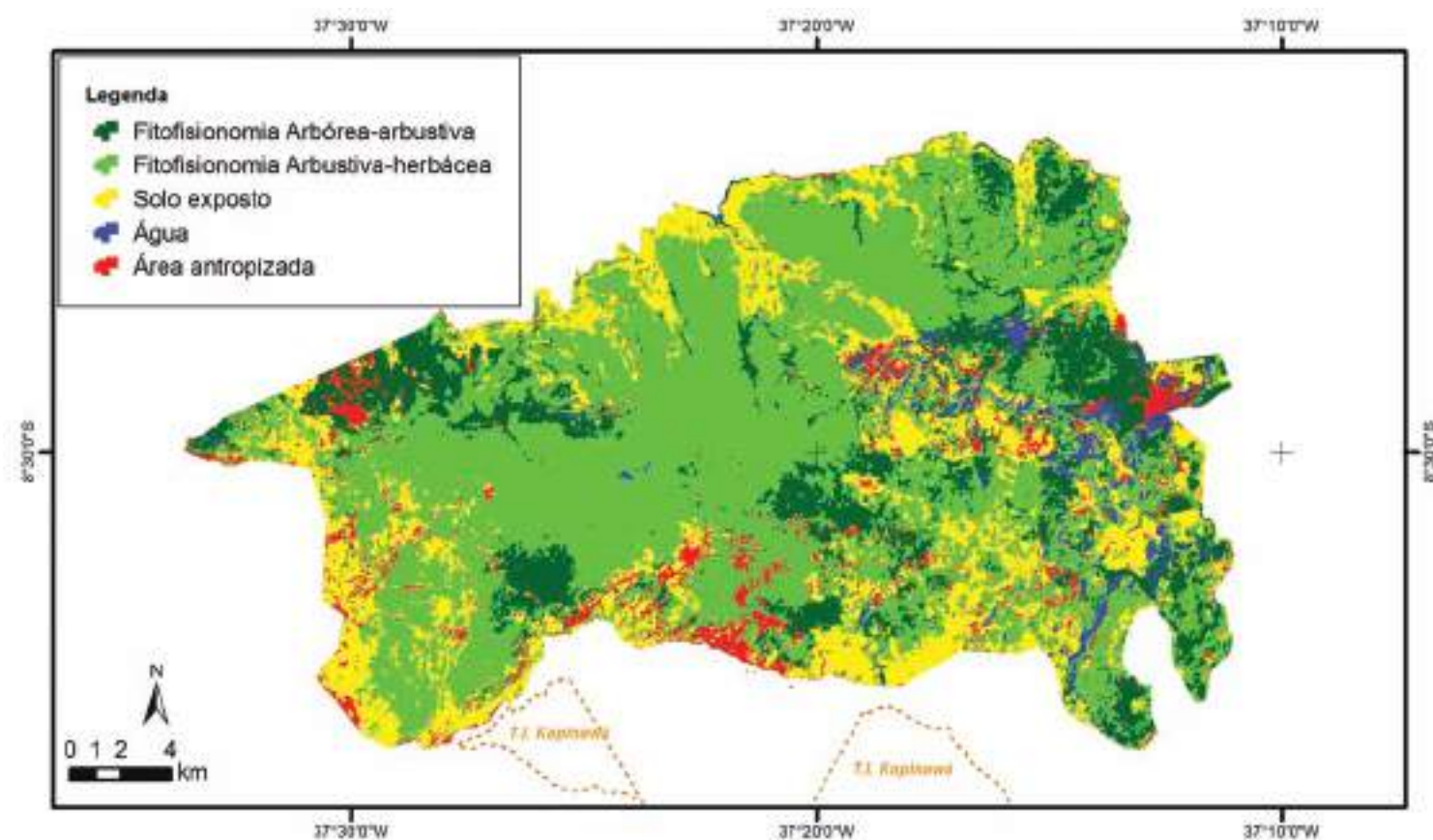
Carta-imagem multiespectral RGB 543 do Parque Nacional do Catimbau elaborada a partir de imagem LandsAT 5 TM de 29/01/2000. Ao analisarmos a carta-imagem, podemos observar na cor verde as áreas úmidas de fundo dos vales e, portanto, com maior presença de vegetação verde e com biomassa, devido à presença de clorofila nas plantas. Também observamos as áreas de encostas dos “paredões” que se distribuem ao longo de todo o parque. Há, na porção sul, a presença ainda de áreas cultivadas. A imagem satelital revela, também, as áreas mais úmidas a leste, onde se situam as principais trilhas de ecoturismo. A porção noroeste é a mais preservada do bioma Caatinga no parque, embora existam estradas de saibro que cortam essas áreas em direção às fazendas que estão fora do perímetro do parque.

RGB 543 multispectral image chart of the Catimbau National Park, elaborated from LandsAT 5 TM image of 01/29/2000. When analyzing the image chart, we can observe in the green color the humid bottom areas of the valleys and, therefore, with a greater presence of green vegetation and with biomass, due to the presence of chlorophyll in the plants. We also observe the slope areas of the “walls” that are distributed throughout the park. There is, in the southern portion, the presence of cultivated areas. It also reveals the wetter areas to the east, where the main ecotourism trails are located. The northwest portion is the most preserved of the Caatinga biome in the park, although there are gravel roads that cut these areas towards the farms that are outside the perimeter of the park.

Mapa Temático do Parque Nacional do Catimbau em 29/01/2000, a partir dos dados registrados pelos sensores a bordo do satélite LandsAT 5 TM. Conforme descrito na Metodologia, foram definidas seis classes temáticas para este mapeamento, que sintetizam as principais fisionomias encontradas: Áreas antropizadas, Fitofisionomia Arbórea-arbustiva, Fitofisionomia Arbustiva-herbácea, Solo exposto, Nuvem e Água/sombra (neste último caso, sombras das nuvens, pois têm comportamento espectral muito semelhante à água limpa). Após diversas etapas de processamento digital de imagens, desde a imagem bruta obtida do site do USGS, passando pelo método da Classificação Supervisionada até a etapa de pós-processamento com filtragem linear e o consequente cálculo de área.

Thematic Map of the Catimbau National Park on 01/29/2000, based on the data recorded by the sensors on board the LandsAT 5 TM satellite. As described in the Methodology, six thematic classes were defined for this mapping, which synthesize the main physiognomies found: Anthropogenic Areas, Arboreal-Shrub Phytophysionomy, Shrubby Herbarium Phytophysionomy, Exposed Soil, Cloud and Water / Shade (in the latter case, cloud shadows, because they have spectral behavior very similar to clean water). After several steps of digital image processing, from the raw image obtained from the USGS website, through the Supervised Classification method to the post-processing stage with linear filtering and the consequent area calculation.



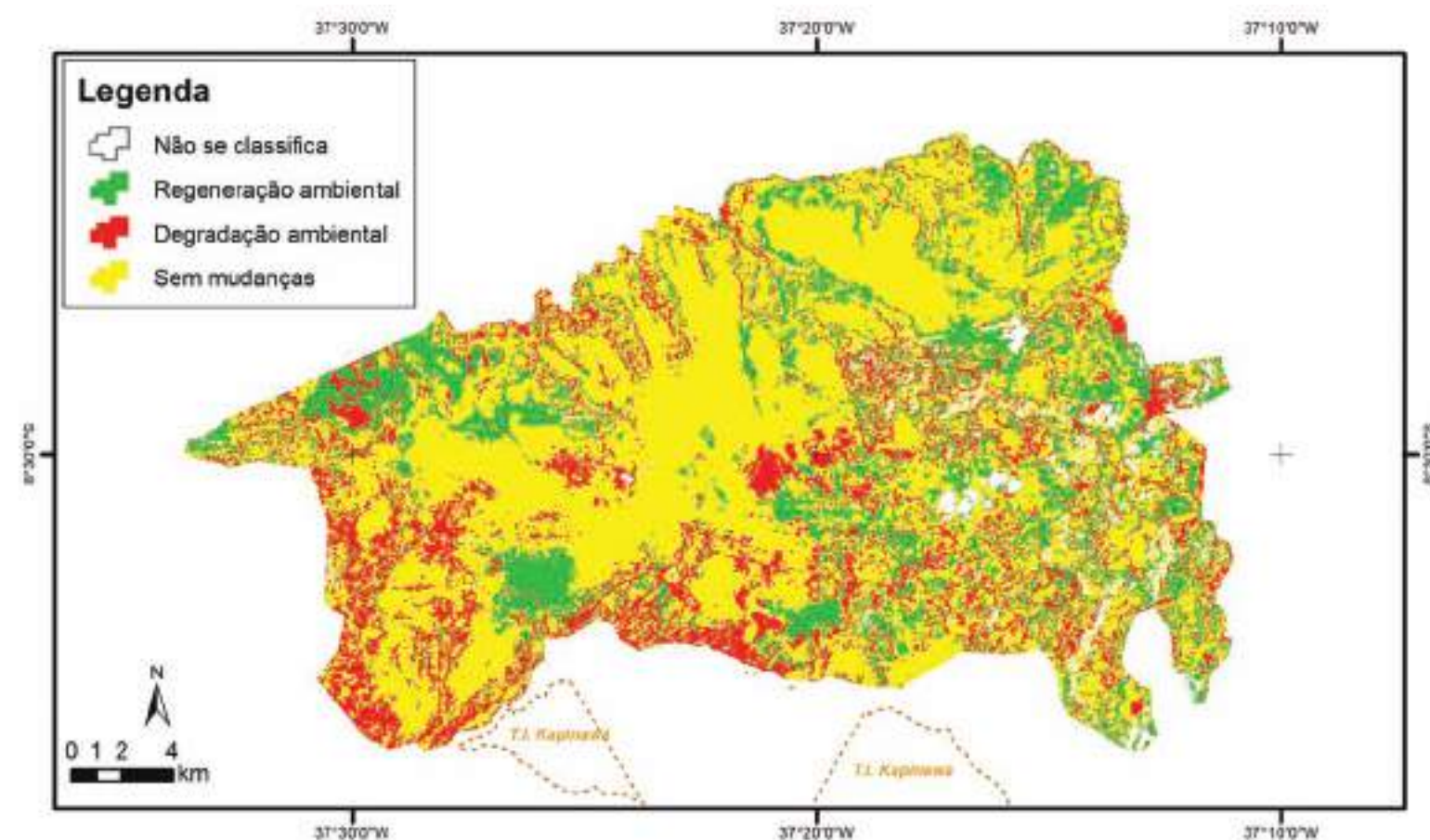


Mapa temático das classes previamente definidas na pesquisa e registrada pelos sensores orbitais a bordo do satélite LandSAT 8 OLI em 11/01/2014. As mudanças com significativo aumento nas áreas antropizadas entre 2000 e 2014 (704%) é preocupante, pois 21,35km² dessas áreas, em 2014 foram, “conquistadas” de áreas com fitofisionomia arbustiva-herbácea em 2000. Ou seja, houve uma degradação ambiental incompatível com os objetivos de uma unidade de proteção integral. Uma das explicações para essa mudança se deve, por um lado, ao aumento do desmatamento de Caatinga dentro do Parna após a sua criação em 2002. Ao se darem conta das limitações jurídicas impostas pelo Decreto-lei de criação do Catimbau que o inseria numa classe de proteção integral do bioma Caatinga, ou seja, com usos proibidos quanto às atividades econômicas, sobretudo baseadas na agropecuária, vários proprietários buscaram aumentar as áreas de cultivo e construir novas benfeitorias, objetivando obter maiores valores de indenização quando da futura regularização fundiária. Por outro lado, os conflitos socioambientais, em especial com as populações indígenas remanescentes dentro da área do parque, também ajudam a entender esse aumento das áreas antropizadas, pois tais populações praticam a agricultura de subsistência, além de estarem distribuídas em várias comunidades dentro do perímetro do parque.

Thematic map of the classes previously defined in the research and registered by the orbital sensors on board the satellite LandSAT 8 OLI on 01/11/2014. The changes with a significant increase in the anthropic areas between 2000 and 2014 (704%) are worrisome, since 21.35km² of these areas were “conquered” in areas with a shrub-herbaceous phytophysiognomy in 2000. In other words, there was an environmental degradation incompatible with the objectives of an integral protection unit. One explanation for this change is due, on the one hand, to the increase in Caatinga deforestation within Parna after its creation in 2002. When they realized the legal limitations imposed by the Decree-Law creating Catimbau that inserted it into a class of integral protection of the Caatinga biome, that is, with prohibited uses for economic activities, mainly based on agriculture and livestock, several owners sought to increase cultivation areas and build new improvements, aiming to obtain higher indemnification values when future land regularization. On the other hand, socioenvironmental conflicts, especially with indigenous populations remaining within the park area, also help to understand this increase in anthropic areas, since these populations practice subsistence agriculture, as well as being distributed in several communities within the perimeter of the park.

Mapa Temático de Mudanças no Uso do Solo do Parque Nacional do Catimbau entre os anos de 2000 e 2014: após a criação do parque em 2002, houve um recrudescimento da degradação em termos de desmatamento da vegetação de Caatinga pelos antigos proprietários (áreas na cor vermelha no mapa), como também o possível efeito do aumento de populações tradicionais dentro da área protegida para intensificar seus direitos sobre o território. Para informações mais detalhadas acesse o relatório completo no menu “Atlas das Caatingas” em: <http://www.fundaj.gov.br/cieg>

Thematic Map of Land Use Changes in Catimbau National Park between 2000 and 2014: after the creation of the park in 2002, there was a resurgence of degradation in terms of deforestation of Caatinga vegetation by former owners (red color areas on the map), as well as the possible effect of the increase of traditional populations within the protected area to intensify their rights over the territory. For more detailed information access the complete report in the menu “Atlas of the Caatingas” in: <http://www.fundaj.gov.br/cieg>

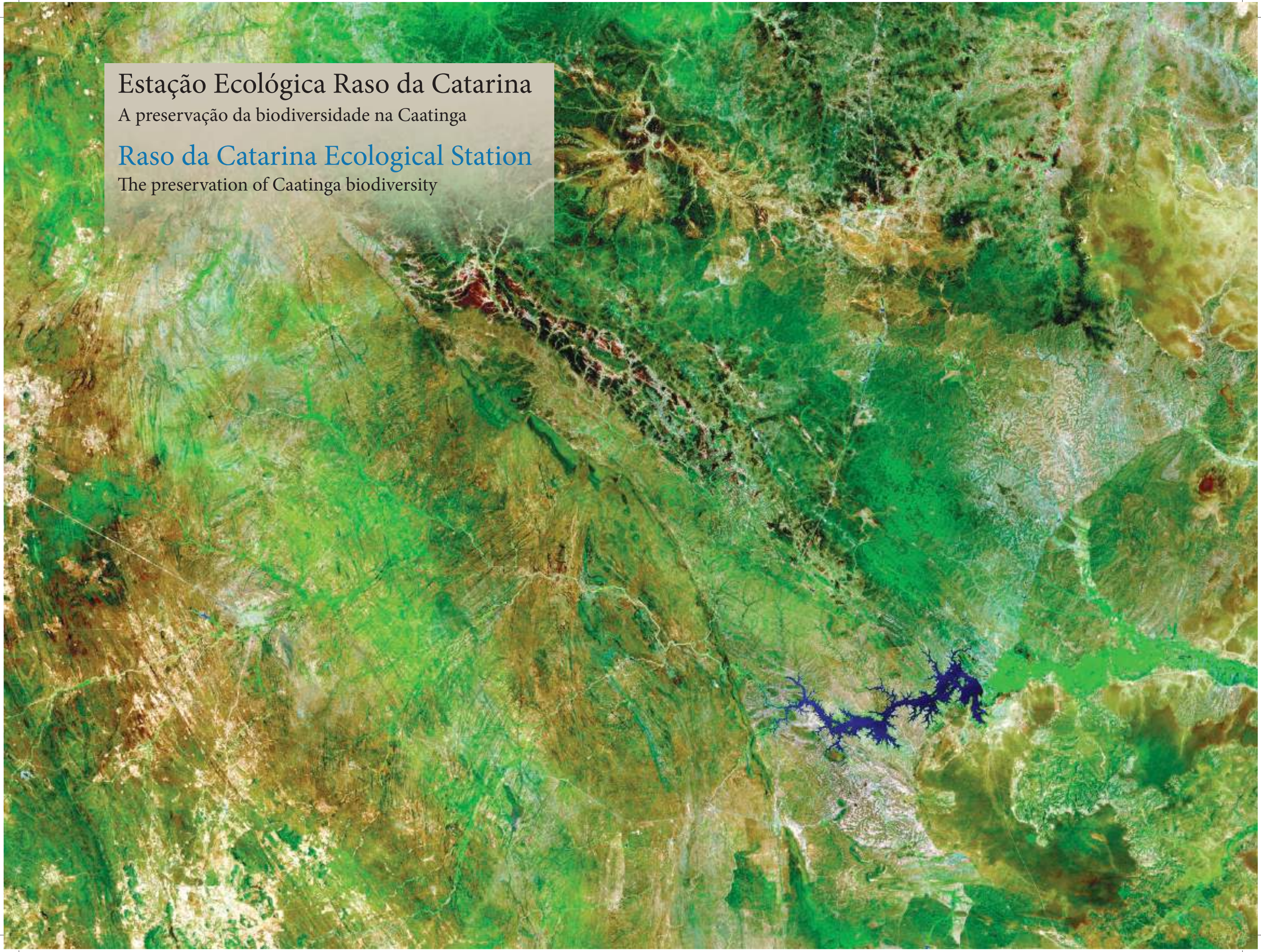


Estação Ecológica Raso da Catarina

A preservação da biodiversidade na Caatinga

Raso da Catarina Ecological Station

The preservation of Caatinga biodiversity





Esec Raso da Catarina

BAHIA

Estação Ecológica Raso da Catarina

Carta-imagem multiespectral em pseudocolor, satélite LandSAT 8, sensor OLI, bandas espectrais RGB 754, fusionadas com a banda 8 (pancromática) para obtenção de resolução espacial de 15m, com filtragem linear 4x4 e realce de contraste por equalização de histogramas de frequência; ponto/órbita 216/67, data de aquisição da imagem 10/08/2016. Sistema de Referência WGS 84; coordenadas geográficas. Elaborada no CIEG/Dipes/Fundaj em dezembro de 2017.



Vista panorâmica da Esec Raso da Catarina: uma das maiores extensões contínuas do bioma Caatinga em excelente estado de conservação. Foto: Neison Freire (2014).

Panoramic view of Raso da Catarina ESEC: one of the largest continuous extensions in excellent condition of Caatinga biome. Photo: Neison Freire (2014).

A Estação Ecológica Raso da Catarina (BA) é um espaço do território nacional formado por áreas dos municípios de Paulo Afonso (8,37%), Rodelas (31,39%) e Jeremoabo (60,24%). O principal objetivo desta unidade de conservação é a preservação da natureza, sendo permitidas apenas pesquisas científicas, devidamente autorizadas pelo órgão gestor, o ICMBio.

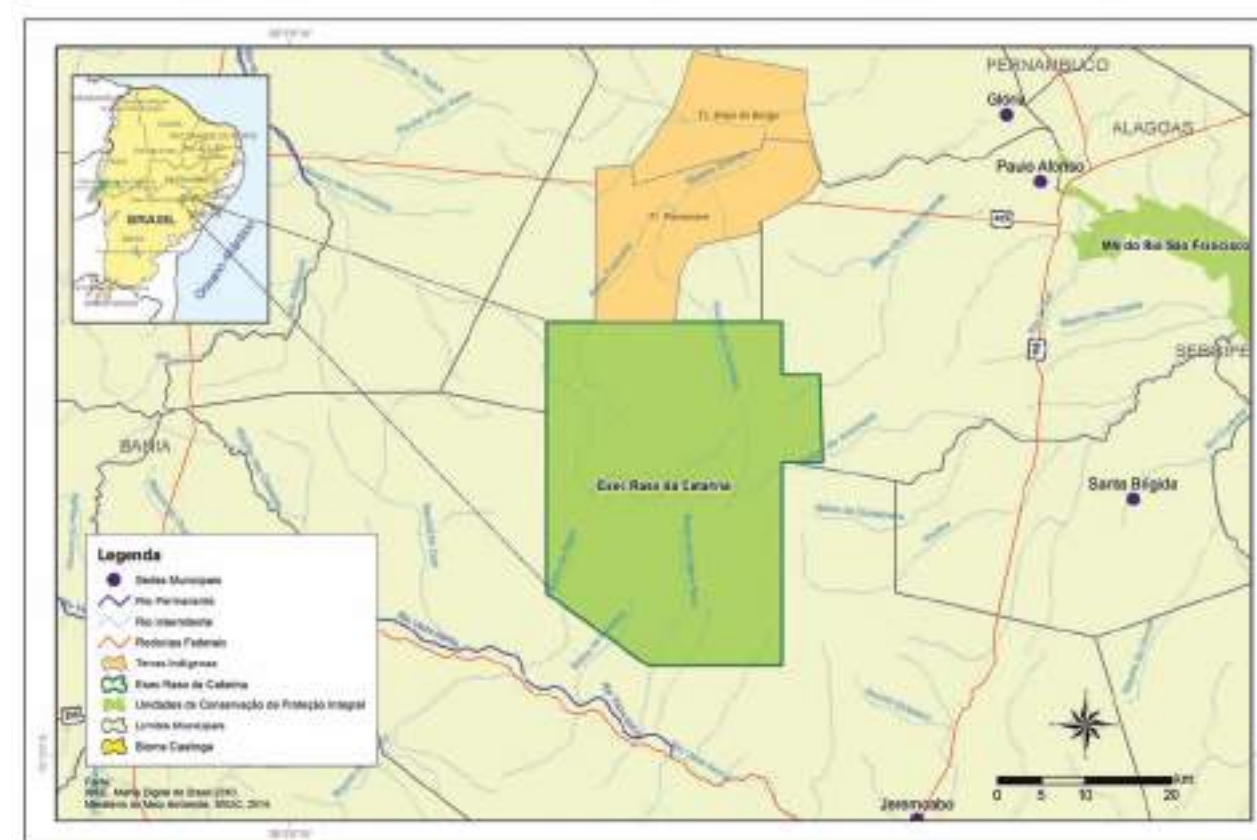
Segundo o Ibama (2008), “o nome “Raso” se deve à paisagem homogênea formada por solos rasos, planos e de grande extensão. Quanto ao nome Catarina existem duas versões na região: uma que Catarina seria uma mulher indígena que morreu no local e outra uma antiga proprietária de terras, temida por todos na região.

Na Esec Raso da Catarina é proibida a visitação pública, exceto por motivos educacionais e/ou pesquisas científicas. Trata-se de uma das unidades de conservação do bioma Caatinga mais extensa, protegida e conservada que esta pesquisa detectou em nossas expedições de campo em 2014. Praticamente intacta, a área é de difícil acesso, embora o Vale do Raso da Catarina, localizado na vizinha Terra Indígena Pankararé, tenha sido, em 2014, utilizada como cenário de série televisiva em rede nacional e existam alguns roteiros turísticos a partir de Paulo Afonso para conhecer o local – mas os locais visitados pelos poucos turistas ficam fora dos limites da Esec Raso da Catarina.

The Raso da Catarina Ecological Station (Bahia State) encompasses areas of the municipalities of Paulo Afonso (8,37%), Rodelas (31,39%) and Jeremoabo (60,24%) (figure 43). The main objective of this conservation unit is the preservation of nature, only being permitted scientific research, duly authorized by the governing body, ICMBio.

According to Ibama (2008), “the name” Raso” is due to the homogeneous landscape formed by flat shallow soils with great length, as can be seen in the digital terrain model. Regarding the name Catarina, there are two versions: first Catarina would be an indigenous woman who died in that place, in the second, she was a former landowner feared by everyone in the region.

In Raso da Catarina ESEC, the public visitation is prohibited, except for educational purposes and/or scientific research. It is one of the most extensive, protected, and preserved conservation unit of the Caatinga biome, recorded by this research in the field expeditions in 2014. Practically intact, the area is isolated, and although the Raso da Catarina Valley, located nearby in Pankararé Indigenous Land, was a scenario for a TV series in a national broadcast in 2014, and for some tourist itineraries, the places visited by the few tourists, are outside the limits of Raso da Catarina ESEC.



Mapa de localização da Esec Raso da Catarina. Fonte: elaborado pelos autores.
Location map of the Raso da Catarina ESEC. Source: developed by the authors.



Vista do cânion seco conhecido como “Baixa do Chico” com 12 km de extensão, onde residem 14 famílias da etnia Pankararé, na Terra Indígena vizinha à Esec Raso da Catarina. Foto: Neison Freire (2014).

View of the dry canyon known as “Baixa do Chico” with 12km long, home of 14 families of Pankararé ethnicity, indigenous land, neighboring to the Raso da Catarina ESEC. Photo: Neison Freire (2014).

A Esec Raso da Catarina, que abrange uma área de 99.772 km² de Caatinga, foi criada pelo Decreto Nº 89.268, de 03/01/1984. Mas foi por meio da Portaria nº 373, de 11 de outubro de 2001, que a unidade efetuou seu reenquadramento legal à Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, lei esta que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (Snuc). Embora exista uma unidade de apoio do ICMBio dentro da Esec para pesquisas, fiscalização, monitoramento e combate a incêndios, a sede oficial da unidade fica em Paulo Afonso – BA.

Os principais conflitos socioambientais na Esec Raso da Catarina estão relacionados, por ordem de ocorrência e importância, com a caça predatória e a pastagem extensiva de gado e ovinos dentro dos limites da unidade.

Segundo revelou a pesquisa de campo, a caça de animais silvestres está relacionada com a avifauna e pequenos mamíferos. A atividade é feita por fazendeiros e grandes proprietários de terra da região - um tipo de lazer de origem cultural de larga tradição na região, com pouca relação com necessidade de alimentação por parte das populações locais (embora existam relatos e apreensões de carne de caça). Tal atividade demanda maior necessidade para as ações de educação ambiental por parte do Poder Público. Há numerosos caçadores de outros estados, alguns motorizados, outros a cavalo. A equipe de fiscalização do ICMBio, embora reduzida, relatou diversas apreensões de caça ilegal na Esec, com a utilização de carros de luxo esportivos que vêm de outros municípios.

The Raso da Catarina ESEC covers an area of 99,772 km² of Caatinga and was created by Decree No. 89,268, on 03 January 1984. But only through Regulation No. 373 dated 11 October 2001 that the unit was legal reframed under the Law No. 9,985, on 18 July 2000 that established the National System of Conservation Units (Snuc). Although there is a support unit of the ICMBio in the ESEC for research, surveillance, monitoring and combating the fires, the official headquarters of the unit is in Paulo Afonso-BA.

The main socio-environmental conflicts in Raso da Catarina ESEC, listed by order of occurrence and importance, are poaching and extensive grazing of livestock and sheep within the boundaries of the unit. According to

the field research, the hunting of wild animals is related to the avifauna and small mammals. Farmers and large landowners in the region carry out this activity - kind of a cultural leisure long tradition, with no relation to the feeding of local populations (though there are reports and seizures of game meat). Such activity demands environmental education actions on the part of the Government. There are countless hunters from other states, some motorized, and others on horseback. The ICMBio surveillance team, although reduced, reported several apprehensions of illegal hunting in the ESEC, from people using sports cars, coming from other cities.



Espécies nativas do bioma Caatinga estão bem preservadas no interior da Esec Raso da Catarina. Foto: Neison Freire (2014).

Well preserved native species from the Caatinga biome within the ESEC Raso da Catarina. Photo: Neison Freire (2014).

Outro aspecto referente aos conflitos socioambientais na Esec diz respeito à pastagem extensiva de gado e caprinos, conhecida como “fundo de pasto” - um modo tradicional de criar, viver e fazer em que a gestão da terra e de outros recursos naturais articule terrenos familiares e áreas de uso comum, onde se criam caprinos e ovinos à solta e em pastagem nativa. Os animais têm sua propriedade reconhecida por meio de marcas.

A área não apresenta corpos d’água superficiais, o que facilita os processos de desertificação. Fogo e incêndios são frequentes, principalmente devido às características

geoambientais da área, combinadas com as práticas predatórias e ilegais de caçadores que fazem fogueiras sem controle. Entretanto, a estação conta com um bom efetivo de brigadistas e duas torres de monitoramento, além de apoio logístico e de pessoal da CHESF e da Polícia Militar da Bahia. A maior demanda é por pessoal qualificado, especialmente por fiscais ambientais, veterinários, engenheiros florestais, revisão do Plano de Manejo e implantação do Conselho Gestor da unidade.

Another aspect relating to environmental conflicts in the ESEC concerns to the extensive grazing of cattle and goats, known as “fundo de pasto” - a traditional farming way that practice the common use of the pastures, and the animals are raised free and in native pasture. The animals have their property recognized through tags.

The area has no surface water bodies, which facilitates the desertification processes. Fires are frequent, mostly due to the geo-environmental characteristics of the area, combined with predatory and illegal practices of hunters who make

uncontrolled bonfires. However, the unit counts on a fire brigade and two monitoring towers, besides the logistics and staff support from CHESF and the Military Police of Bahia. The higher demand is for qualified personnel, especially environmental agents, veterinarians, forestry engineers, review of the Management Plan and implementation of the Unit’s Management Council.

No geral, segundo Santos (2009), “a Esec é considerada em bom estado conservação”, onde predominam diversas espécies nativas da fauna e da flora do bioma caatinga, tais como: cactáceas, aves, répteis, anfíbios e mamíferos (principalmente onça-parda, caititu e veado), revelando uma biodiversidade significativa que é suportada por uma grande área de vegetação nativa e contínua do bioma.

A fitofisionomia arbustiva predominante na Esec Raso da Catarina é composta por: Apocynaceae (*Allamanda blanchetii* A. DC., *Aspidosperma pyrifolium* Mart.); Asteraceae (*Conocliniopsis prassifolia* (DC.) R. King. e H. Robins., (*Vernonia chalybaea* Mart ex DC.); Boraginaceae (*Cordia glabrata* (Mart.) A.DC.); b. *Cordia rufescens* A.DC.; c. *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud.; d. *Heliotropium angiospermum* Murray; e. *Heliotropium elongatum* (Lehm.) I.M.Johnst.; f. *Myriopus rubicundus* ex DC.; g. *Varronia curassavica* Jacq.; h. *Varronia globosa* Jacq.; i. *Varronia leucocephala* (Moric.) J.S.Mill. (Figura A); Bromeliaceae (*Hohenbergia catingae* Ule., *Neoglaziovia*

variegata Mez., *Tillandsia recurvata* L., *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult.; Cactaceae (*Opuntia inamoena* K. Schum., *Opuntia palmadora* Britton & Rose, *Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley, *Cereus jamacaru* DC., *Pilosocereus piauhyensis* (Gürke) Byles & G.D. Rowley; Euphorbiaceae (*Jatropha mutabilis* (Pohl) Baill., *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. *Cnidoscolus quercifolius* Pohl); Fabaceae (*Dioclea grandiflora* Mart. ex Benth. (Figura B), *Poincianella microphylla* (Mart. ex G. Don) L. P. Queiroz, *Chamaecrista hispidula* Mart. ex DC., *Chamaecrista repens* (Vogel) Irwin & Barneby, *Indigofera microcarpa* Desv., *Senna trachypus* (Benth.) H.S.Irwin & Barneby, *Chamaecrista diphylla* (L.) Greene, *Piptadenia moniliformis* Benth. e (Fabaceae), Verbenaceae (*Lantana fucata* Lindl., *Lippia gracilis* Schauer, *Lippia thymoides* Mart. & Schauer, *Stachytarpheta caatingensis* S. Atkins, indivíduos destas espécies são observadas com maior frequência (CARDOSO & QUEIROZ, 2007; MELO et al, 2010, VIEIRA et al, 2013).

According to Santos (2009), in general, “the ESEC is considered in good conservation status”, where several native species of fauna and flora of the caatinga biome prevail, such as cacti, birds, reptiles, amphibians, and mammals (mainly jaguar, caititu, and deer), revealing a significant biodiversity that is supported by a large area of native and continuous vegetation of the biome

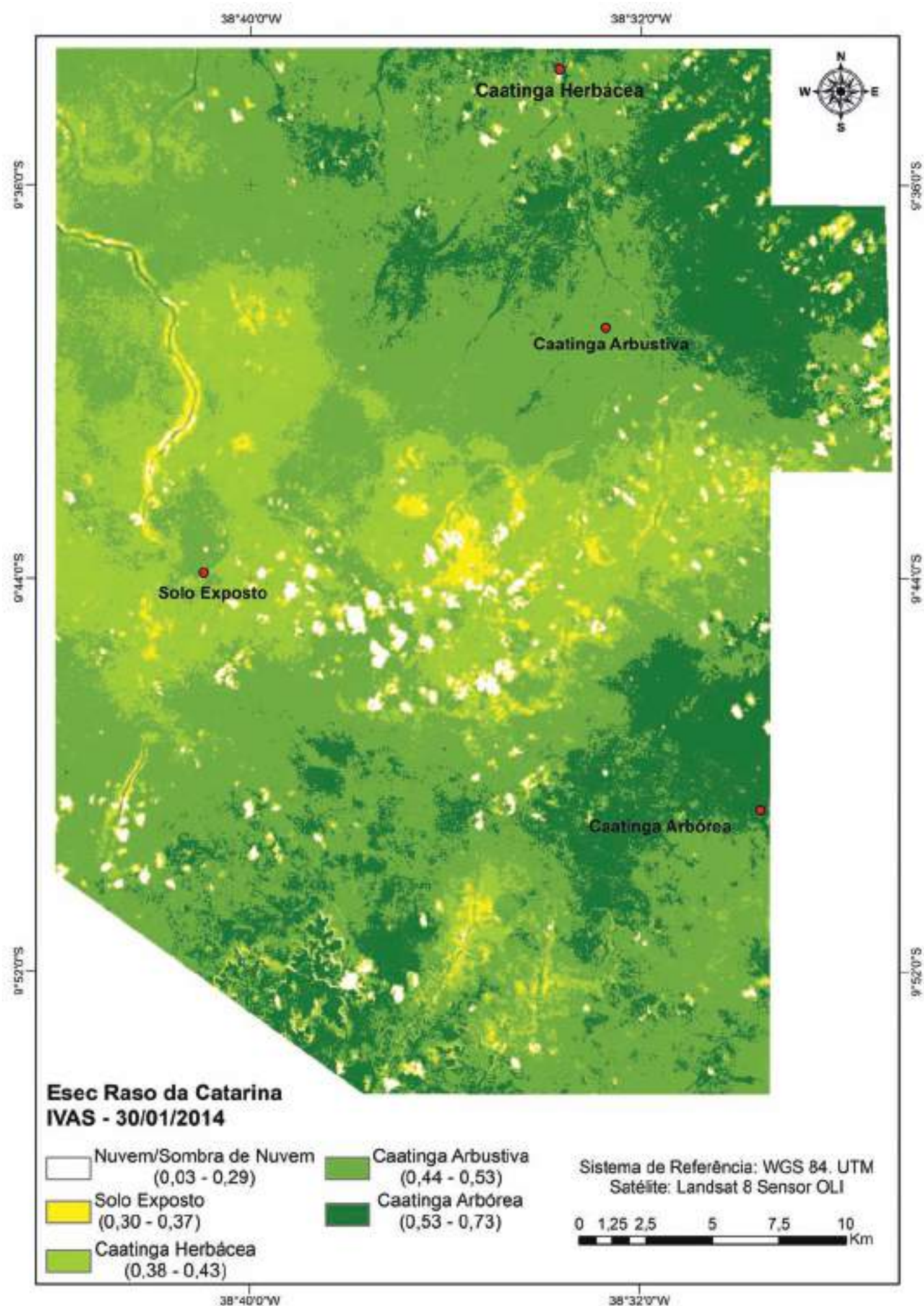
The predominant shrubby vegetation type in the ESEC Raso da Catarina consists of: Apocynaceae (*Allamanda blanchetii* A.DC., *Aspidosperma pyrifolium* Mart.); Asteraceae (*Conocliniopsis prassifolia* (DC.) R. King. & H. Robins., (*Vernonia chalybaea* Mart ex DC.); Boraginaceae (*Cordia glabrata* (Mart.) A.DC.); b. *Cordia rufescens* A.DC.; c. *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud.; d. *Heliotropium angiospermum* Murray; e. *Heliotropium elongatum* (Lehm.) I.M.Johnst.; f. *Myriopus rubicundus* (Salzm. ex DC.) Luebert; g. *Varronia curassavica* Jacq.; h. *Varronia globosa* Jacq.; i. *Varronia leucocephala* (Moric.) J.S.Mill. (Figure A); Bromeliaceae (*Hohenbergia catingae* Ule., *Neoglaziovia variegata* (Arruda) Mez,

Tillandsia recurvata L., *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult.; Cactaceae (*Opuntia inamoena* K. Schum., *Opuntia palmadora* Britton & Rose, *Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley, *Cereus jamacaru* DC., *Pilosocereus piauhyensis* (Gürke) Byles & G.D. Rowley; Euphorbiaceae (*Jatropha mutabilis* (Pohl) Baill., *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. *Cnidoscolus quercifolius* Pohl); Fabaceae (*Dioclea grandiflora* Mart. ex Benth. (Figure B), *Cenostigma microphyllum* (Mart. ex G. Don) Gagnon & G.P. Lewis, *Chamaecrista hispidula* Mart. ex DC., *Chamaecrista repens* (Vogel) Irwin & Barneby *Indigofera microcarpa* Desv., *Senna trachypus* (Benth.) H.S. Irwin & Barneby, *Chamaecrista diphylla* (L.) Greene, *Piptadenia moniliformis* Benth. (Fabaceae), Verbenaceae (*Lantana fucata* Lindl., *Lippia gracilis* Schauer, *Lippia thymoides* Mart. & Schauer, *Stachytarpheta caatingensis* S. Atkins. individuals of these species are observed more frequently (CARDOSO & QUEIROZ, 2007; MELO et al., 2010, VIEIRA et al., 2013).



Ocorrência da espécie de Boraginaceae (*Varronia leucocephala* (Moric.) J.S.Mill.), e B: Fabaceae (*Dioclea grandiflora* Mart. ex Benth.) em áreas de fitofisionomia, localizadas na E. E. Raso da Catarina. Fotos: Débora Moura (fevereiro/2014).

Boraginaceae sensu lato species (Varronia leucocephala (Moric.) J.S.Mill.), and B: Fabaceae (Dioclea grandiflora Mart. ex Benth.) in phytophysiology areas, Raso da Catarina E.E. Photos: Débora Moura (february /2014).

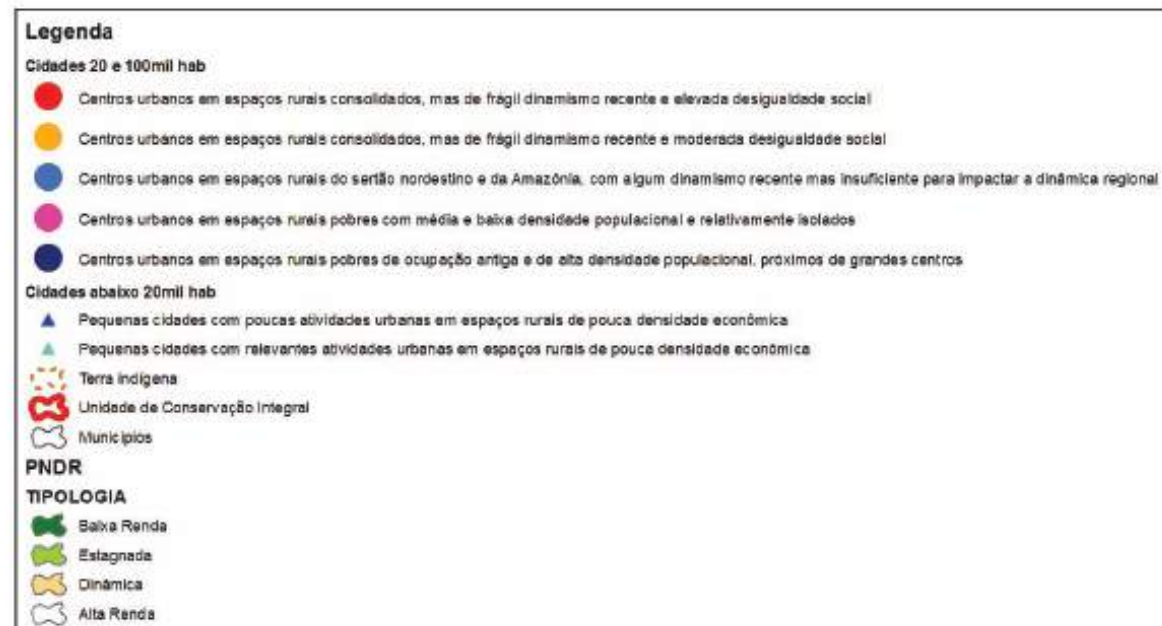
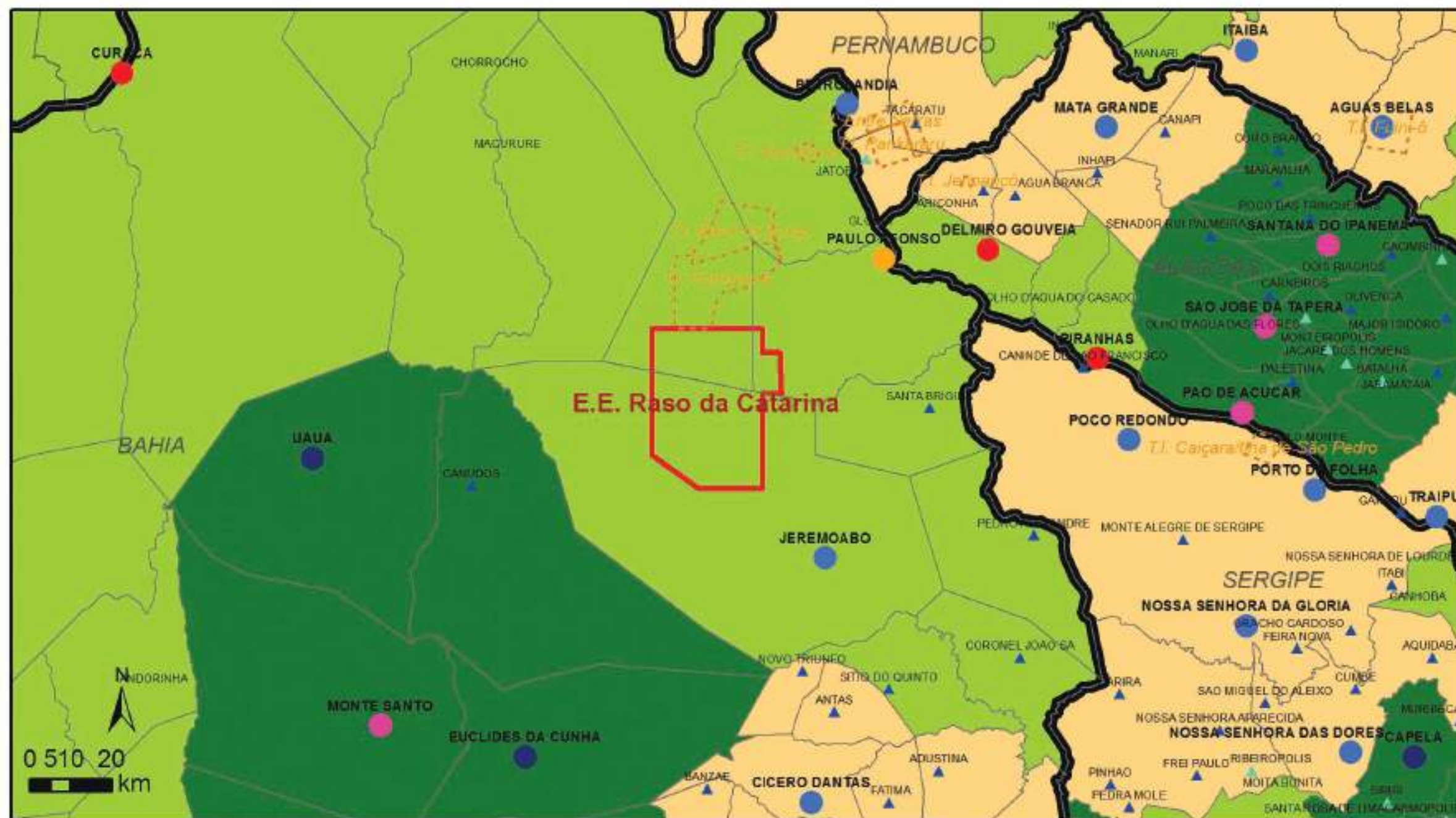


À esquerda da foto, a Profa. Dra. Débora Moura (UFCG) com o Chefe da Unidade do ICMBio (à direita), Sr. José Tiago Almeida dos Santos, durante a expedição de campo no interior da Esec Raso da Catarina para reconhecimento das fitofisionomias presentes (neste caso, observa-se uma fisionomia arbustiva densa). Também foram realizados registro fotográfico e rastreamento de coordenadas GPS em áreas remotas de difícil acesso. Foto: Neison Freire (2014).

To the left of the photo, Profa. Dr. Débora Moura (UFCG) with ICMBio Head of Unit (right), Mr. José Tiago Almeida dos Santos, during the field expedition inside Esec Raso da Catarina to recognize the present phytophysiognomies (in this case, a dense bushy physiognomy). Photographic registration and GPS coordinate tracking were also carried out in remote areas of difficult access. Photo: Neison Freire (2014).

Mapa temático do Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (IVAS) de 30/01/2014 da Estação Ecológica Raso da Catarina com pontos de controle rastreados por GPS.

Thematic map of the Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI) of 01/30/2014 of the Ecological Station Raso da Catarina with control points tracked by GPS.



Mapa do entorno da Estação Ecológica Raso da Catarina: Política Nacional de Desenvolvimento Regional (Ministério da Integração Nacional, 2005) e Tipologia das Cidades Brasileiras (Ministério das Cidades, 2011). A região está situada numa microrregião da Política Nacional de Desenvolvimento Regional cuja tipologia é assinalada como “estagnada”. Tal condição leva à região a necessidade de prioridade de políticas públicas voltadas ao desenvolvimento econômico e social. Observamos, ainda, que não há nenhuma microrregião de alta renda no entorno da Esec, o que reitera a necessidade de políticas públicas voltadas para o desenvolvimento regional desses municípios.

Map of the Raso da Catarina Ecological Station: National Policy for Regional Development (Ministry of National Integration, 2005) and Typology of Brazilian Cities (Ministry of Cities, 2011). The region is located in a micro-region of the National Policy of Regional Development whose typology is designated as “stagnant”. This condition leads the region to the priority of public policies aimed at economic and social development. We also observe that there is no high-income micro-region around Esec, which reiterates the need for public policies aimed at the regional development of these municipalities.

Monumento Natural do São Francisco

Os magníficos paredões rochosos e o grande espelho d'água

São Francisco Natural Monument

The magnificent rock walls and the large water mirror

BAHIA





Monumento Natural do São Francisco

Carta-imagem multiespectral em pseudocolor, satélite LandsAT 8, sensor OLI, bandas espectrais RGB 754, fusionadas com a banda 8 (pancromática) para obtenção de resolução espacial de 15m, com filtragem linear 4x4 e realce de contraste por equalização de histogramas de frequência; ponto/órbita 215/67 e 216/66, data de aquisição da imagem 16/11/2015. Sistema de Referência WGS 84; coordenadas geográficas. Elaborada no CIEG/Dipes/Fundaj em dezembro de 2017.

O baixo curso do rio São Francisco, entre os estados de Alagoas e Sergipe, destaca-se pela presença da Unidade de Conservação de Proteção Integral denominada “Monumento Natural do Rio São Francisco”, a qual se apresenta completamente inserida no bioma Caatinga. Caracteriza-se, sobretudo, pelo exuberante espelho d’água do lago da Usina Hidrelétrica de Xingó, pertencente à Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF), e seu entorno formado pelos magníficos paredões rochosos, cobertos pela vegetação de Caatinga. A vegetação presente na área é resultante de ambientes geologicamente distintos, nos quais estão inseridos a bacia sedimentar do Arenito Tucano-Jatobá e o Complexo Granitoide do Embasamento Cristalino (RADAMBRASIL, 1983; ASSIS, 1999; 2000).

O Mona do São Francisco foi criado pelo Decreto Lei s/nº de 05 de junho de 2009. Essa unidade de conservação encontra-se localizada entre os Estados de Alagoas, Bahia e Sergipe. A área compreende 26.736,30 ha e distribui-se entre os municípios de Piranhas, Olho D’Água do Casado e Delmiro Gouveia, no estado de Alagoas, Paulo Afonso, no estado da Bahia, e Canindé de São Francisco, em Sergipe, tendo como objetivo principal “[...] preservar ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico”.



Margem direita do lago da UHE Xingó, no conhecido como “Vale dos Mestres”, em Canindé do São Francisco: beleza cênica intensamente explorada pela indústria do turismo.
Foto: Neison Freire, 2014.

Right bank of the Xingó HPP lake, known as the “Vale dos Mestres” (Valley of the Masters), in Canindé do São Francisco: scenic beauty intensely exploited by the tourism industry.
Photo: Neison Freire, 2014.



Mapa de localização do Mona do São Francisco.

Location map of the São Francisco Mona.

The low course of the São Francisco River, between the states of Alagoas and Sergipe, stands out due to the presence of the Full Protection Conservation Unit called “São Francisco River Natural Monument,” which is completely inserted in the Caatinga biome. It is characterized mainly by the exuberant water mirror of the lake of Xingó Hydroelectric Power Plant, owned by to the São Francisco Hydroelectric Company (CHESF), and surroundings formed by the magnificent rock walls, covered by Caatinga vegetation. The vegetation in the area is a result of geologically distinct environments, the Tucano-Jatobá Sandstone sedimentary basin and the Granitoid Complex of Crystalline Basement (RADAMBRASIL, 1983; AHMED, 1999; 2000).

The São Francisco Natural Monument was created by Decree-Law dated 05 June 2009. This conservation unit is located

between the states of Alagoas, Bahia, and Sergipe. The area comprises 26,736.30 ha and is distributed between the cities of Piranha, Olho D’Água Casado and Delmiro Gouveia, in Alagoas, Paulo Afonso, in Bahia, and Canindé de São Francisco, Sergipe, and the main objective “[...] preserve natural ecosystems of great ecological relevance and scenic beauty, making possible the accomplishment of scientific research and the development of environmental education activities, recreation in contact with nature and eco-tourism.”

The São Francisco Mona presents to the region a priceless biological value that houses important forest remnants of Caatinga from riparian forest physiognomies, Caatinga shrub and arboreal vegetation, and rupestrian vegetation, with high diversity flora and fauna (ASSIS, 2000; MOURA 2003; SANTOS et al., 2007; SILVA et al., 2013).

O Mona do São Francisco apresenta para a região um inestimável valor biológico que abriga importantes remanescentes florestais de Caatinga de fisionomias de mata ciliar, Caatinga arbórea, arbustiva e vegetação rupestre, com alta diversidade florística e faunística (ASSIS, 2000; MOURA 2003; SANTOS et al., 2007; SILVA et al., 2013).

Na área do Mona do São Francisco, a vegetação de Caatinga apresenta-se alterada, devido aos impactos da construção da Usina Hidrelétrica de Xingó e, além da retirada das espécies vegetais para a produção de lenha e carvão, envolve o corte raso (PAREYN, 2010; RIEGELHAUPT e PAREYN, 2010), ocasionando a perda de habitat para várias espécies animais. A regeneração da vegetação torna a composição florística diferente da original, sendo que nos primeiros estágios da sucessão vegetacional predominam as espécies: *Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon & G.P. Lewis L.P. Queiroz, *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill., *Aspidosperma pyrifolium* Mart., *Sida galheirensis* Ulbr. e *Croton heliotropiifolius* Kunth. No entanto, algumas espécies têm regeneração mais lenta como *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Mo., *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos, *Schinopsis brasiliensis* Engl., *Myracrodruon urundeuva* Allemão e *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B.Gillett (BAUTISTA, 1988; SAMPAIO, 2002; LUCENA et al., 2011).



Margem direita do lago da UHE Xingó e formações rochosas que caracterizam o Mona São Francisco. Foto: Neison Freire, 2014.

Right bank of Xingó HPP Lake and rock formations that characterizes Mona São Francisco. Photo: Neison Freire, 2014.



Lago da UHE Xingó e entorno que caracterizam o Mona do São Francisco. Foto: Neison Freire, 2014.

The lake of Xingó hydroelectric power plant and surroundings, Mona São Francisco. Photo: Neison Freire, 2014.

In the area of São Francisco Mona, the Caatinga vegetation its altered, due to the impacts of the construction of Xingó Hydroelectric Power Plant, and, besides the removal of plant species for production of firewood and charcoal, involves shallow cut (PAREYN, 2010; RIEGELHAUPT and PAREYN, 2010), causing the loss of habitat for several animal species. The vegetation regeneration makes the floristic composition different from the original one, being that in the first stages of succession the following species predominates: *Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon & G.P. Lewis, *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill., *Aspidosperma pyrifolium* Mart., *Sida galheirensis* Ulbr. and *Croton heliotropiifolius* Kunth. However, some species have a slower regeneration as *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore, *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos, *Schinopsis brasiliensis* Engl., *Myracrodruon urundeuva* Allemão and *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B. Gillett (BAUTISTA, 1988; SAMPAIO, 2002; LUCENA et al., 2011).

A base hidrográfica do Mona do São Francisco é formada por rios intermitentes que se originam logo após o período de chuvas, decorrentes do estado topográfico do relevo. Esses rios formam um ambiente que proporciona uma heterogeneidade florística, apresentando vegetação de Floresta Estacional e Caatinga, com fisionomia arbórea aberta, mantida pelas condições edafoclimáticas, hidrológicas e ecológicas específicas.

The hydrographic base of São Francisco Moná is formed by intermittent rivers originated after the rainy season, resulting from the topographic state of the relief. These rivers provide an environment of floristic heterogeneity, presenting vegetation of Seasonal Forest and Caatinga, with an open tree physiognomy, maintained by specific edaphoclimatic, hydrological and ecological conditions.



Feições da vegetação de mata ciliar do rio intermitente com fitofisionomia arbórea aberta de Floresta Estacional e Caatinga da área “Vale dos Mestres” do Moná São Francisco. Fotos: Débora Moura (2014) e Neison Freire (2014).

Aspects of riparian vegetation of the intermittent river with Seasonal Forest and Caatinga open tree vegetation on the “Vale dos Mestres” area, São Francisco Moná. Photos: Débora Moura (2014) and Neison Freire (2014).



Encholirium spectabile Mart. ex Schult. (Bromeliaceae) em áreas de Neossolos litólicos, de relevo escarpado nas encostas íngremes do cânion do rio São Francisco. Fotos: Débora Moura (2014) e Neison Freire (2014).

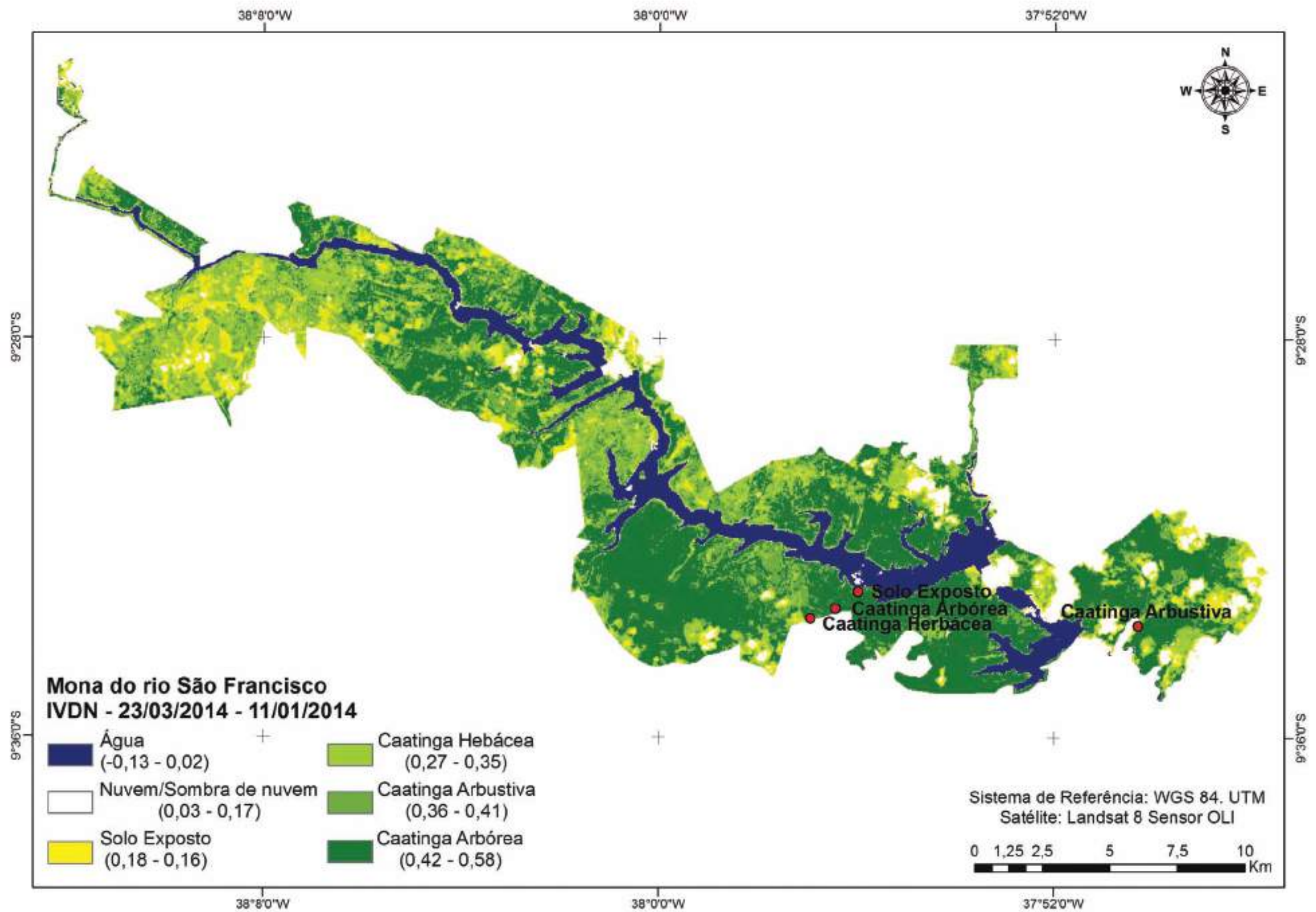
Encholirium spectabile Mart. ex Schult. (Bromeliaceae) in areas of litholic Neossolos of steep relief on the steep slopes of the canyon of San Francisco River. Photos: Débora Moura (2014) and Neison Freire (2014).

A vegetação apresenta-se de forma diferenciada em fisionomia e composição florística em áreas do Monótopo do São Francisco, no cânion, e nas encostas íngremes dos rios temporários. As fitofisionomias arbustiva e subarbustiva são representadas por várias famílias, dentre as quais se destacam: *Boraginaceae*, *Verbenaceae* (SANTOS et al., 2009), *Acanthaceae* (SILVA et al., 2010) e *Portulacaceae* (MACHADO-FILHO et al., 2012), dentre as espécies endêmicas do bioma Caatinga: *Argyrovernonia harleyi* (H. Rob.) MacLeish (*Asteraceae*) (GIULIETTI et al., 2004); *Aspidosperma pyriforme* Mart. (*Apocynaceae*), *Neoglaziovia variegata* Mez., *Tillandsia recurvata* L., *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. (*Bromeliaceae*);

Pilosocereus gounellei (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley, *Cereus jamacaru* DC., *Pilosocereus piauhyensis* (Gürke) Byles & G.D. Rowley (*Cactaceae*); *Jatropha mutabilis* (Pohl) Baill., *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill., *Cnidoscolus quercifolius* Pohl (*Euphorbiaceae*); *Crotalaria holosericea* Nees & C. Mart., *Desmodium distortum* (Aubl.) J.F. Macbr., *Indigofera microcarpa* Desv., *Senna trachypus* (Benth.) H.S. Irwin & Barneby, *Chamaecrista diphylla* (L.) Greene, *Piptadenia moniliformis* Benth. e *Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon & G.P. Lewis, sendo os indivíduos dessas espécies observados com maior frequência (CARDOSO e QUEIROZ, 2007; MOURA, 2008; SILVA et al., 2010; MACHADO-FILHO et al., 2012).

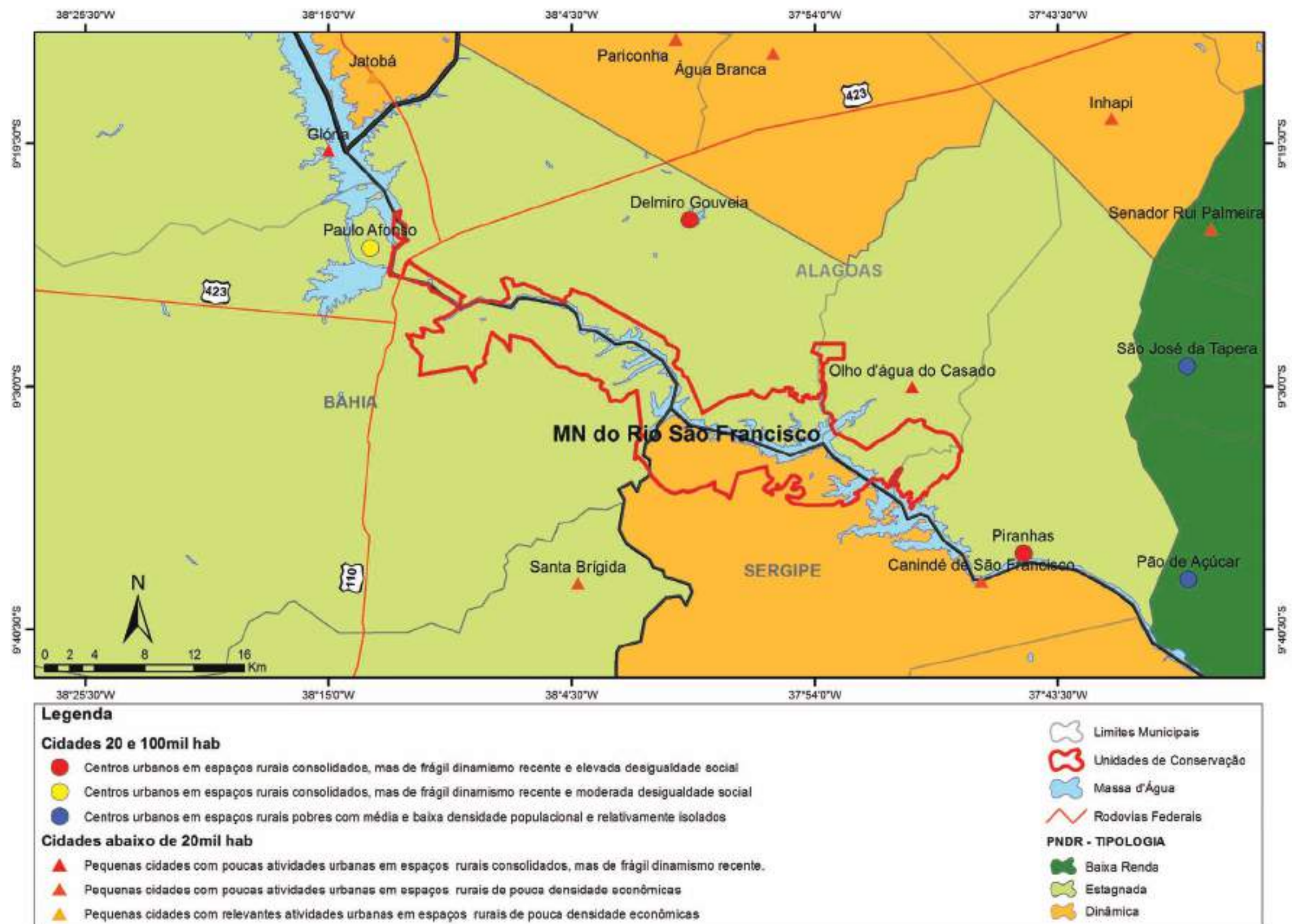
The vegetation presents a differentiated form in physiognomy and floristic composition in specific areas of the São Francisco Monotopy, in the canyon, and on the steep slopes of the temporary rivers. The shrub and sub-shrub phytophysiognomies are represented by several families, among the following stand out, *Boraginaceae*, *Verbenaceae* (SANTOS et al., 2009), *Acanthaceae* (SILVA et al., 2010) and *Portulacaceae* (AX-SON et al., 2012). Moreover, among the endemic species from Caatinga, the following: *Argyrovernonia harleyi* (H. Rob.) MacLeish (*Asteraceae*) (GIULIETTI et al., 2004); *Aspidosperma pyriforme* Mart. (*Apocynaceae*), *Neoglaziovia variegata* (Arruda) Mez., *Tillandsia recurvata* L., *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult.

(*Bromeliaceae*); *Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley, *Cereus jamacaru* DC., *Pilosocereus piauhyensis* (Gürke) Byles & G.D. Rowley (*Cactaceae*); *Jatropha mutabilis* (Pohl) Baill., *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill., *Cnidoscolus quercifolius* Pohl (*Euphorbiaceae*); *Crotalaria holosericea* Nees & C. Mart., *Desmodium distortum* (Aubl.) J.F. Macbr., *Indigofera microcarpa* Desv., *Senna trachypus* (Benth.) H.S. Irwin & Barneby, *Chamaecrista diphylla* (L.) Greene, *Piptadenia moniliformis* Benth. and *Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon & G.P. Lewis (*Fabaceae*) were the species observed most frequently (CARDOSO and Queiroz, 2007; Moura, 2008; Silva et al., 2010; AX-Filho et al., 2012.).



Mapa temático do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (IVDN) de 23/03/2014 e 11/01/2014 do Monumento Natural do Rio São Francisco com pontos de controle rastreados por GPS.

Thematic Map of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) of 03/23/2014 and 01/11/2014 of the São Francisco River Natural Monument with control points tracked by GPS



Mapa do entorno do Monumento Natural do Rio São Francisco: Política Nacional de Desenvolvimento Regional (Ministério da Integração Nacional, 2005) e Tipologia das Cidades Brasileiras (Ministério das Cidades, 2011). Os municípios da Região de Xingó, onde se situa o Monumento do São Francisco, são de pequeno e médio porte, em que se destaca a cidade de Paulo Afonso – principal polo econômico da região, com 108.396 hab (IBGE, 2010), sendo Olho D'Água do Casado o município que apresenta menor população total com 8.491 hab. A população rural é expressiva, especialmente nas pequenas cidades, tais como Olho D'Água do Casado (4.464 hab) e Piranhas (9.856 hab), ambas em Alagoas.

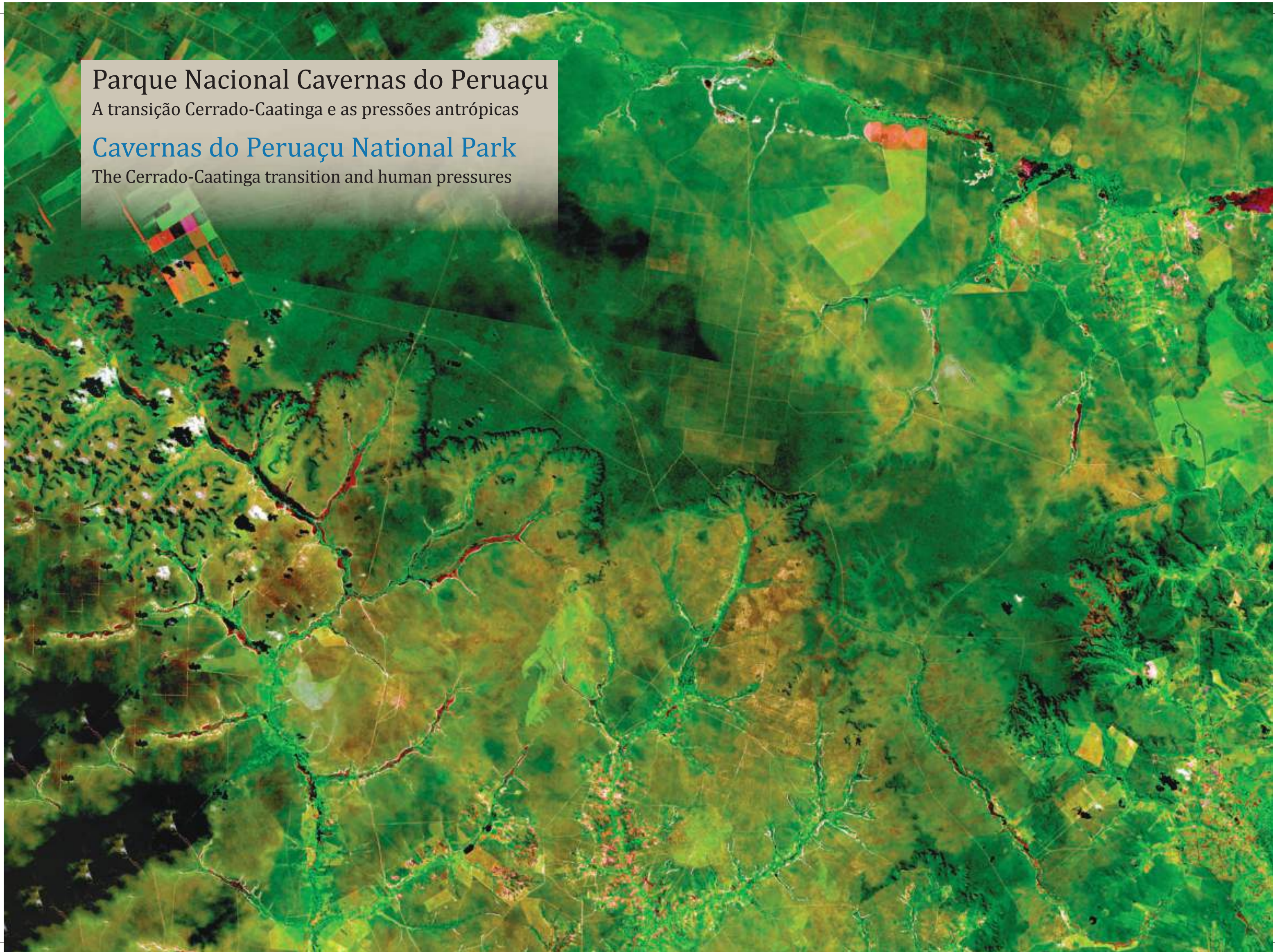
Map of the surroundings of the São Francisco River Natural Monument: National Policy for Regional Development (Ministry of National Integration, 2005) and Typology of Brazilian Cities (Ministry of Cities, 2011). The municipalities of the Xingó Region, where the Monument do São Francisco is located, are small and medium-sized, with the city of Paulo Afonso - the main economic center of the region, with 108,396 inhabitants (IBGE, 2010) D'Água do Casado is the municipality with the lowest total population with 8,491 inhabitants. The rural population is expressive, especially in small towns such as Olho D'Água do Casado (4,464 inhabitants) and Piranhas (9,856 inhabitants), both in Alagoas state.

Parque Nacional Cavernas do Peruaçu

A transição Cerrado-Caatinga e as pressões antrópicas

Cavernas do Peruaçu National Park

The Cerrado-Caatinga transition and human pressures



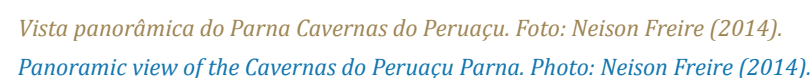


PARNA Cavernas do Peruaçu

Parque Nacional Cavernas do Peruaçu

Carta-imagem multiespectral em pseudocolor, satélite LandSAT 8, sensor OLI, bandas espectrais RGB 654, fusionadas com a banda 8 (pancromática) para obtenção de resolução espacial de 15m, com filtragem linear 4x4 e realce de contraste por equalização de histogramas de frequência; ponto/órbita 219/70, data de aquisição da imagem 07/01/2014. Sistema de Referência WGS 84; coordenadas geográficas. Elaborada no CIEG/Dipes/Fundaj em dezembro de 2017.

A área apresenta combinações físicas e biológicas que, condicionadas ao clima tropical quente, proporciona uma composição de espécies nativas e endêmicas de grande fragilidade. Entretanto, no entorno desta unidade de conservação, localizam-se extensas áreas agrícolas, voltadas ao agronegócio e a atividades pastoris, que conflitam com a conservação da biodiversidade do Parna em decorrência, principalmente, do uso excessivo dos recursos hídricos. Essa situação vem ocasionando alterações nas condições hidrológicas locais e o desmatamento das matas ciliares do rio São Francisco e seus afluentes, em especial o rio Peruaçu. Devido a isso, estudos recentes evidenciam o rebaixamento da área de recarga hídrica,



The area presents physical and biological combinations conditioned to the warm tropical climate that provides a composition of native and endemic species of high fragility. However, in the surroundings of this conservation unit exists extensive agricultural areas focused on agribusiness and grazing activities that conflict with the biodiversity conservation of the Parna, mainly, due to the excessive use of water resources. This situation is causing changes in local hydrological conditions and deforestation of riparian forests of the São Francisco River and its tributaries, especially the Peruaçu River. Because of this, recent studies have shown the lowering of the water recharge area, especially under the control of paths (BRASIL, 2011), as discovered by the research team in the field expedition in March 2014.



A espetacular Dolina dos Macacos com o rio Peruaçu abaixo, drenando pela Caverna do Janelão. Foto: Neison Freire (2014).
The spectacular Dolina dos Macacos with the Peruaçu River below; drained by "Caverna do Janelão" (Janelão Cave).
Photo: Neison Freire (2014).

especialmente nas áreas sob o domínio das Veredas (BRASIL, 2011), como constatou a equipe da pesquisa em expedição de campo em março de 2014.

O Parna Cavernas do Peruaçu e a Área de Proteção Ambiental (APA) Cavernas do Peruaçu estão inseridos na bacia hidrográfica do rio Peruaçu e no alto-médio curso do rio São Francisco. Como já mencionado, essa área abriga várias áreas de proteção ambiental, de instâncias federais e estaduais, que compõem um mosaico de áreas protegidas. Nos últimos 30 anos, essas áreas foram alvo de múltiplas pressões e conflitos socioambientais. De fato, desde a excessiva utilização dos recursos naturais na APA do Peruaçu e entornos, até a carência de informações sobre o Parque pela população local contribuem para agravar os impactos negativos e comprometer a qualidade ambiental dessa unidade de conservação federal (OLIVEIRA, 2008; SERAFINI, 2010; MORAES, 2011).

The Cavernas do Peruaçu National Park, and the Environmental Protection Area (APA) Cavernas do Peruaçu are within the hydrographic basin of Peruaçu River and in the upper-middle course of the São Francisco River. As already mentioned, this area houses many environmental protection areas, from federal and state instances, which make up a mosaic of protected areas. Over the past 30 years, these areas have been subjected to multiple pressures and socio-environmental conflicts. In fact, besides the excessive use of natural resources in APA Peruaçu and surroundings, the lack of information about the park by local population contribute to exacerbate the negative impacts and undermine the environmental quality of this federal conservation unit (OLIVEIRA, 2008; SERAFINI, 2010; MORAES, 2011).



Cultivo de eucalipto na APA Cavernas do Peruaçu. Foto: Neison Freire (2014).
Eucalyptus cultivation in Cavernas do Peruaçu APA. Photo: Neison Freire (2014).



Feições de rochas carbonáticas que apresentam formas cársticas, tais como paredões escarpados de calcários carstificados do Grupo Bambuí, resultantes de processos de dissolução e corrosão, localizados no Parna Cavernas do Peruaçu. Fotos: Freire e Moura, 2014.

Physiognomies of carbonate rocks that present karstic surfaces, such as steep karstic limestone cliffs of the Bambuí Group, resulting from dissolution and corrosion processes, located in Cavernas do Peruaçu Parna. Photos: Freire and Moura, 2014.

Existem aproximadamente 3.000 cavidades subterrâneas cadastradas no Brasil e para a região do Parna Cavernas do Peruaçu estão localizadas 180. Entretanto, muitas dessas cavidades ainda não estão oficializadas e/ou estudadas. Das cavernas existentes na área, a Caverna do Janelão apresenta uma extensão de 4.740 m de projeção horizontal e uma galeria principal que pode atingir mais de 100 m, tanto na altura como na largura (MOURA, 2009)

O Parna Caverna do Peruaçu está inserido nas unidades geomorfológicas dos Planaltos do São Francisco e da Depressão São Franciscana, nas quais estão situados os compartimentos de Cimeira, ou de platô, que se desenvolve sobre rochas da Formação Nhandutiba e da Formação Urucuia em cotas acima dos 750m de altitude, podendo ser dividido em dois subcompartimentos: morros residuais e superfícies aplainadas (chapada) e o Carstificado, que é caracterizado pela Formação Januária-Itacarambi, que é representado por rochas diversas, tais como os calcários e os dolomitos, com altitude entre 750 e 500m (RODET et al., 2009).

A área do Parque está localizada à margem esquerda do alto-médio curso do rio São Francisco, onde a base geológica define

There are approximately 3,000 underground cavities registered in Brazil, 180 located in Cavernas do Peruaçu Parna region. However, many of these cavities are not yet officialized and/or studied. From the existing caves in the area, the “Gruta do Janelão” shows an extension of 4,740 m of horizontal projection and a main gallery that can reach more than 100 m in height and width (MOURA, 2009).

The Cavernas do Peruaçu Parna is located in the geomorphological units of São Francisco Plateaus and São Franciscana Depression, where are found the compartments of Cimeira, or plateau, which develops on the rock formation of Nhandutiba and Urucuia in quotas above 750m of altitude. It can be divided into two sub-compartments: residual hills flattened and karts surfaces, characterized by Januária-Itacarambi formation, and represented by several rocks, such as the limestone and dolostone, within altitudes between 750 and 500m (RODET et al., 2009).

The area of the Park is located on the left bank of the upper-middle course of the São Francisco River, where the geological base defines the morphostructure of the area. In this area, the western part is drained by the

a morfoestrutura da área. Nessa área, a parte ocidental é drenada pela nascente do rio Peruaçu, local onde se encontram as chapadas esculpidas sobre o pacote sedimentar da Formação Urucuia. Esse setor específico é caracterizado pelos solos Neossolos quartzarênicos, resultantes da alteração superficial do arenito.

O relevo apresenta leves ondulações, e nas partes baixas, aparece o aquífero superficial das veredas. O curso médio do rio Peruaçu é caracterizado pela alteração da formação Urucuia para os calcários carstificados do Grupo Bambuí, resultante de processos de dissolução e corrosão. Contudo, no baixo curso, o rio percorre a depressão São franciscana, com relevo suave ondulado a aplainado, de depósitos sedimentares de diversas origens, caracterizado por depressões cársticas fechadas rasas de fundo plano, como dolinas e uvalas (OLIVEIRA, 2008; RODET et al., 2009).

O mosaico de vegetação encontrado no Parna Cavernas do Peruaçu é caracterizado pela morfodinâmica do relevo em que as matas secas estão em áreas de relevo suave ondulado dos afloramentos calcários (LOMBARDI et al.,

headwaters of the Peruaçu River, where are the carved plateaus over the sedimentary package of Urucuia Formation. This specific sector is characterized by quartzarenic Neosoils, resulting from the superficial amendment of the sandstone.

The relief shows slight undulations, and in the lower parts, the superficial aquifer of the veredas appears. The middle course of Peruaçu River is characterized by the alteration of the Urucuia Formation to the karstic limestones of the Bambuí Group, resulting from dissolution and corrosion processes. However, in the lower course, the river runs through the São Franciscana depression, with slightly wavy and flattened relief of sedimentary deposits from various origins, characterized by shallow, flat-bottomed karst depressions, such as dolines and uvalas (OLIVEIRA, 2008; RODET et al., 2009).

The mosaic of vegetation found in Cavernas do Peruaçu National Park is characterized by the morphodynamics of the relief where dry forests occur; soft limestone outcrops corrugated relief (LOMBARDI



Feições do relevo plano, que nas partes baixas aparecem o aquífero superficial das veredas.

The relief shows slight undulations, and in the lower parts, the superficial aquifer of veredas appears.



Espécie de *Cavanillesia arborea* K. Schum. Frequentes no Parna Cavernas do Peruaçu. Fotos: Freire e Moura, maio/2014.
Cavanillesia arborea K. Schum., a common species in Cavernas do Peruaçu National Park. Photos: Freire and Moura, May 2014.

2005) com predominância de *Cavanillesia arborea* K. Schum.. Essa fitofisionomia arbórea possui uma deciduidade foliar e está distribuída pelas mais diversas regiões tropicais. A vegetação de Floresta Estacional está associada à estacionalidade climática que determina potencial hídrico, influenciando na diversidade fitofisionômicas da vegetação (GONZAGA et al., 2013).

A composição florística vegetação do Parna é composta por um mosaico, onde predominam as formações típicas do Cerrado em encostas suaves e áreas planas, mescladas de florestas estacionais, nas encostas próximas a fundo de vales e a cursos d'água (SOUZA et al., 2015).

A fitofisionomia de Cerrado do componente arbóreo-arbustivo é constituída por poucas famílias com grande número de espécies, das quais Fabaceae, Anacardiaceae, Apocynaceae, Clusiaceae, Malpighiaceae: *Byrsonima*, (*B. coccolobaefolia* Kunth, *B. intermedia* A. Juss., *B. salzmänniana* A. Juss., *B. verbascifolia* (L.) DC., *Byrsonima* sp. e as *Banisteriopsis* (*B. anisandra* (A. Juss.) B. Gates, *B. campestris* A. Juss., *B. malifolia* (Nees &

Mart.) *B. Gates*, e *B. stellaris* (Griseb.) B. Gates), e *Bignoniaceae* são as mais ricas e a soma de suas espécies ultrapassa 50% do total por hectare (LOMBARDI et al., 2005; ISHARA e MAIMONI-RODELLA, 2012; SANTOS et al., 2010; GONZAGA et al., 2013). As espécies de Malpighiaceae foram identificadas pela Prof^a Dr^a Renata Sebastiani, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos, Campus de Araras; as demais espécies foram identificadas pelo Prof^o Dr^o José Iranildo Miranda de Melo, do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

et al., 2005) with the predominance of *Cavanillesia arborea* K. Schum. This arboreal phytophysiology has leaf deciduousness, and it is distributed in the most diverse tropical regions. The Seasonal Forest vegetation is associated with the climate seasonality that determines the water potential, influencing the phytophysiological diversity of vegetation (GONZAGA et al., 2013).

The floristic composition of the vegetation of the Parna comprises a mosaic, with typical Cerrado formations, in gentle slopes and flat areas, merged with seasonal forests, in slopes near the bottom of valleys and watercourses (SOUZA et al. 2015).

The Cerrado phytophysiological of the tree-shrub component consists of a few families with large numbers of species, in which *Fabaceae*, *Anacardiaceae*, *Apocynaceae*, *Clusiaceae*, *Malpighiaceae*: *Byrsonima*, (*B. coccolobaefolia* Kunth, *B. intermedia* A. Juss., *B. salzmänniana* A. Juss., *B. verbascifolia* (L.) DC., *B. sp.* and *Banisteriopsis* (*B. anisandra* (A. Juss.) B. Gates, *B. campestris* A. Juss., *B. malifolia* (Nees & Mart.) B. Gates, and *B. stellaris* (Griseb.) B. Gates), and *Bignoniaceae* are the richest and the sum of its species exceeds 50% of the total per hectare (LOMBARDI et al., 2005; ISHARA and MAIMONI-RODELLA, 2012; SANTOS et al., 2010; GONZAGA et al., 2013). The species of *Malpighiaceae* were identified by Prof^a



Espécies da fitofisionomia de Cerrado do componente arbóreo-arbustivo constituídas por Fabaceae A-Senna, sp. B-*Calliandra dysantha* Benth. C-*Mimosa hebecarpa* Benth. D- *Dioclea grandiflora* Mart. ex Benth., no Parna Cavernas do Peruaçu. Fotos: Débora Moura, 2014.

Cerrado phytophysiological species of the tree and shrub component consisting of Fabaceae A-Senna, sp., B-*Calliandra dysantha* Benth.. C-*Mimosa hebecarpa* Benth., D- *Dioclea grandiflora* Mart. ex Benth., Parna Cavernas do Peruaçu. Photos: Deborah Moura, 2014.



Espécies da fitofisionomia de Cerrado do componente arbóreo-arbustivo, constituídas por Apocynaceae (*Allamanda angustifolia* Pohl), (F) Clusiaceae (*Kielmeyera rubriflora* Cambess.), no Parna Cavernas do Peruaçu. Fotos: Débora Moura, 2014.

Species of the arboreal-shrub component of Cerrado phytophysiognomy, constituted by pocynaceae (*Allamanda angustifolia* Pohl), (F) Clusiaceae (*Kielmeyera rubriflora* Cambess.), Cavernas do Peruaçu Parna. Photos: Débora Moura, 2014.

Ao analisar as diferenças florísticas existentes no Parna Cavernas do Peruaçu, torna-se possível compreender que a influência dos contatos vegetacionais (ecótonos) de Floresta Estacional e Cerrado existem em decorrência das variações climática, geológica e de relevo, que proporcionam uma descontinuidade florística (SANTOS et al., 2007a; PEREIRA, 2008). Mas segundo GONZAGA et al. (2013), existem áreas no entorno do Parna, na Bahia (município de Coribe), onde foram registradas espécies típicas do bioma Caatinga, como a *Cyrtocarpa caatingae* J.D. Mitch. & Daly e a *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz (QUEIROZ, 2006; SANTOS, 2009).

Na Caatinga, são registrados muitos táxons de *Leguminosae*. Entretanto, os mais comuns são os dos gêneros *Mimosa*, *Acacia*, *Poincianella* e *Senna*. Estes se apresentam na paisagem com fitofisionomia arbustivo-arbórea (QUEIROZ, 2006). Entretanto, na área do Parna, registra-se a transição entre o Cerrado e a Caatinga. Nessa área, verificou-se que as famílias *Leguminosae*, *Malpighiaceae*, *Myrtaceae*, e *Rubiaceae* se destacam no Cerrado, com relação à riqueza específica (MENDONÇA et al., 2008).

As espécies da família *Leguminosae* ocorrem no Cerrado, mas, também, em outros tipos vegetacionais brasileiros, como afirmam Queiroz (2006), Neri et al. (2007) e Ishara et al. (2012), ressaltando-se que as *Leguminosae* apresentam o maior número de espécies no Cerrado. O semiárido brasileiro apresenta condições geoambientais que determinam a vegetação Caatinga - um processo adaptativo à deficiência hídrica durante a maior parte do ano. Em decorrência da situação geográfica, o Parna Cavernas do Peruaçu, possivelmente, não representa características típicas da vegetação de Caatinga, entretanto, apresenta áreas onde predominam o cerrado, os campos rupestres e as florestas estacionais (QUEIROZ, 2006; GONZAGA et al., 2013)

Dr^a Renata Sebastiani, from the Agricultural Sciences Center of the Federal University of São Carlos, Araras Campus; the other species were identified by Prof. Dr. José Iranildo Miranda de Melo, from the Biological Sciences Center, State University of Paraíba (UEPB).

By analyzing the existing floristic differences in Cavernas do Peruaçu Parna, it becomes possible to understand the influence of vegetation contacts (ecotones) of Seasonal Forest and Cerrado exist as a result of climate, geological and relief changes, providing a floristic discontinuity (SANTOS et al., 2007a; PEREIRA, 2008). However, according to GONZAGA et al. (2013), there are areas in the surroundings of the Parna, in Bahia (municipality of Coribe), where typical species from Caatinga, were recorded, such as *Cyrtocarpa caatingae* J.D. Mitch. & Daly and *Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon & G.P. Lewis (QUEIROZ, 2006; SANTOS, 2009).

In Caatinga, many taxa of *Leguminosae* are recorded. However, the most common genus are *Mimosa*, *Acacia*, *Cenostigma* and *Senna*. These are presented in the landscape with shrub and tree phytophysiognomy (Queiroz, 2006). Nevertheless, the area of the Parna registers the Cerrado-Caatinga

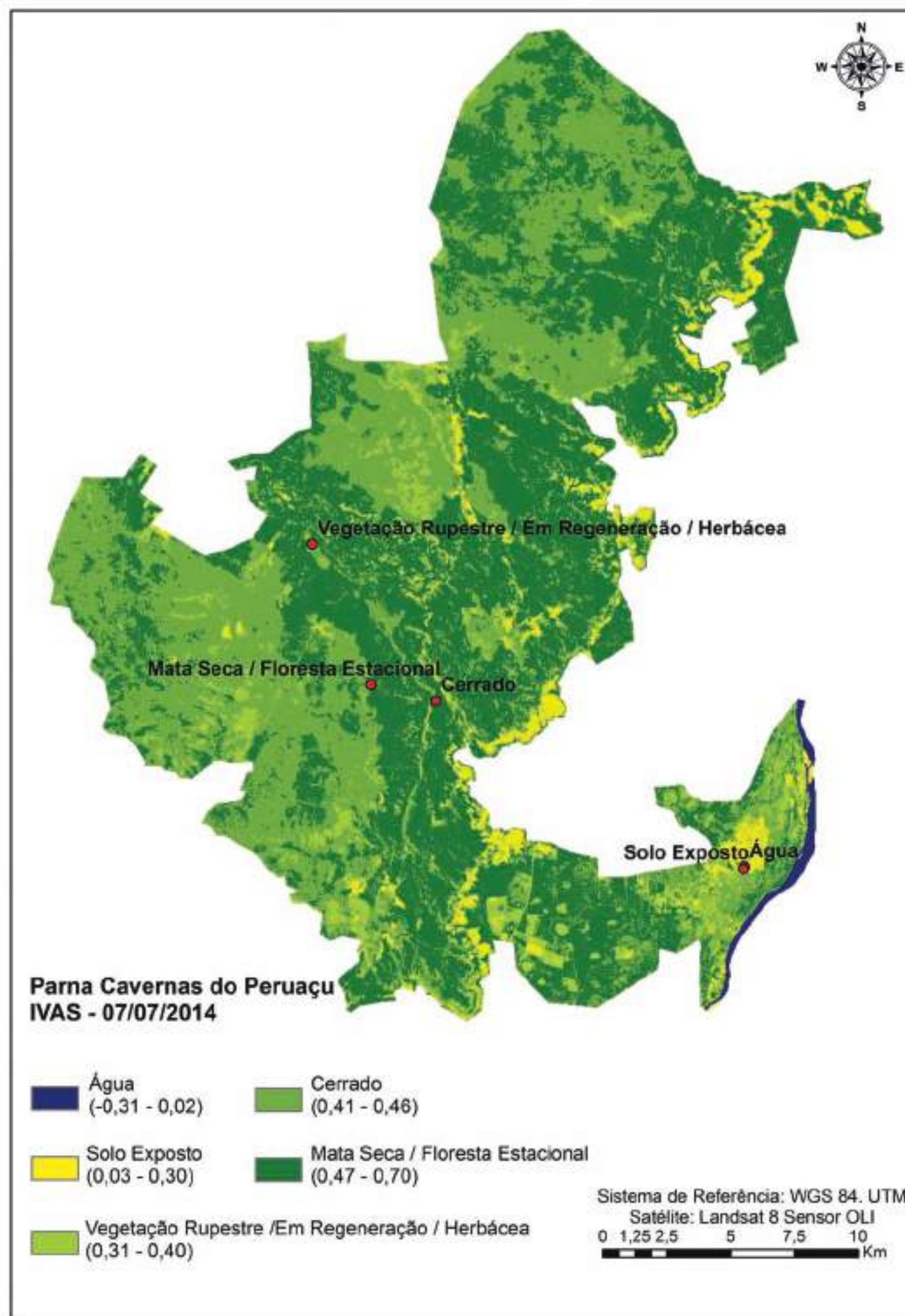
transition. In this area, it was found that the families *Leguminosae*, *Malpighiaceae*, *Myrtaceae*, and *Rubiaceae* stand out in the Cerrado, regarding specific richness (MENDONÇA et al., 2008).

The species of the *Leguminosae* family occur in the Cerrado, but also in other Brazilian vegetational types, as stated Queiroz (2006), Neri et al. (2007) and Ishara et al. (2012), emphasizing that *Leguminosae* shows the highest number of species in the Cerrado. The Brazilian semiarid region presents geo-environmental conditions that determine the Caatinga vegetation - an adaptive process to the water deficit during most of the year. Due to its geographical location, the Cavernas do Peruaçu Parna possibly does not represent typical Aspects of Caatinga vegetation, however, shows areas of Cerrado, rupestrian fields, and Seasonal Forests (Queiroz, 2006; GONZAGA et al., 2013).



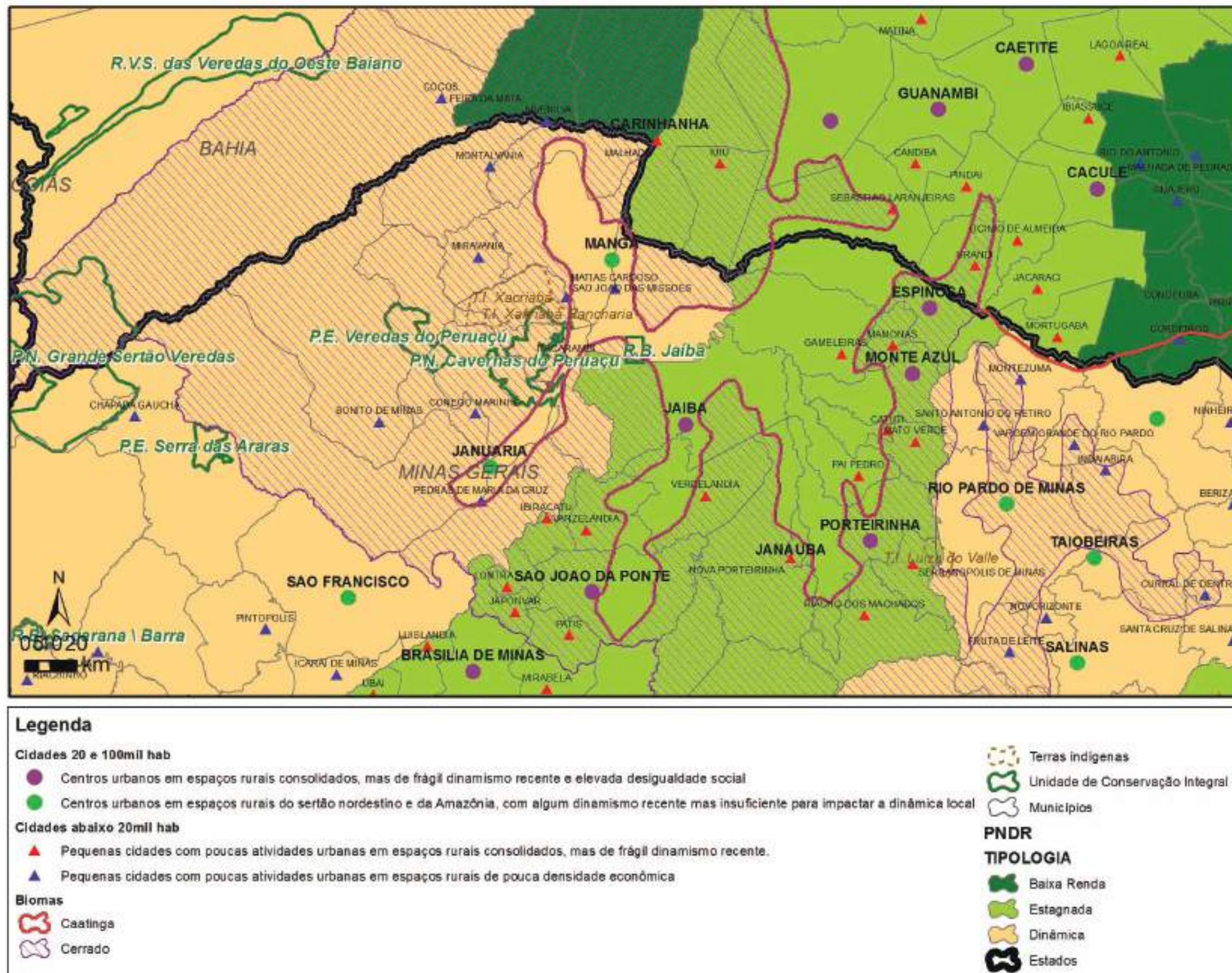
Espécies da fitofisionomia de Cerrado do componente arbóreo-arbustiva, constituídas por Malpighiaceae A: (Byrsonima coccolobifolia Kunth), B: (Banisteriopsis muricata (Cav.) Cuatrec.), C: (Banisteriopsis stellaris (Griseb.) B. Gates) e D: (Heteropterys byrsonimifolia A. Juss.), no Parna Cavernas do Peruaçu. Fotos: Débora Moura, 2014.

Cerrado phytophysionomy species of the tree and shrub component consisting of Malpighiaceae A: (Byrsonima coccolobifolia Kunth), B: (Banisteriopsis muricata (Cav.) Cuatrec.), C: (Banisteriopsis stellaris (Griseb.) B. Gates) and D: (Heteropterys byrsonimifolia A. Juss.), Cavernas do Peruaçu National Park. Photos: Deborah Moura, 2014.



Mapa temático do Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (IVAS) de 07/07/2014 do Parque Nacional Cavernas do Peruaçu com pontos de controle rastreados por GPS.

Thematic map of the Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI) of 07/07/2014 of the Cavernas do Peruaçu National Park with control points tracked by GPS.



Mapa do entorno do Parque Nacional Cavernas do Peruaçu: Política Nacional de Desenvolvimento Regional (Ministério da Integração Nacional, 2005) e Tipologia das Cidades Brasileiras (Ministério das Cidades, 2011). A área onde está inserido o Parna Cavernas do Peruaçu, no norte de Minas Gerais, encontra-se tipificada pela Política Nacional de Desenvolvimento Regional como sendo uma microrregião "dinâmica", embora seu entorno apresente outras tipologias, como as de Baixa Renda e Estagnada. Se considerarmos o estado como um todo, esta é uma das regiões de menor desenvolvimento econômico, porém apresenta indicadores mais elevados que a média do semiárido nordestino.

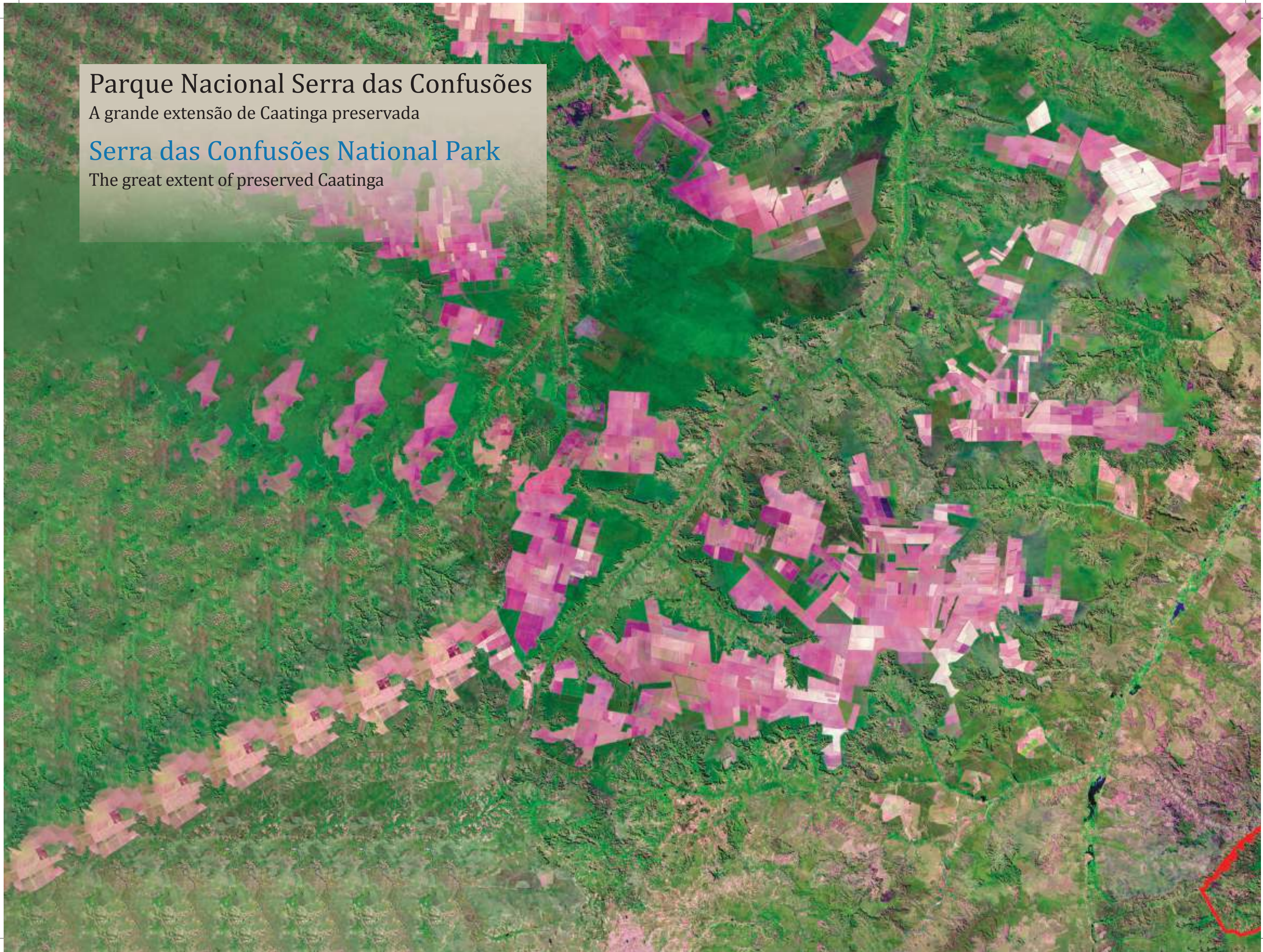
Map of the surroundings of the Caves of Peruaçu National Park: National Policy of Regional Development (Ministry of National Integration, 2005) and Typology of Brazilian Cities (Ministry of Cities, 2011). The area where the Parna Caves of Peruaçu is located, in the north of Minas Gerais, is typified by the National Policy of Regional Development as a "dynamic" micro-region, although its environment presents other typologies, such as Low Income and Stagnated. If we consider the state as a whole, this is one of the regions with the lowest economic development, but it has higher indicators than the average of the northeastern semi-arid region.

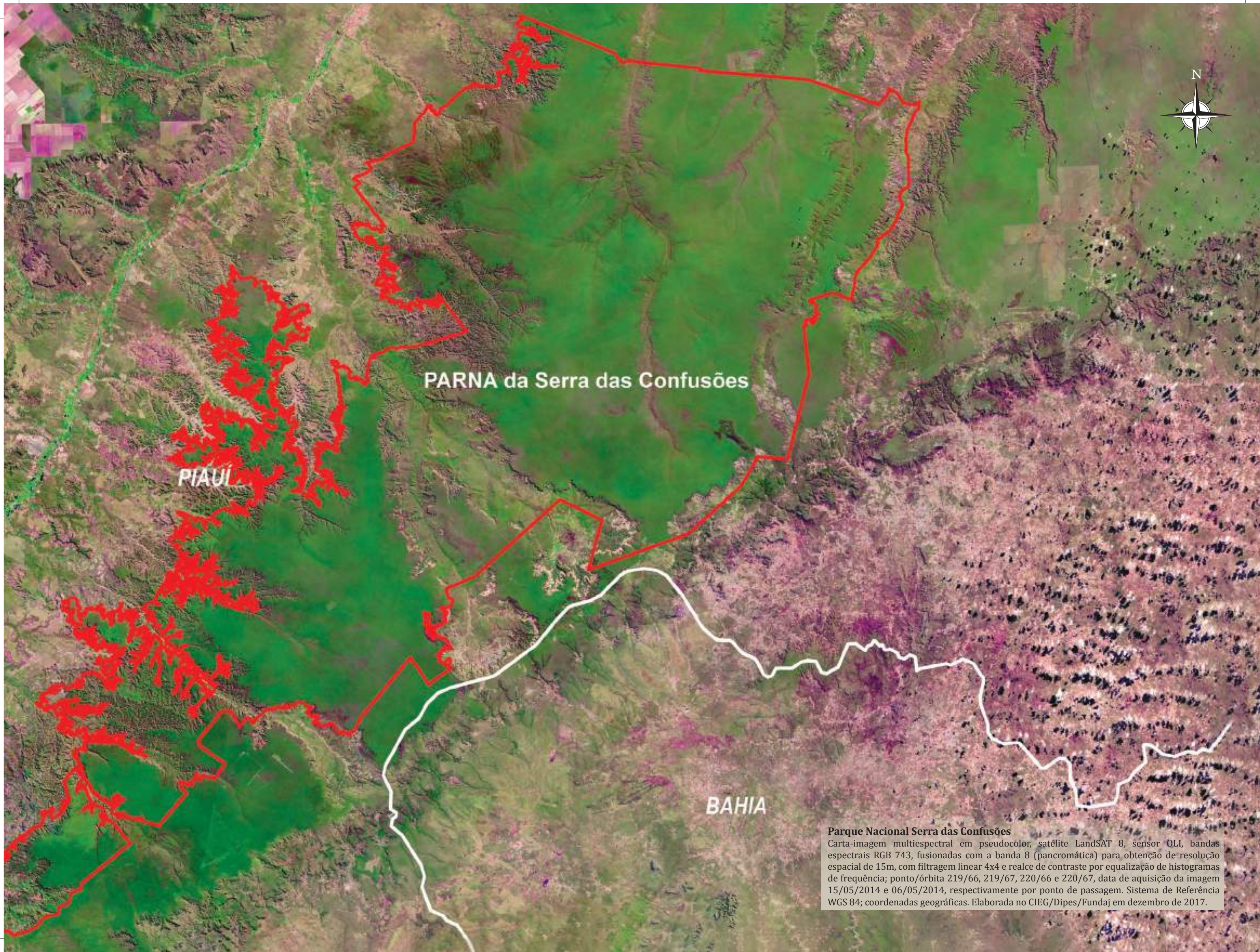
Parque Nacional Serra das Confusões

A grande extensão de Caatinga preservada

Serra das Confusões National Park

The great extent of preserved Caatinga





Parque Nacional Serra das Confusões

Carta-imagem multiespectral em pseudocolor, satélite LandsAT 8, sensor OLI, bandas espectrais RGB 743, fusionadas com a banda 8 (pancromática) para obtenção de resolução espacial de 15m, com filtragem linear 4x4 e realce de contraste por equalização de histogramas de frequência; ponto/órbita 219/66, 219/67, 220/66 e 220/67, data de aquisição da imagem 15/05/2014 e 06/05/2014, respectivamente por ponto de passagem. Sistema de Referência WGS 84; coordenadas geográficas. Elaborada no CIEG/Dipes/Fundaj em dezembro de 2017.

O Parque Nacional Serra das Confusões (Parna Serra das Confusões) é uma importante área de conservação da biodiversidade mundial. A promulgação do Decreto s/n, de 2 de outubro de 1998, resultou na proteção da biosfera Caatinga dos municípios contemplados com a criação do Parque. Caracteriza-se como uma Unidade de Conservação (UC) de Proteção Integral do Bioma Caatinga, da Administração Federal, localizada no Sudeste do Estado do Piauí.

O Parque, cuja localização geográfica está situada entre os quadrantes 9° 27' a 9° 31' S e 43° 05' a 43° 56' W, engloba os municípios de Canto do Buriti, Tamboril do Piauí, Jurema, Alvorada do Gurguéia, Bom Jesus, Guaribas e Cristino Castro. O Parna Serra das Confusões tem área legal de 823.843,08 ha (ou 8.238,43 km²), o que corresponde a cerca de 763 mil campos de futebol¹. A área de conservação está distribuída em duas Microrregiões do Estado do Piauí: Alto Médio Gurguéia e São Raimundo Nonato, além dos oito municípios do compartimento regional, que abrange uma área de amortecimento de aproximadamente 500 mil ha – uma das maiores áreas de conservação da biodiversidade do Brasil e a maior do bioma Caatinga.

A área contempla uma base morfoestrutural sedimentar e morfoescultura de notável beleza cênica que se combina para resguardar as unidades espeleológicas e a diversidade biológica que lhe são particulares. As feições geomorfológicas vêm nobilitar a paisagem que resguardam as condições pretéritas de desenvolvimento geológico da América do Sul.

Acrescente-se à sua importância a proximidade geográfica com o Parque Nacional Serra da Capivara, emergindo daí a necessidade de criação de uma única reserva da biosfera mundial, cujos procedimentos foram iniciados a partir da implantação do corredor ecológico entre as unidades de conservação (BRASIL, 2002; BRASIL, 2003, FREIRE, 2006; LIMA-FILHO, 2007, OLIVEIRA et al., 2007).

¹ Considerando-se as medidas oficiais da FIFA para um campo de futebol: 90 x 120m, ou 1,08 ha.



Vista panorâmica do Parna Serra das Confusões com as formações rochosas típicas. Foto: Neison Freire (2014).

Panoramic view of Serra das Confusões Parna with typical rocky formations. Photo: Neison Freire (2014).

The Serra das Confusões National Park (Serra das Confusões Parna) it is an important biodiversity worldwide conservation area. The enactment of a Decree on October 2, 1998, resulted in the protection of the Caatinga biosphere of the municipalities covered with the creation of the Park. It characterizes as a

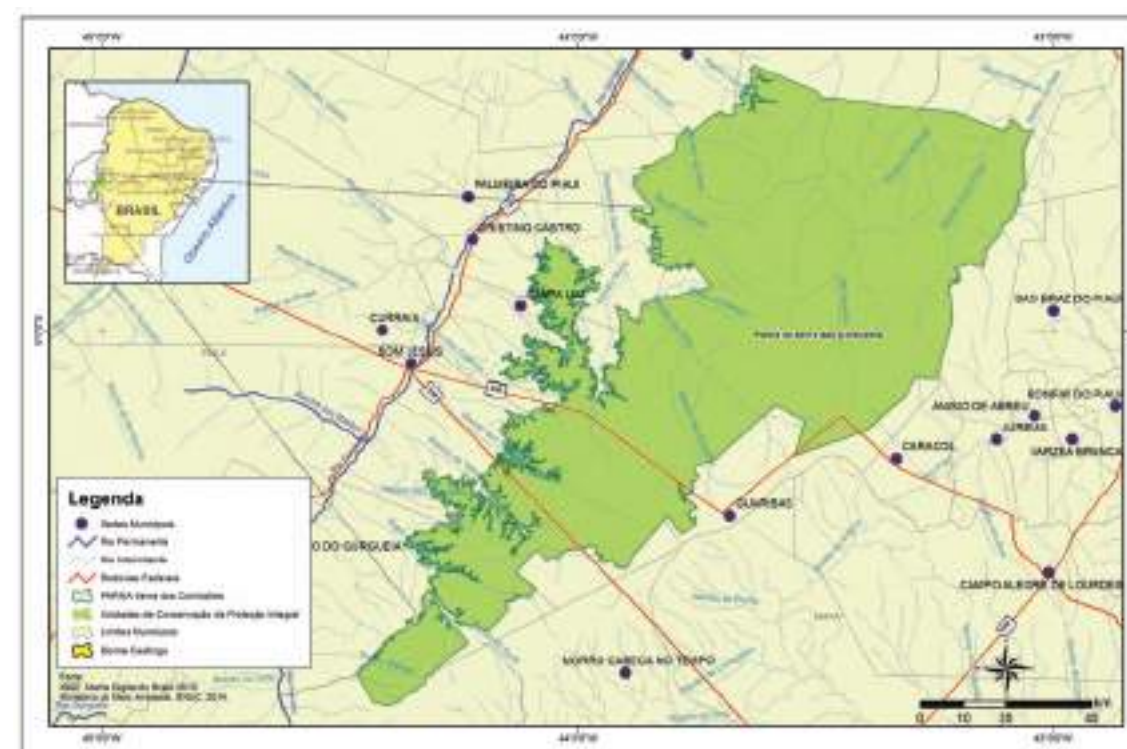
Conservation Unit (CU) of Full Protection of the Caatinga biome, under Federal Administration, located in the southeast of the State of Piauí.

The Park, whose geographic location lies between the quadrants 9° 27' to 9° 31' S and 43° 05' to 43° 56' W, encompasses the

municipalities of Canto do Buriti, Tamboril do Piauí, Jurema, Alvorada do Gurguéia, Bom Jesus, Guaribas, and Cristino Castro. The Serra das Confusões National Park has a legal area of 823,843.08 ha (or 8,238.43 km²), which corresponds to about 763,000 football fields¹. The conservation area is under two micro-regions of the State of Piauí: The upper-middle Gurguéia and São Raimundo Nonato, in addition to the eight municipalities of the regional compartment that covers a buffer area of approximately 500 thousand hectares - one of the largest areas of biodiversity conservation in Brazil and the bigger of Caatinga biome.

The area comprises a morphostructural sedimentary base and morpho sculpture of remarkable scenic beauty that combines to secure the speleological units and biological diversity. The geomorphological Aspects come to exalt the landscape that shelters the past conditions of geological development of South America.

¹ Considering the official measures of FIFA: 90 x 120m, or 1,08 ha.



Mapa de Localização do Parna Serra das Confusões.

Location map of the Serra das Confusões National Park.

O Ciclo Tectônico Brasileiro foi também responsável pela criação de sistemas tectônicos que foram preenchidos por sedimentos a partir do Ordoviciano Final ou no Devoniano Inicial. No entanto, acredita-se que, a partir do Devoniano Inicial o defluxo de sedimentos foi positivo, fruto do final das pressões orogenéticas, que emanou no Ciclo Tectônico Brasileiro na geologia da Plataforma Continental Sul-americana, e, também, pela morfogênese que se estabeleceu nos períodos subsequentes. O Sistema Depositional do Ordoviciano Final foi estabelecido sobre os *Rifts* precursores, que contribuíram para a formação da Bacia do Parnaíba (FREIRE, 2006; JUSTO, 2006; MACIEL, 2008).

Considerando-se esses cenários, a formação basal do Parna Serra das Confusões advém da contribuição paleogeográfica de vários sistemas deposicionais: marinho, deltaico, fluvial, desértico e lacustre. As conjecturas apontadas anteriormente norteiam que as prerrogativas da formação e da consolidação da geologia e do relevo se devem ao Ciclo Tectônico Brasileiro e do Sistema de Deposição Regional, que foi compartimentada por deposição de influência marinha, sobressaindo-se as atuante do Mar Epicontinental Siluriano-Devoniano do Período Paleozóico (BRASIL, 2003; FREIRE, 2006; JUSTO, 2006; CPRM, 2011).

Pode-se coligar, a partir de então, que a Bacia do Parnaíba é composta por três grupos sedimentares: Serra Grande, Canindé

Including to its importance, the geographical proximity to the Serra da Capivara National Park, which is why it is necessary to create one worldwide biosphere reserve, whose procedures were initiated from the implementation of the ecological corridor between conservation units. (BRASIL, 2002; BRASIL, 2003, FREIRE, 2006; LIMA-FILHO, 2007, OLIVEIRA et al., 2007).

The Brazilian tectonic cycle was also responsible for the creation of tectonic systems that were filled by sediments from Late Ordovician-Early Devonian. However, it is believed that from Early Devonian the sediment defluxion was positive, due to the end of the orogeny pressures, which emanated in the Brazilian Tectonic Cycle, in the geology of South American Continental Shelf, and also by the morphogenesis that established in subsequent periods. The Late Ordovician Depositional System was established on precursors Rifts, which contributed to the formation of the Parnaíba Basin (FREIRE, 2006; JUSTO, 2006; MACIEL, 2008).

Given these scenarios, the basal formation of Parna Serra das Confusões arises from the paleogeography contribution of various depositional systems: marine, deltaic, fluvial, desert, and lacustrine. The conjectures previously pointed out implies that the prerogatives of the formation and consolidation of the geology and the relief are due to the Brazilian Tectonic Cycle and



Base morfoestrutural e sedimentar, típica do Parna Serra das Confusões. Foto: Neison Freire (2014).

Morphostructural sedimentary base, typical of the Parna Serra das Confusões. Photo: Neison Freire (2014).

the Regional Deposition System, which was compartmented by deposition of marine influence, standing out those who acted in the Silurian- Devonian Epicontinental Sea of the Paleozoic Period (BRASIL, 2003; FREIRE, 2006; JUSTO, 2006; CPRM, 2011)?

From then on, it can be concluded that the Parnaíba Basin consists of three sedimentary

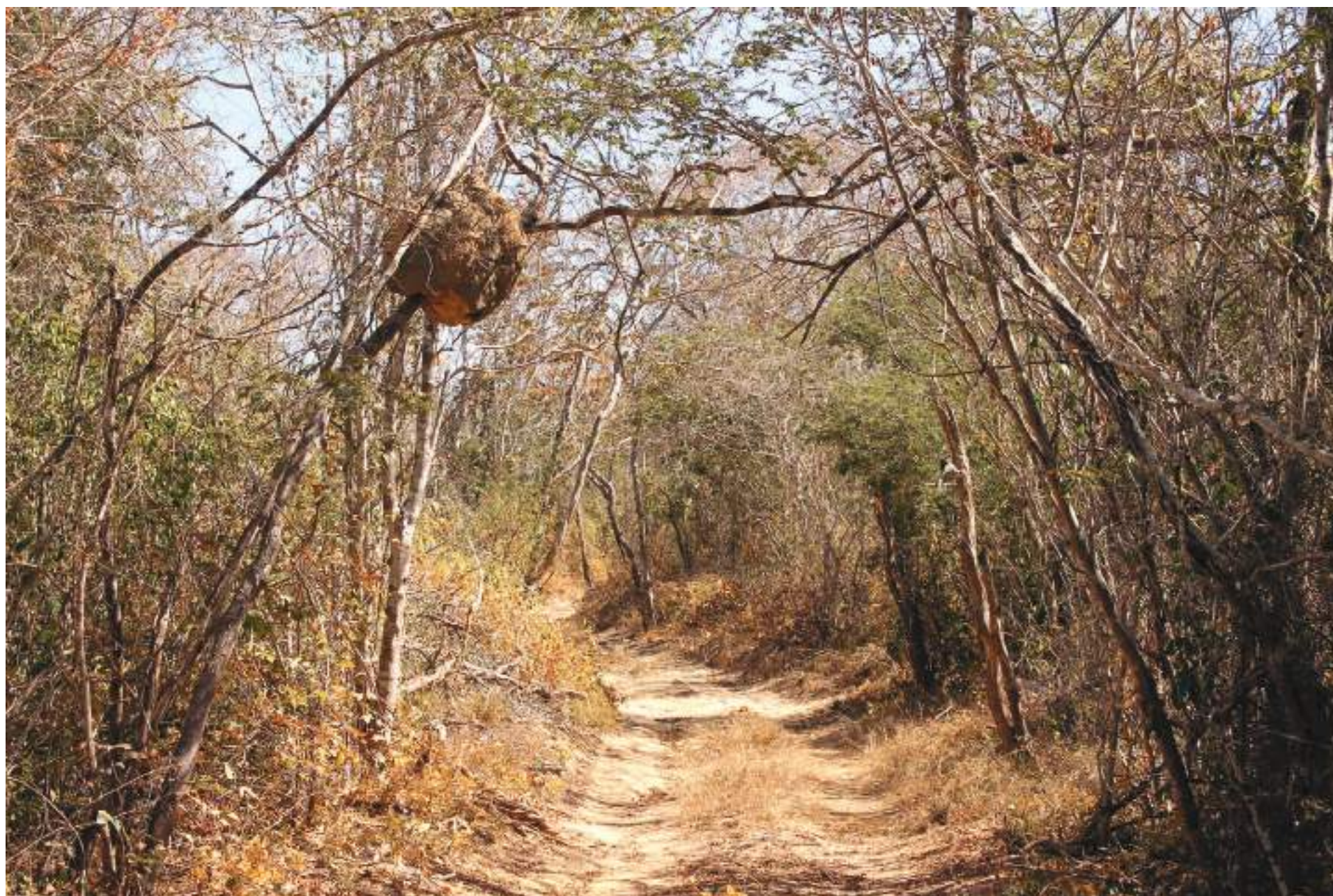
groups: Serra Grande, Canindé and Balsas. The Serra Grande Group (Ordovician-Silurian) is represented by Ipú, Tianguá e Jaicós (from base to top) Formations, the lithotypes are, sandstones, conglomerates, and limestone, of thin, and medium to coarse granulometry. The Canindé Group (Mesodevoniano) includes the Formations of Itaim, Pimenteiras, Cabeças,



Esquerda: Bacia Sedimentar do Parnaíba, formada por detritos continental e depois marinho no fundo das sinéclises; Direita: Feições do relevo ruiniforme de sedimentos do Arenito, Parna Serra das Confusões, Piauí, Brasil.



Left: Parnaíba sedimentary basin formed by continental and then marine debris, at the bottom of synclises; Right: Ruiniforme relief Aspects of Sandstone sediments, Parna Serra das Confusões, Piauí, Brazil.



Vegetação de Caatinga arbórea-arbustiva no Parna Serra das Confusões. Foto: Neison Freire (2014).

Arboreal-shrub Caatinga vegetation in Serra das Confusões Parna. Photo: Neison Freire (2014).

e Balsas. O Grupo Serra Grande (Ordoviciano-Siluriano) está representado pelas Formações Ipú, Tianguá e Jaicós (da base para o topo), os litotipos são arenitos, conglomerados e calcários, de granulometria fina, média à grosseira. O Grupo Canindé (Mesodevoniano) engloba as Formações Itaim, Pimenteiras, Cabeças, Longá e Poti (da base para o topo), os litotipos encontrados são os arenitos (quartzosos, grossos e conglomeráticos), folhetos e siltitos, cuja evolução estratigráfica se deve aos ambientes deltaico, fluvial e marinho. O Grupo Balsas (Mesozóica-Triássica) enquadra as Formações Piauí, Pedras de Fogo, Motuca e Sambaíba, onde se percebe a presença de arenitos (róseo e vermelho), calcários, evaporíticos, anidrita, dolomitos e gipsita, que se formaram pela deposição continental, eólica,

marinha, fluvial e lacustre (BRASIL, 2003; FREIRE, 2006; JUSTO, 2006).

O Parna teve forte influência da movimentação da Placa Sul-americana e dos efeitos orogenéticos do Ciclo Brasileiro. Portanto, a área se estabeleceu na parte Sul da Bacia do Parnaíba, e exemplificação mais notória do final do Pré-cambriano, bem como do início do Paleozoico (BRASIL, 2003; FREIRE, 2006; JUSTO, 2006; MENESES, 2013).

A origem da Bacia do Parnaíba remonta ao Período Arqueano e se acentua após o fim do Ciclo Brasileiro na Plataforma Continental Sul-americana, no Final do Ordoviciano, quando se observa a precipitação de detritos continentais, e depois marinho, no fundo das sinéclises formadas em períodos anteriores.

Longá and Poti (from bottom to top), the lithotypes found are the sandstones (quartz, coarse and conglomeratic), mudstones and siltstones, whose evolution stratigraphic are due to deltaic, fluvial and marine environments. The Balsas Group (Mesozoic-Triassic) frames the formations of Piauí, Pedras de Fogo, Motuca and Sambaíba where is perceptible the presence of sandstones (pinkish and red), limestones, evaporites, anhydrite, dolomite, and gypsum, formed by continental, wind, marine, fluvial, and lake deposition. (BRASIL, 2003; FREIRE, 2006; JUSTO, 2006).

The Parna had a strong influence of the South American Plate movement and orogeny effects of the Brazilian Cycle. Therefore, the area settled in the southern part of the Parnaíba Basin, the most notable example of

the late Precambrian, as well as, the beginning of the Paleozoic (BRASIL, 2003; Freire, 2006; JUSTO, 2006; MENESES, 2013).

The origin of the Parnaíba Basin dates back to the Archean period and is accentuated after the end of the Brazilian Cycle in the South American Continental Platform in Late Ordovician, when observing the precipitation of continental debris, and then marine, deep in the syncline's formed in previous periods. In the Paleozoic period, the basin had seven million square kilometers of diameter. However, the current extension of this area includes the States of Piauí and Maranhão, and part of the States of Pará, Ceará, Tocantins, Bahia, and Tocantins, comprising an area of 600,000 km² (BRASIL, 2003; FREIRE, 2006; JUSTO, 2006; CPRM, 2011; MENESES, 2013).



Falha morfoestrutural e sedimentar, conhecida como "Baixa do Chico", no Parna Serra das Confusões.
Foto: Neison Freire (2014).

Morpho structural and sedimentar failure, known as "Baixa do Chico," Serra das Confusões Parna.
Photo: Neison Freire (2014).

No Período Paleozoico, a bacia tinha um diâmetro de sete milhões km². Contudo, a extensão atual desta área compreende os Estados do Piauí e Maranhão, e parte dos Estados do Pará, Ceará, Tocantins, Bahia e Tocantins, totalizando uma área de 600.000 km² (BRASIL, 2003; FREIRE, 2006; JUSTO, 2006; CPRM, 2011; MENESES, 2013).

O mosaico vegetacional no Parque Nacional (Parna) Serra das Confusões se caracteriza pela diversidade fitofisionômica, sendo esta condicionada pelos fatores abióticos. Essa influência das características físicas, como topografia, variabilidade climática, com irregularidades pluviométricas e pedológicas, podem proporcionar uma variação na fitofisionomia, como estratificação, altura do dossel e composição florística, caracterizando o aparecimento de micro-habitats (FERNANDES, 2007).

Em uma das áreas mostradas durante a realização desta pesquisa, constatou-se que esta apresenta fisionomia arbustivo-arbórea, constituindo um trecho de transição Caatinga-Cerrado, assentada em relevo suave, em forma de bacias receptoras, como lagoas ou espaços alagáveis, sendo que na feição predominantemente arbórea, foram encontradas representantes típicas de Cerrado *Hymenaea courbaril* L., *Copaifera langsdorffii* Desf. e *Dimorphandra gardneriana* Tul. - Fabaceae; *Thiloua glaucocarpa* (Mart.) Eichl. - Combretaceae. Dentre as espécies típicas da Caatinga, podem ser mencionadas: *Myracrodruon urundeuva* Allemão - Anacardiaceae, *Maytenus rigida* Mart. - Celastraceae, *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, *Poincianella bracteosa* (Tul.) L.P. Queiroz e *Erythrina velutina* Willd. - Fabaceae; *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex A. DC.) Mattos - Bignoniaceae (EMPERAIRE, 1985; GUIDON, 1991; CHESF, 2003).

Nos Neossolos litólicos as representantes herbáceas e arbustivas como: Boraginaceae *Cordia rufescens* A.DC. - Boraginaceae, *Aechmea* sp. - Bromeliaceae, *Anemopaegma* sp. - Bignoniaceae, *Chamaecrista* sp. - Fabaceae, *Cuphea racemosa* (L.) Spreng. - Lythraceae, *Krameria tomentosa* A. St.-Hil. - Krameriaceae, Malvaceae, *Borreria* sp. - Rubiaceae, *Piriqueta* sp. - Turneraceae, e *Vellozia plicata* Mart. - Velloziaceae.

The phytophysiology diversity characterizes the mosaic of vegetation in the Serra das Confusões National Park (Parna), which is conditioned by abiotic factors. The influence of the physical characteristics, such as topography, climatic variability with rainfall and soil irregularities, can change the phytophysiology, as stratification, canopy height, and floristic composition, featuring the appearance of micro-habitats (FERNANDES, 2007).

In one of the studied areas during this research, it was found that this shrubby-tree physiognomy, constituting a Caatinga-Cerrado transition stretch, settled in a soft relief, in the form of receptor basins, such as ponds or floodable areas. Given that in the predominantly arboreal feature, typical representatives of Cerrado were found, such as *Hymenaea* spp., *Copaifera langsdorffii* Desv. and *Dimorphandra gardneriana* Tul. - Fabaceae; *Combretum glaucocarpum* Mart. - Combretaceae. Among the typical Caatinga species can be mentioned: *Myracrodruon urundeuva* Allemão - Anacardiaceae, *Maytenus rigida* Mart. - Celastraceae, *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, *Cenostigma bracteosum* (Tul.) Gagnon & G.P. Lewis and *Erythrina velutina* Willd. - Fabaceae; *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex A. DC.) Mattos - Bignoniaceae (EMPERAIRE, 1985; GUIDON, 1991; CHESF, 2003).

Herbaceous and shrub representatives in litholic Neosols. *Cordia rufescens* A.DC. - Boraginaceae, *Aechmea* sp. - Bromeliaceae, *Anemopaegma* sp. - Bignoniaceae, *Chamaecrista* sp. - Fabaceae, *Cuphea racemosa* (L.) Spreng. - Lythraceae, *Krameria tomentosa* A. St.-Hil. - Krameriaceae, Malvaceae, *Borreria* sp. - Rubiaceae, *Piriqueta* sp. - Turneraceae, and *Vellozia plicata* Mart. - Velloziaceae.

In the midst of the sandstone rock formations, emerge a section characterized by humid areas, associated with the rocky walls, favoring the appearance of shade species, and occasional or facultative epiphytes. These species, associated with rupestrian environments, obtain moisture and nutrition from a shallow layer of humus.

The Park phytophysiology mapping shown that this mosaic of vegetation is essential for the maintenance and conservation of biodiversity of the Caatinga



De cima para baixo, da esquerda para a direita: Fisionomia localizada em áreas de relevo suave, em forma de lagoas ou espaços alagáveis. Figuras 21 a 25: Espécies associadas à vegetação de Caatinga, Parna Serra das Confusões, Piauí, Brasil: Anacardiaceae - Aroeira - *Myracrodruon urundeuva* Allemão; 22: Celastraceae - Bom nome - *Maytenus rigida* Mart.; 23: Fabaceae - Angico - *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan; 24: Catingueira de porco - *Cenostigma bracteosum* (Tul.) Gagnon & G.P. Lewis *bracteosa* (Tul.) L.P. Queiroz, 25: Mulungu - *Erythrina velutina* Willd. Fotos: Moura e Freire, 2014.

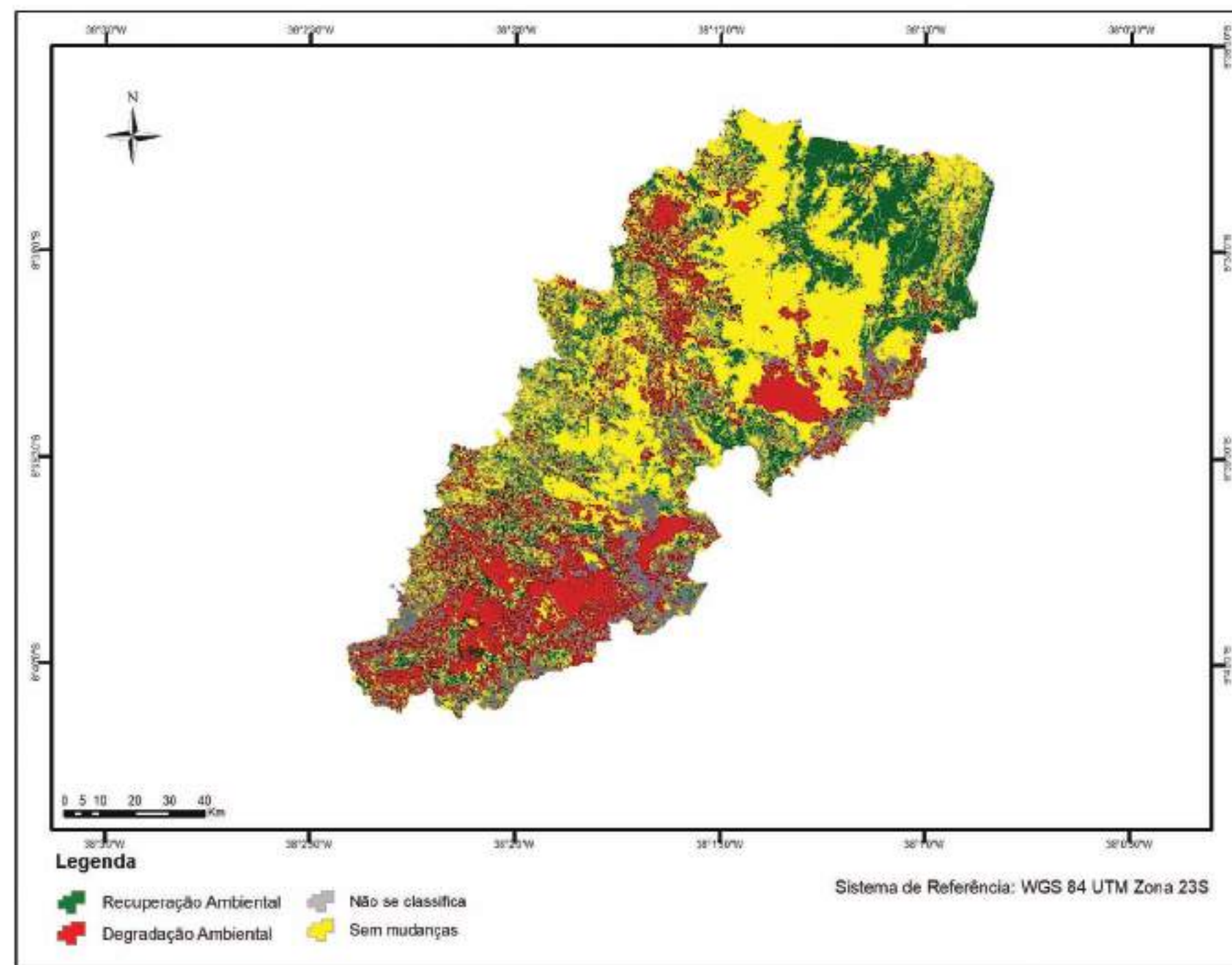
From top to bottom, left to right: Physiognomy located in soft relief areas in the form of lakes or floodable areas. Figures 21 to 25: Species associated with the Caatinga vegetation, Parna Serra das Confusões, Piauí, Brazil: Anacardiaceae - Aroeira - *Myracrodruon urundeuva* Allemão; 22: Celastraceae - Bom nome - *Maytenus rigida* Mart.; 23: Fabaceae - Angico - *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan; 24: Catingueira de porco - *Cenostigma bracteosum* (Tul.) Gagnon & G.P. Lewis *bracteosa* (Tul.) L.P. Queiroz, 25: Mulungu - *Erythrina velutina* Willd. Photos: Moura and Freire, 2014.

Em meio às formações rochosas do arenito, emerge um trecho caracterizado por apresentar áreas úmidas, associadas aos paredões rochosos, favorecendo o surgimento de espécies ciófitas, epífitas ocasionais ou facultativas. Essas espécies, associadas aos ambientes rupestres, obtêm umidade e nutrição oriundas de uma camada rasa de húmus.

O mapeamento das fitofisionomias do Parque, observou-se que este mosaico vegetal é indispensável para a manutenção e conservação da biodiversidade do bioma Caatinga, sendo o Parque uma área de conservação da biodiversidade mundial além de constituir uma das maiores Unidades de Conservação (UC) de Proteção integral das Américas, apresentando uma expressiva riqueza florística. Esta diversidade vegetal é o reflexo de adaptações fisiológicas às características climáticas, morfo-estruturais do relevo e edáficas, permitem o estabelecimento de espécies dos domínios fitogeográficos representados na área do Parque (Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica).

De um modo geral, as áreas do Parque estão regularizadas, proporcionando melhor deliberação e autonomia por parte da gestão, fiscalização e gerenciamento. Por outro lado, as faltas de infraestrutura básica e de pessoal envolvido na fiscalização e de brigadistas proporcionam a existência de áreas vulneráveis aos crimes ambientais, como o desmatamento, a caça e queimadas, decorrentes de práticas inadequadas na agricultura familiar, que ao se propagarem pela vegetação nativa, podem comprometer a conservação desta Unidade.

Tanto o mapeamento temático, obtido a partir da técnica de Classificação Supervisionada, como aquele oriundo dos índices de vegetação, para os anos de 2000, 2001, 2005, 2014 e 2016, evidenciaram o excelente estado de conservação da biodiversidade na área do Parna Serra das Confusões, indicando, para o período estudado, a recuperação ambiental de áreas consideráveis, consolidando o Parna como uma das maiores e mais importantes reservas de biodiversidade preservada do bioma Caatinga.



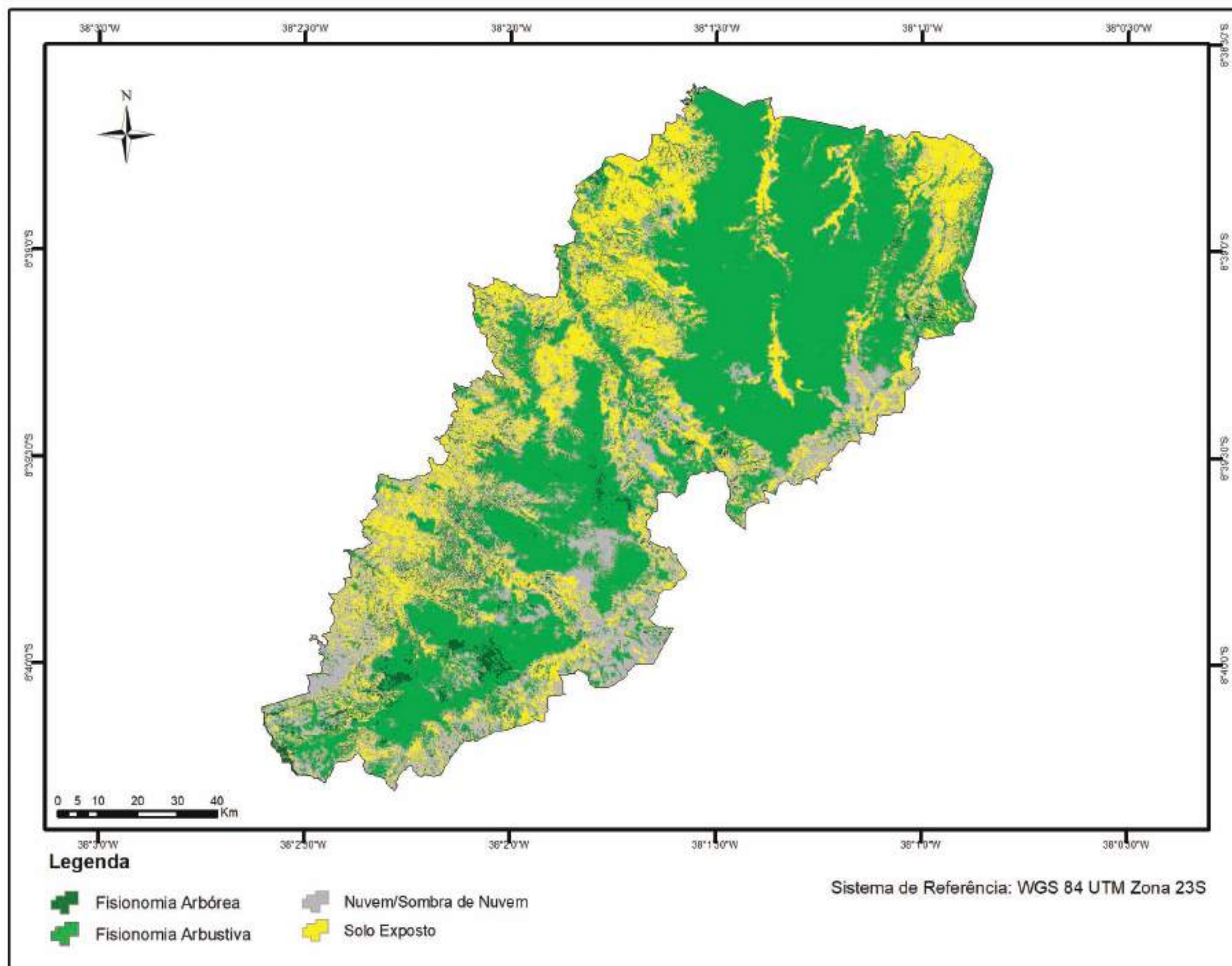
Mapa de Mudanças no Uso do Solo do Parna Serra das Confusões entre 2005 e 2016.

Land-use change map of Parna Serra das Confusões between 2005 and 2016.

biome. In addition, the Park is one of the world's biodiversity conservation areas, in addition, to constitute one of the largest full protection Conservation Unit (UC) of the Americas, presenting a significant floristic richness. This plant diversity is a reflex of physiological adaptation to climate, and relief and edaphic morpho-structural Aspects, allowing the establishment of species of phytogeographical domains represented in the Park (Caatinga, Cerrado, and Atlantic Forest).

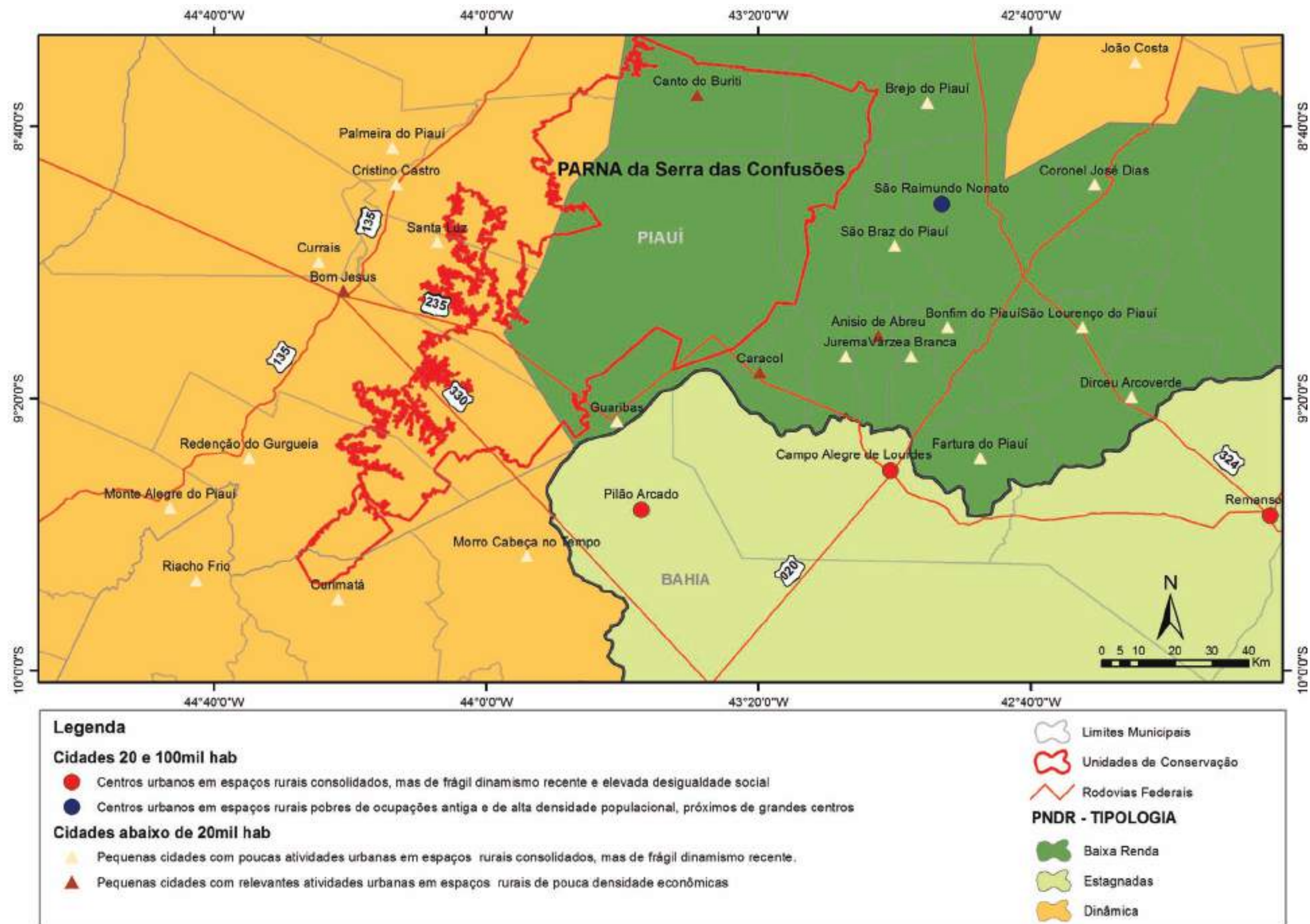
In general, the Park areas are regularized, providing better resolution and autonomy of management, supervision, and administration. On the other hand, the lack of basic infrastructure and personnel involved in surveillance and fire brigade create vulnerable areas to environmental crimes, such as deforestation and hunting. Fires, because of poor practices in family farming, can also propagate to native vegetation jeopardizing the conservation of this unit.

Both the thematic mapping obtained from the Supervised Classification technique and that from the vegetation indices for the years 2000, 2001, 2005, 2014 and 2016, evidenced the excellent conservation status of the biodiversity in the area of Parna Serra das Confusões, indicating, for the studied period, the environmental recovery of significant areas, strengthening the Parna as one of the largest and most important preserved biodiversity reserves in the Caatinga biome.



Carta-imagem do Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (IVAS) do Parna Serra das Confusões elaborada a partir de mosaico de 2014.

Photoimage of the Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI) of Parna Serra das Confusões (obtained from a 2014 mosaic)



Mapa do entorno do Parque Nacional Serra das Confusões: Política Nacional de Desenvolvimento Regional (Ministério da Integração Nacional, 2005) e Tipologia das Cidades Brasileiras (Ministério das Cidades, 2011). Devido a sua extensa área, o Parna Serra das Confusões tem entorno que envolve territórios de seis municípios do Estado do Piauí: Alvorada do Gurgueia, Bom Jesus, Canto do Buriti, Cristino de Castro, Guaribas, Jurema e Tamboril do Piauí. São municípios com baixa população total, além de serem também caracterizados por acentuada proporção de população rural.

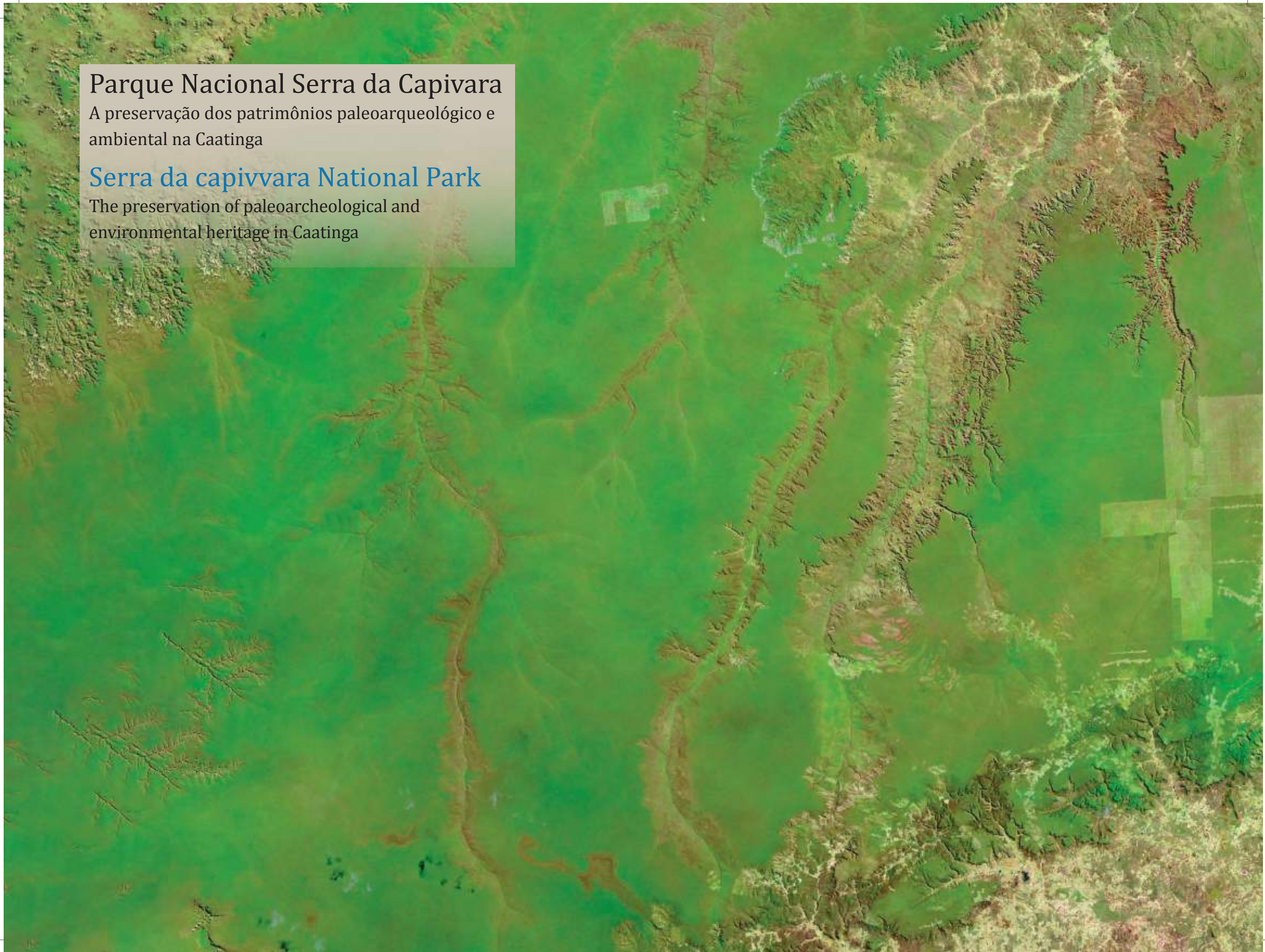
Map of the surroundings of the Serra das Confusões National Park: National Policy of Regional Development (Ministry of National Integration, 2005) and Typology of Brazilian Cities (Ministry of Cities, 2011). Due to its extensive area, Parna Serra das Confusões surrounds territories of six municipalities of the State of Piauí: Alvorada do Gurgueia, Bom Jesus, Canto do Buriti, Cristino de Castro, Guaribas, Jurema and Tamboril do Piauí. They are municipalities with low total population, besides being also characterized by a marked proportion of rural population.

Parque Nacional Serra da Capivara

A preservação dos patrimônios paleoarqueológico e ambiental na Caatinga

Serra da capivvara National Park

The preservation of paleoarcheological and environmental heritage in Caatinga





Parna da Serra da Capivara

PIAUÍ

Parque Nacional Serra da Capivara

Carta-imagem multispectral em pseudocolor, satélite LandSAT 8, sensor OLI, bandas espectrais RGB 654, fusionadas com a banda 8 (pancromática) para obtenção de resolução espacial de 15m, com filtragem linear 4x4 e realce de contraste por equalização de histogramas de frequência; ponto/órbita 219/66, data de aquisição da imagem 13/04/2014. Sistema de Referência WGS 84; coordenadas geográficas. Elaborada no CIEG/Dipes/Fundaj em dezembro de 2017.

O Parque Nacional (Parna) Serra da Capivara está localizado na região Sudeste do Estado do Piauí (08°26'50" e 08°59'23"S; 42°19'47" e 42°45'51"W). O Parna foi criado através do Decreto Nº 85.548, de 5 de junho de 1979, com área de 100.000 ha, sendo acrescentados outros 35.000 ha com a criação de Áreas de Preservação Permanentes (APA) através do Decreto Nº 99.143, de 12 de março de 1990. A sua área abrange quatro municípios: São Raimundo Nonato, São João do Piauí, Coronel José Dias e Canto do Buriti (GUIDON, 1988; CPRM, 2011; CHAVES, 2013).

O Parna Serra da Capivara está localiza-do no semiárido nordestino, destacando-se pela fronteira entre duas formações geológicas, com serras, vales e planície, abrigando fauna e flora específicas do Bioma Caatinga¹. Segundo o ICMBio, “pelo seu valor histórico e cultural, o Parque Nacional da Serra da Capivara foi declarado pela Organização das Nações Unidas pela Educação, Ciência e Cultura (Unesco), em 1991, Patrimônio Cultural da Humanidade”.

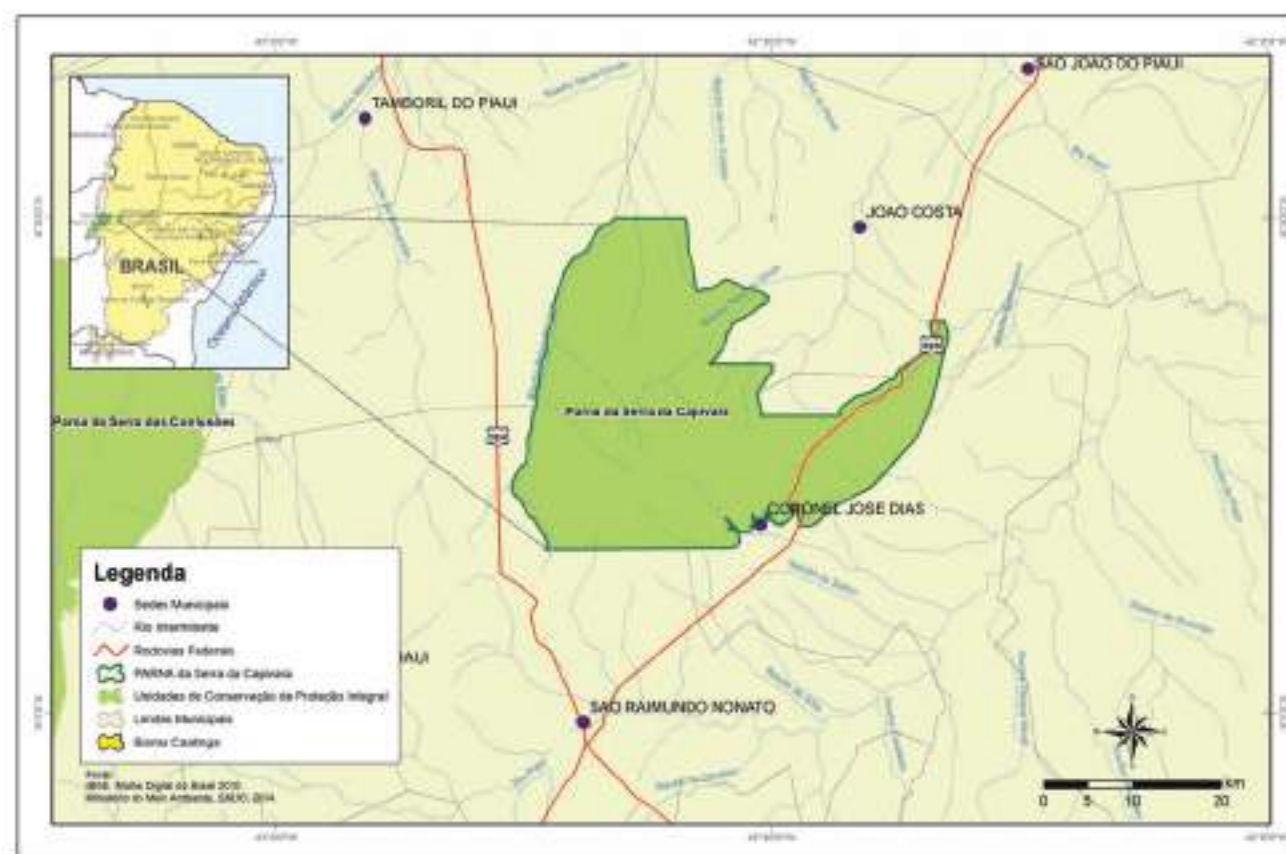
Um Mosaico de Unidades de Conservação foi criado por meio da Portaria MMA nº 76, de 11 de março de 2005, abrangendo os Parques Nacionais Serra da Capivara e Serra das Confusões e o Corredor Ecológico conectando os dois parques. Com esse Decreto, a área do Corredor Ecológico totalizou 414 mil ha, abrangendo os municípios de São Raimundo Nonato, Canto do Buriti, Tamboril do Piauí, Brejo do Piauí, São Braz, Anísio de Abreu, Jurema, Caracol e Guaribas – todos localizados no Estado do Piauí.

Com a criação do Museu do Homem Americano (FUNDHAM) foi estabelecida a parceria da preservação, do desenvolvimento sustentável e a promoção da mão de obra das comunidades tradicionais. Para ampliar a conservação do Parque Nacional Serra da Capivara, o Ministério do Meio Ambiente (MMA), foi criado através da Portaria nº 76 do de 11 de março de 2007, o corredor ecológico entre os Parques Nacionais Serra da Capivara e das Confusões, ambas UC situadas no território do Piauí (CPRM, 2011; RIODA et al, 2011; SANTOS, 2012).



Vista panorâmica do Parna Serra da Capivara com as formações rochosas típicas. Foto: Neison Freire (2014).

Panoramic view of the Serra da Capivara with typical rocky formations. Photo: Neison Freire (2014).



Mapa de Localização do Parna Serra das Confusões.

Location map of the Serra da Capivara Parna.

¹ Fonte: <http://www.icmbio.gov.br/portal/visitacao/1/unidades-abertas-a-visitacao/199-parque-nacional-da-serra-da-capivara>. Acesso: 16 mar. 2017.

The Serra da Capivara National Park (Parna) is located in the Southeast region of the State of Piauí (08°26'50" and 08°59'23"S; 42°19'47" e 42°45'51"W). The National Park was established by Decree Nº 85,548, on 5 June 1979, covering 100,000 ha, later the Decree Nº 99,143, on 12 March 1990 added other 35,000 ha with the creation of Permanent Preservation Areas (PPA). The area comprises four municipalities: São Raimundo Nonato, São João do Piauí, Coronel José Dias, and Canto do Buriti (GUIDON, 1988; CPRM, 2011; CHAVES, 2013).

The Parna Serra da Capivara is located in the northeastern semi-arid region, standing out for the border between two geological formations, with mountains, valleys, and plains, sheltering specific fauna and flora of Caatinga Biome¹. According to ICMBio, “for its historical and cultural value, the Serra da

Capivara National Park was declared by the United Nations Organization for Education, Science, and Culture (UNESCO) in 1991, Cultural Heritage of Humanity”.

A Conservation Unit Mosaic was created through Ordinance MMA nº 76 on 11 March 2005, covering the Serra da Capivara and Serra das Confusões National Parks and the Ecological Corridor connecting the two parks. This decree created the Ecological Corridor area with 414,000 ha, covering the municipalities of São Raimundo Nonato, Canto do Buriti, Tamboril do Piauí, Brejo do Piauí, São Braz, Anísio de Abreu, Jurema, Caracol, and Guaribas - in Piauí state.

With the creation of the Museum of the American Man (FUNDHAM), it was established a partnership of conservation, sustainable development and the promotion of labor of traditional communities. To enhance the conservation of the Serra da Capivara National Park, the Ministry of Environment (MMA), enact the Ordinance No. 76 on 11 March 2007,

¹ Source: <http://www.icmbio.gov.br/portal/visitacao/1/unidades-abertas-a-visitacao/199-parque-nacional-da-serra-da-capivara>. Access: March 16 2017.



*Outra vista panorâmica do Parna Serra da Capivara com o domínio da caatinga em plena estação seca.
Foto: Neison Freire (Julho de 2014).*

*Panoramic view of Serra da Capivara National Park with the caatinga domain in the middle of the dry season.
Photo: Neison Freire (July 2014).*

O PARNA consiste em um mosaico vegetal englobando áreas de vegetação de Caatinga, Cerrado e Mata úmida, em vales íngremes. A área apresenta 1.223 sítios arqueológicos e cavernas, das quais a história de ocupação do homem resulta dos eventos geológicos e climáticos, ocorridos no Brasil e na América Latina (COSTA, 2010; CPRM, 2011; CHAVES, 2013).

Estas excepcionais paisagísticas, geológica e arqueológica fizeram a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) conferir ao Parque Nacional Serra da Capivara o título de Reserva do Patrimônio Mundial da Humanidade, desde 1991. Além disso, o Parque se configura como a região arqueológica com o maior número de sítios da América do Sul, servindo de atrativo científico para o conhecimento da pré-história americana (COSTA, 2010; CPRM, 2011; SANTOS, 2012; ALMEIDA, 2012; CHAVES, 2013). Atualmente, a região abriga 173 sítios arqueológicos abertos à visitação.

As alterações antrópicas no entorno do PARNA são relevantes, devido à expansão

de fronteiras agrícolas do agronegócio. Este fato determina a necessidade de um olhar multidisciplinar por parte das instituições de pesquisa e gestão no sentido de minimizar o aumento da fragmentação, evitando que os usos inadequados da terra provoquem a “desertificação”. Em decorrência do inadequado manejo do solo, através da agricultura, a região possivelmente fará com que os agricultores familiares que vivem nos arredores da área passem a usar outros locais ainda não cultivados – o que poderá aumentar a pressão sobre as áreas protegidas do parna.

Na área do PARNA são registrados estudos que contemplam conhecimentos voltados a análises geológicas, espeleológicas, arqueológicas, climáticas e ambientais. Tais estudos embasam teorias que ajudam a compreender os processos naturais ao longo do tempo. As litologias da área compreendem o embasamento cristalino e sedimentar no Sudeste do Estado do Piauí, as bases geomorfológicas condicionam a um relevo ruiforme tabular, nos quais se encontram um grande número de cavernas, que serviram

creating the ecological corridor between Serra da Capivara and Serra das Confusões National Parks, both located in Piauí (CPRM, 2011; RIODA et al, 2011; SANTOS, 2012).

The PARNA consists of a vegetation mosaic comprising Caatinga vegetation, Cerrado, and Dry forest in steep valleys. The area has 1,223 archaeological sites and caves, of which the man's occupation history results of geological and climatic events occurred in Brazil and Latin America (Costa, 2010; CPRM, 2011 KEYS, 2013).

In 1991 the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) declared the Serra da Capivara National Park World Heritage Site, due to its landscape, geological and archaeological Aspects. In addition, the Park is the region with the greatest number of archaeological sites in South America, serving as attractive to the knowledge of Scientific American prehistory (COSTA, 2010; CPRM, 2011; SANTOS, 2012; ALMEIDA, 2012; CHAVES, 2013). Currently, the region has 173 archaeological sites open to visitors.

The anthropogenic changes in the surroundings of PARNA are relevant, due

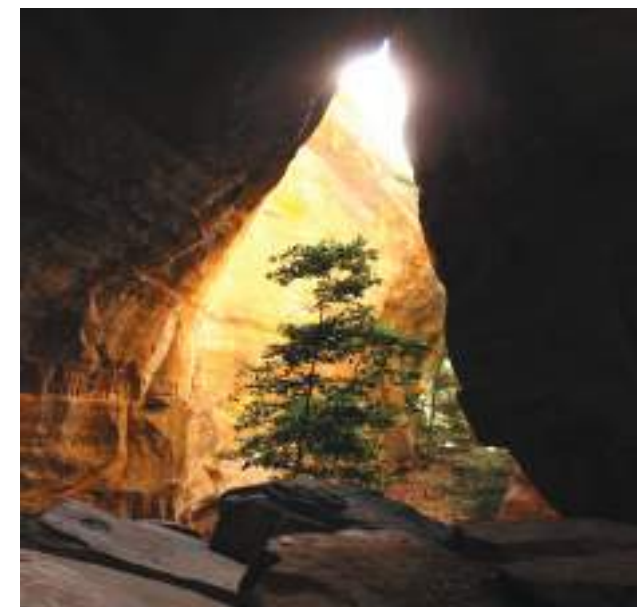
to the expansion of agricultural frontiers of agribusiness. This fact determines the need for a multidisciplinary look by the research institutions and management, to minimize the increasing fragmentation, preventing an inappropriate land use that causes the “desertification.” Because of the inadequate management of the soil through farming, the region possibly will force the family farmers who live on the outskirts, to search for other places to cultivate – which can increase the pressure on the protected areas of the Park.

In the PARNA are registered studies that include knowledge of geological, speleological, archaeological, climatic and environmental analyzes. These studies underlie theories that help to understand the natural processes over time. The lithology includes the crystalline and sedimentary basement in the Southeast of the State of Piauí, the geomorphological bases creates condition to a ruiniforme tabular relief, in which are a great number of caves, which served as shelter for the first inhabitants of the Americas (COSTA, 2010; CPRM, 2011; RIODA et al., 2011).



Registros arqueológicos, que evidenciam a ocupação humana Feições espeleológicas, que foram utilizadas pelos homens primitivos, localizados no PARNA Serra da Capivara. Fotos: Moura e Freire, 2014.

Archaeological records, showing human occupation B: Speleological Aspects, used by early man, located in Serra da Capivara PARNA. Photos: Moura and Freire, 2014.





Esquerda: imagem da "Pedra Furada", relevo residual, evidenciando a atuação do Intemperismo físico; direita: feições do relevo ruíniforme tabular, no qual descortina os Morros Testemunhos do dessecamento do Arenito conglomerático, localizado no PARNA Serra da Capivara. Fotos: Moura e Freire, 2014.

de abrigo para os primeiros habitantes das Américas (COSTA, 2010; CPRM, 2011; RIODA et al, 2011).

Dessa forma, a litologia e a pedologia guardam amostras paleontológicas das condições ambientais e climáticas do Parna. As evidências paleontológicas comprovam que a litoestratigrafia foi influenciada pela existência de um grande Mar Interiorano. Através de análise polínica, foram registradas características paleoclimáticas, por estudos de Costa (2010), CPRM (2011), Rioda et al (2011) e Almeida (2012), que apontam a espécie de palmeira *Mauritia flexuosa* L. f., se expandiu em períodos úmidos. Esta espécie era abundante na área no período Pleistoceno, deixando evidências de sua ampla distribuição. Outra evidência geológica, foi o registro de conglomerados quartzosos, formados por seixos de quartzo polidos e esferoidais, que indicam a presença de um clima mais úmido que o atual na área.

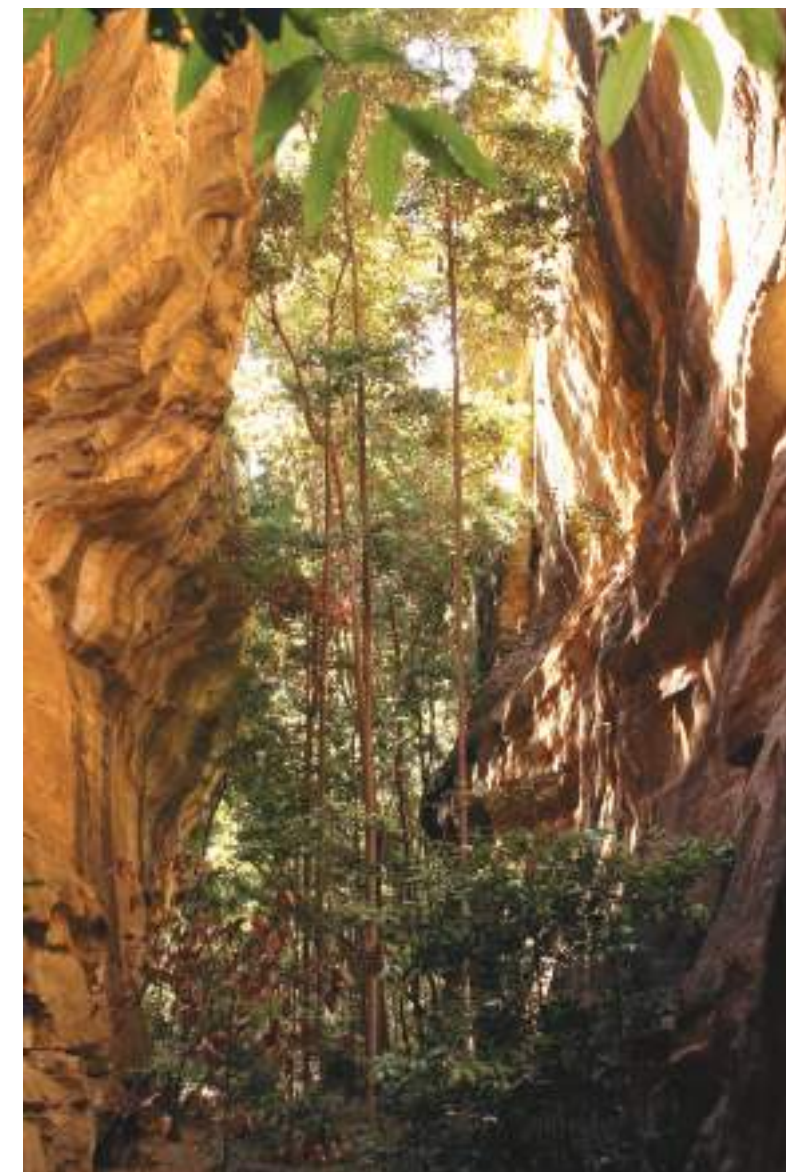
O relevo do Parque Nacional Serra da Capivara foi influenciado por eventos tectônicos, da Reativação Wealdeniana da Plataforma Brasileira, do Período Cretáceo, bem como os eventos desnundacionais do Cenozóico, que produziram o rebaixamento do relevo local. Estas unidades geológicas apresentam-se como zona de contato ou de limite entre a Depressão Periférica do Médio Rio São Francisco e a Bacia do Meio-Norte, importantes unidades geotectônicas da compartimentação geoestrutural do Nordeste Ocidental. Geograficamente localizando-se no Alto da Bacia do Rio Piauí (GUIDON, 1988; CPRM, 2011; RIODA et al, 2011; SANTOS, 2012).



Left: image of the "Pedra Furada," residual relief, demonstrating the performance of physical Intemperism; right: Aspects of ruiniform tabular relief, uncovering the Inselbergs from desiccation of the conglomeratic Sandstone, Serra da Capivara National Park. Photos: Moura and Freire, 2014.

That way, lithology, and pedology keep paleontological samples of the environmental and climatic conditions of the Parna. The paleontological evidence shows that the lithostratigraphy was influenced by the existence of a vast Inland Sea. Through pollen analysis, palaeoclimatic characteristics were recorded by Costa (2010), CPRM (2011), Rioda et al. (2011) and Almeida (2012), indicating that the palm tree *Mauritia flexuosa* L. f., expanded in humid periods. This species was abundant in the area in the Pleistocene period, leaving evidence of its wide distribution. Other geological evidence was the record of quartz conglomerates, formed by polished and spheroidal quartz pebbles, which indicate the presence of a more humid climate than the current one.

The Serra da Capivara National Park relief was influenced by tectonic events, the Wealdenian Reactivation of the Brazilian Platform, in Cretaceous Period, as well as, the Cenozoic denudation events, which produced the lowering of local relief. These geological units present as contact zone or boundary between the Peripheral Depression of the Middle-São Francisco River and the Mid-North Basin, important geotectonic units of the geoestrutural subdivision of the Western Northeast, geographically located at the Upper-Basin of Piauí River (GUIDON, 1988; CPRM, 2011; RIODA et al., 2011; SANTOS, 2012).



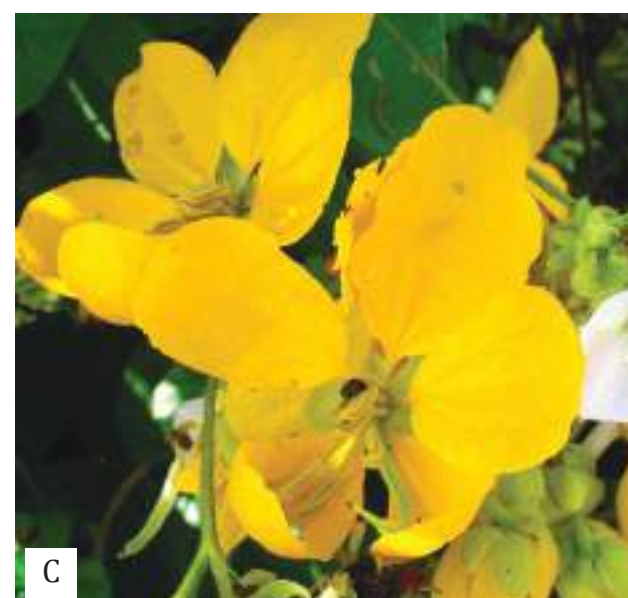
Trecho de Floresta Estacional Semidecidual, em área de margens de córregos de Caatinga, localizados no Parna Serra da Capivara. Fotos: Moura e Freire, 2014
Seasonal Semideciduous Forest excerpt in Caatinga stream banks, Serra da Capivara Parna. Photos: Moura and Freire, 2014.

A área apresenta um mosaico vegetal formado por áreas representativas da vegetação de Caatinga e Cerrado. Com relação à distribuição da vegetação por base geológica, a Caatinga está presente tanto na área sedimentar como no embasamento cristalino, ocupando aproximadamente 75% da área, enquanto que 25% compreendem os enclaves de Cerrado, nas áreas sedimentares. Estes conjuntos florísticos se estendem pela compartimentação geomorfológica da Depressão Periférica do Médio São Francisco e Terrenos Pré-cambrianos do Complexo do granitoide do embasamento cristalino (LEMOS, 1999; CPRM, 2011).

A vegetação de Caatinga por apresentar variabilidade climática, de estiagens prolongadas e chuvas torrenciais em curtos períodos do ano é caracterizada por espécies adaptadas à deficiência hídrica anual. Esta vegetação apresenta variação fisionômica, em relação ao porte e ao agrupamento, que varia de arbustiva, para as áreas mais secas, a arbórea, em locais mais úmidos. O Parna é caracterizado pelas fisionomias arbóreo-arbustiva espinhosa, composta por árvores e arbustos de porte pequeno a médio, ervas associadas aos paredões rochosos, e pelo componente herbáceo sazonal, de ampla distribuição, que compreende as áreas interplanálticas nordestinas (LEMOS, 1999).

A fitofisionomia do Parna é considerada arbórea e arbustiva, inserida na base das Chapadas e nos vales encaixados, sendo tais feições classificadas como Caatinga Arbórea e Floresta Estacional Decidual, enquanto a fisionomia arbustiva distribui-se amplamente pelo Parque. Um estudo feito na área (Lemos, 1999) registrou 210 espécies em 149 gêneros e 62 famílias vinculadas à vegetação de Caatinga, Xeromórfica não espinhosa ou Xero-scleromórfica (Carrasco), além de espécies do Cerrado e Floresta Estacional, localizados nas áreas de Mata ciliar

O parna Serra da Capivara guarda a memória dos povos pré-históricos do Brasil, bem como as transformações em sua flora ao longo do tempo. Atualmente, a estrutura de visitação é importante para a difusão do conhecimento tanto sobre o bioma Caatinga, como para os trabalhos de arqueologia, embora as cidades do seu entorno não ofereçam as



De cima para baixo, da esquerda para a direita: espécies das fitofisionomias arbóreas **A:** *Piptadenia moniliformis* Benth., **B:** *Cenostigma bracteosum* (Tul.) Gagnon & G.P. Lewis (Tul.) L.P. Queiroz, **C:** *Senna spectabilis* (DC.) Irwin & Barneby, e arbustivas **D:** *Varronia leucocephala* (Moric.) J.S. Mill., **E:** *Croton sonderianus* Müell. Arg., **F:** *Cnidoscolus urens* (L.) Arthur, na vegetação de Caatinga, localizados no Parna Serra da Capivara. Fotos: Moura e Freire, 2014.

From top to bottom, left to right: species of arboreal phytophysiognomies **A:** *Piptadenia moniliformis* Benth., **B:** *Cenostigma bracteosum* (Tul.) Gagnon & G.P. Lewis, **C:** *Senna spectabilis* (DC.) Irwin & Barneby and shrubs **D:** *Varronia leucocephala* (Moric.) J.S. Mill., **E:** *Croton sonderianus* Müell. Arg., **F:** *Cnidoscolus urens* (L.) Arthur, Serra da Capivara Parna. Photos: Moura and Freire, 2014.

The area shows a vegetation mosaic made up of representative areas of Caatinga and Cerrado vegetation. Regarding the distribution of vegetation by geological basis, the Caatinga is present in both the sedimentary area and the crystalline basement, occupying approximately 75%, while 25% comprise the enclaves of Cerrado in the sedimentary areas. These floristic compositions extend by geomorphological subdivision of the Peripheral Depression of Middy-São Francisco and Precambrian Granitic Complex terrains of Crystalline basement (LEMOS, 1999; CPRM, 2011).

The Caatinga vegetation due to climate variability, prolonged droughts and heavy rainfall in short periods of the year is characterized by species adapted to the annual water deficiency. This vegetation presents a physiognomic variation concerning the size and clustering, ranging from shrubs in drier areas to trees in humid places. The Parna is characterized by spiny arboreal-shrub physiognomy, composed of small to medium-sized trees and shrubs, herbs associated with rock cliffs, and the wide-ranging seasonal herbaceous component of Northeastern Interplanar areas (LEMOS, 1999).

These Park phytophysiognomy is considered arboreal and shrub, inserted at the base of the Plateaus and embedded valleys, being such Aspects classified as Arboreal Caatinga Seasonal Deciduous Forest, while the shrub physiognomy is distributed widely through the Park. Lemos, 1999, recorded 210 species in 149 genera and 62 families related to the vegetation of Caatinga, Xeromorphic non-thorny or Xero-scleromorphic (Carrasco), as well as, species of the Cerrado and Seasonal Forest, located in the areas of Riparian Forest

The Serra da Capivara parna keeps the memory of the prehistoric peoples of Brazil, as well as the changes in its flora over time. Currently, the structure of visitation is important for the diffusion of knowledge both about the Caatinga biome, as for archaeology, although the cities of its surroundings do not offer to host conditions suitable for the development of tourism in the region.

Their rock art is unique in the Americas and, along with the caves of Lascaux in France and Altamira in Spain, form a complex



condições de hospedagem adequadas ao desenvolvimento do turismo na região.

Suas pinturas rupestres são únicas no continente americano e, junto com as cavernas de Lascaux, na França, e Altamira, na Espanha, formam um conjunto complexo e instigante sobre as primeiras manifestações artísticas da humanidade que ajudam a entender o processo civilizatório em diferentes partes do mundo.

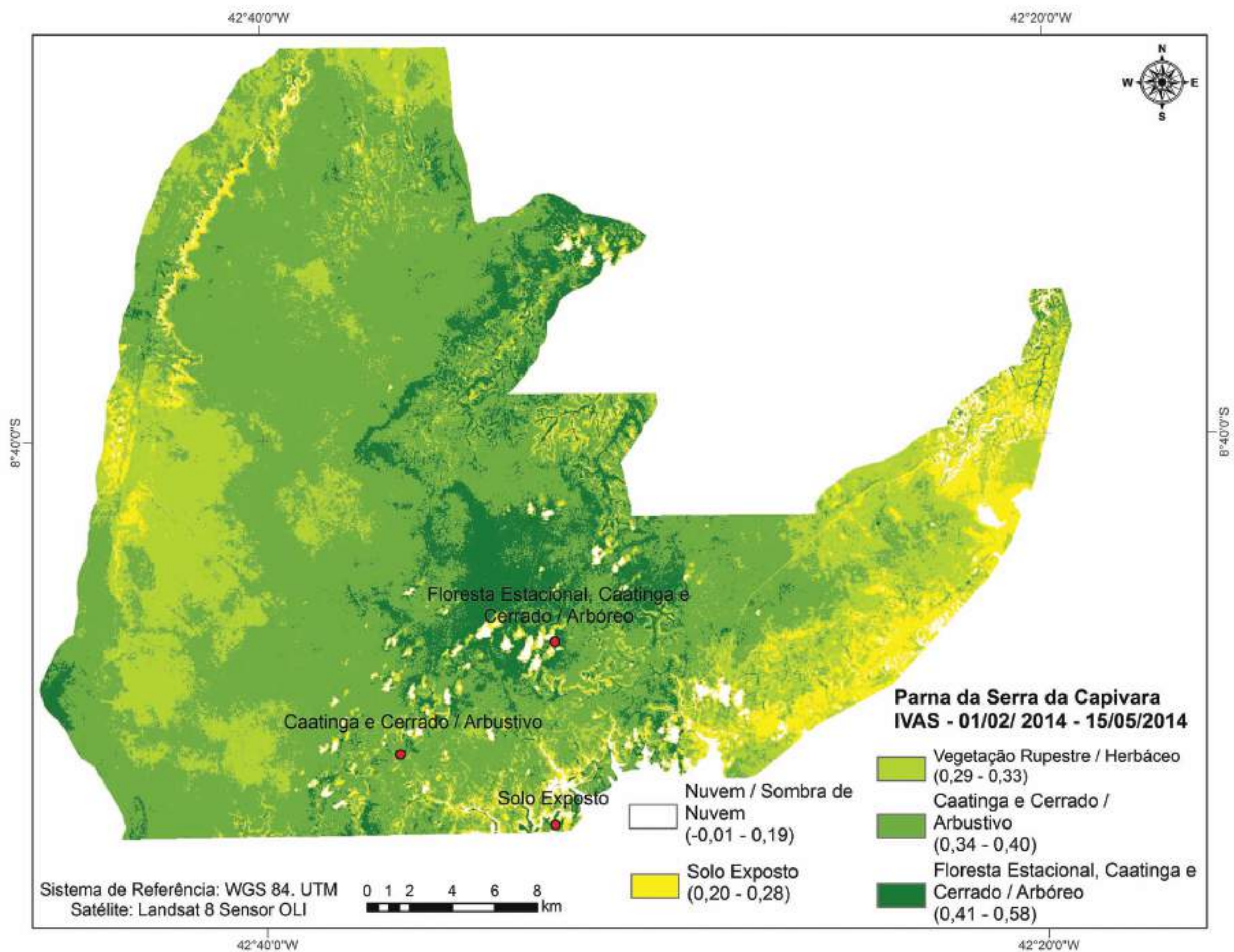
Entretanto, conservar sua biodiversidade e sua riqueza paleoarqueológica é um desafio posto às atuais gerações, preservando para as gerações futuras nossa memória cultural e nosso meio ambiente.

and exciting set on the first artistic manifestations of humanity that helps to understand the civilizing process in different parts of the world.

However, conserve its biodiversity and paleoarchaeologic richness is a challenge to the current generations, preserving for future generations our cultural memory and our environment.

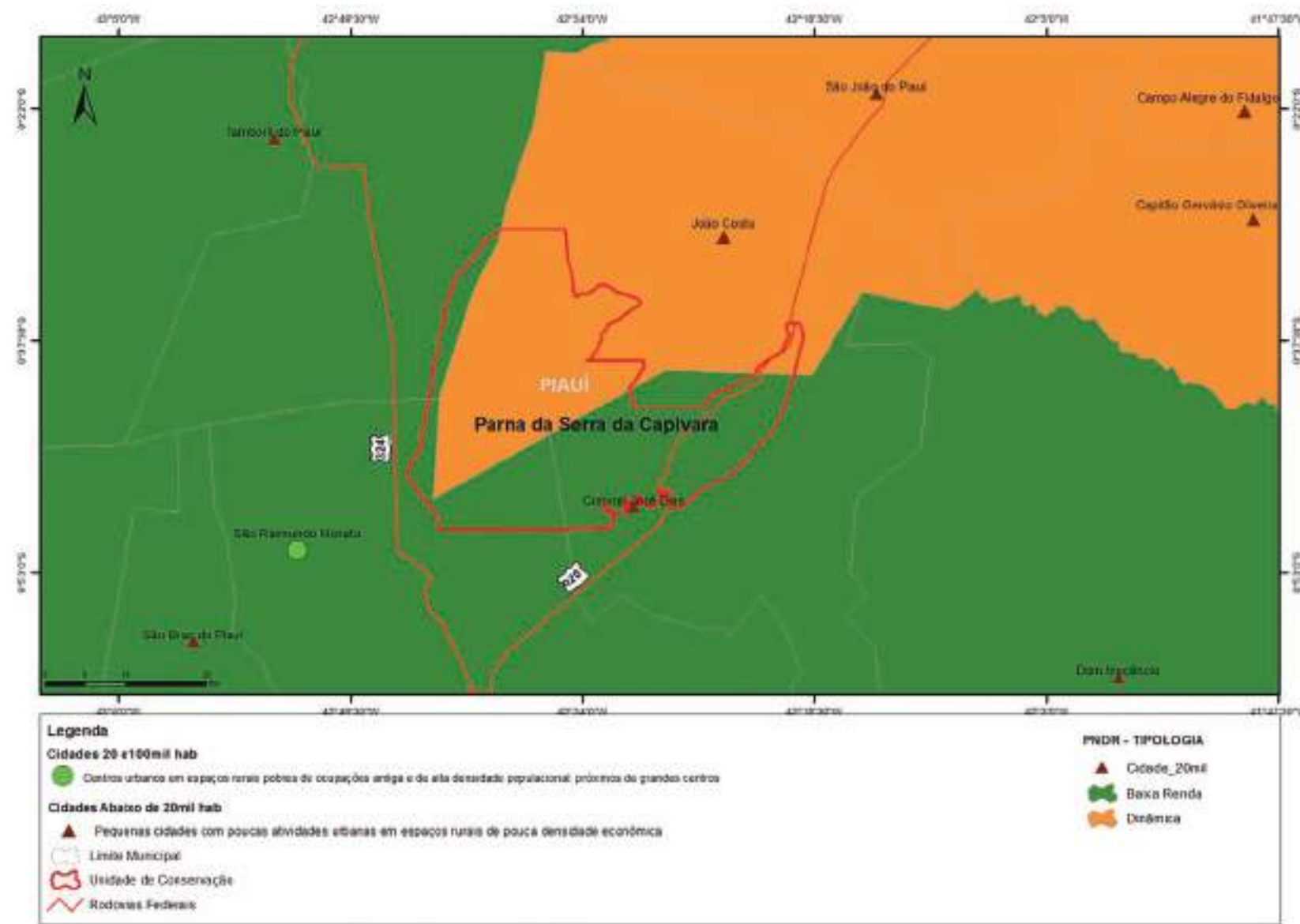
De cima para baixo, da esquerda para a direita: espécies das fitofisionomias arbustivas e herbáceas **A:** *Heliotropium angiospermum* Murray, **B:** *Neoglaziovia variegata* (Arruda) Mez, **C:** *Ipomoea asarifolia* (Desr.) Roem. & Schult., **D:** *Sida galheirensis* Ulbr., **E:** *Angelonia biflora* Benth., **F:** *Plumbago scandens* L., **G:** *Richardia grandiflora* (Cham. & Schltdl.) Steud., **H:** *Serjania glabrata* Kunth registradas na vegetação de Caatinga, localizados no Parna Serra da Capivara. Fotos: Moura e Freire, 2014.

From top to bottom, left to right: species of shrubs and herbaceous physiognomies **A:** *Heliotropium angiospermum* Murray, **B:** *Neoglaziovia variegata* (Arruda) Mez, **C:** *Ipomoea asarifolia* (Desr.) Roem. & Schult., **D:** *Sida galheirensis* Ulbr., **E:** *Angelonia biflora* Benth., **F:** *Plumbago scandens* L., **G:** *Richardia grandiflora* (Cham. & Schltdl.) Steud., **H:** *Serjania glabrata* Kunth, registered in the Serra da Capivara Parna. Photos: Moura and Freire, 2014.



Carta-imagem do índice de Vegetação Ajustado ao Solo (IVAS) de 2014 do Parna Serra da Capivara.

Photoimage of the Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI), Serra da Capivara National Park, 2014.



Mapa do entorno do Parque Nacional Serra da Capivara: Política Nacional de Desenvolvimento Regional (Ministério da Integração Nacional, 2005) e Tipologia das Cidades Brasileiras (Ministério das Cidades, 2011), revelando um dado geográfico interessante para a pesquisa social no mosaico de áreas protegidas da região, representado pelos parnas Serra das Confusões e Serra da Capivara: enquanto observam-se, a leste, microrregiões de baixa renda (na cor verde escuro – justamente aquelas que deveriam receber prioridade nas políticas públicas de estímulo ao desenvolvimento regional, segundo defende a política), também é possível observar a existência de microrregiões dinâmicas a oeste (na cor amarelo dourado) do parque. Este fato se deve à expansão da fronteira do agronegócio, cuja principal cultura, a soja, vem modificando significativamente a dinâmica econômica e espacial da região denominada “Mapitoba” – acrônimo formado pelas siglas dos estados do Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia – e hoje considerada a “nova fronteira agrícola do Brasil”.

Map of the surroundings of Serra da Capivara National Park: National Policy for Regional Development (Ministry of National Integration, 2005) and Typology of Brazilian Cities (Ministry of Cities, 2011), revealing an interesting geographic data for social research in the mosaic of protected areas of the region, represented by Serra das Confusões and Serra da Capivara: while in the east there are low-income micro-regions (in the dark green color - precisely those that should receive priority in public policies to stimulate regional development, according to politics), it is also possible to observe the existence of dynamic microregions to the west (in the golden yellow color) of the park. This is due to the expansion of the agribusiness frontier, whose main crop, soybean, has been significantly changing the economic and spatial dynamics of the region called “Mapitoba” - an acronym formed by the acronyms of the states of Maranhão, Piauí, Tocantins and Bahia - and today considered the “new agricultural frontier of Brazil”.



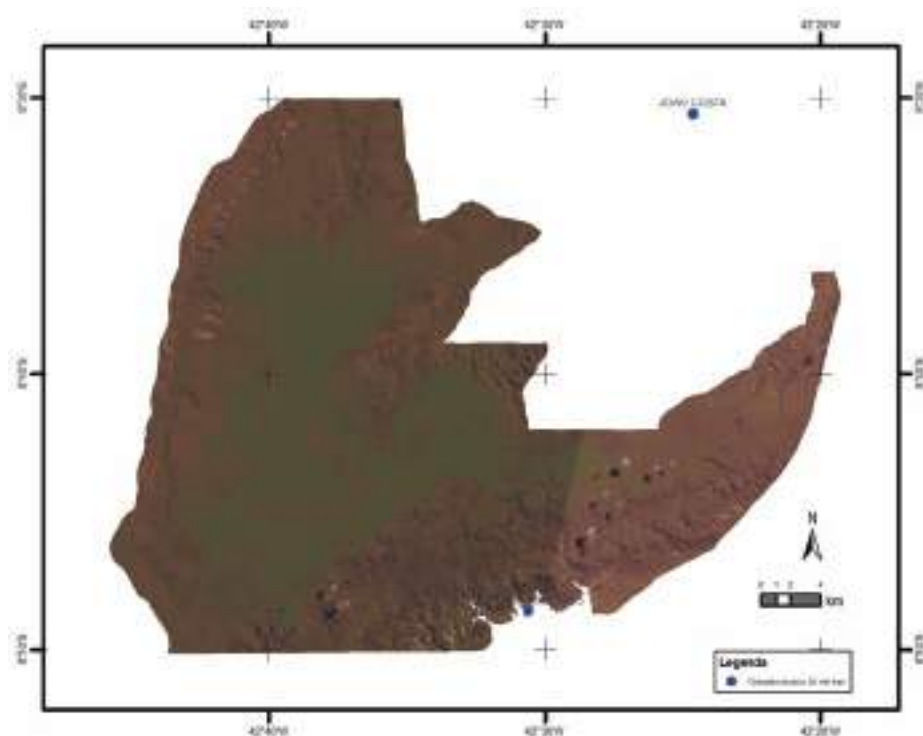
Pesquisas arqueológicas no Parque Nacional da Capivara. O Parque se configura como a região arqueológica com o maior número de sítios da América do Sul, servindo de atrativo científico para o conhecimento da pré-história americana. Atualmente, a região abriga 173 sítios arqueológicos abertos à visitação. Foto: Neison Freire (2014).

Archaeological research in the Capivara National Park. The Park is the archaeological region with the largest number of sites in South America, serving as a scientific attraction for the knowledge of American prehistory. Currently, the region is home to 173 archeological sites open to visitors. Photo: Neison Freire (2014).



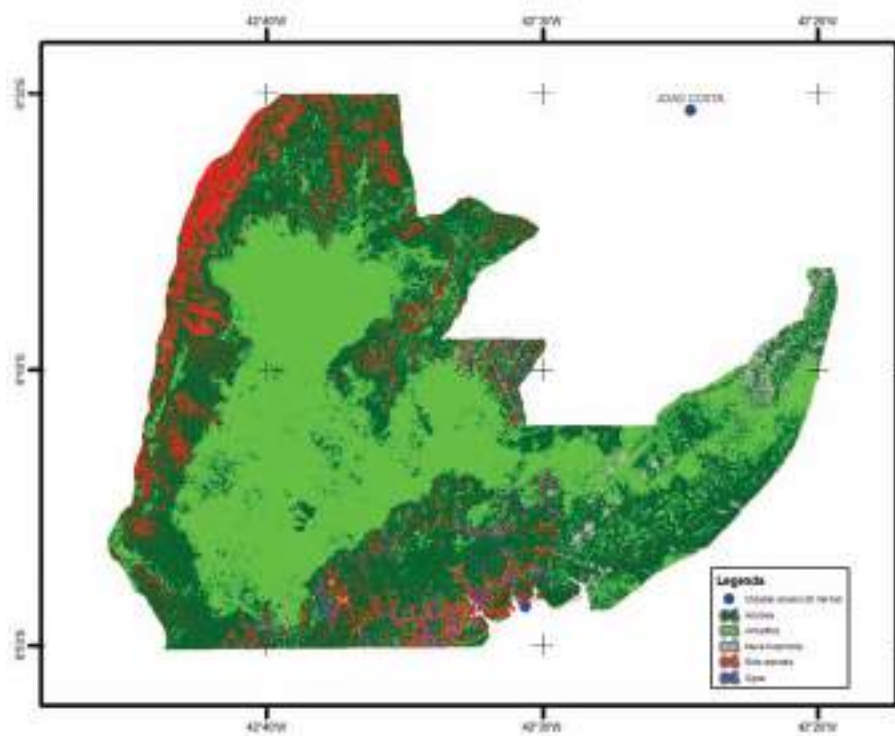
“O Beijo”: típica pintura rupestre e um dos vários locais de estudos sobre o desenvolvimento e ocupação do homem nas Américas, onde os pesquisadores encontraram vestígios humanos, tais como sepultamentos, pinturas rupestres e fogueiras, além de uma vasta indústria lítica, com indícios de mais de 40 mil anos atrás. Foto: Neison Freire (2014).

“The Kiss”: typical rock painting and one of several places of studies on the development and occupation of man in the Americas, where the researchers found human remains, such as burials, cave paintings and bonfires, as well as a vast lithic industry with more than 50 thousand years ago. Photo: Neison Freire (2014).



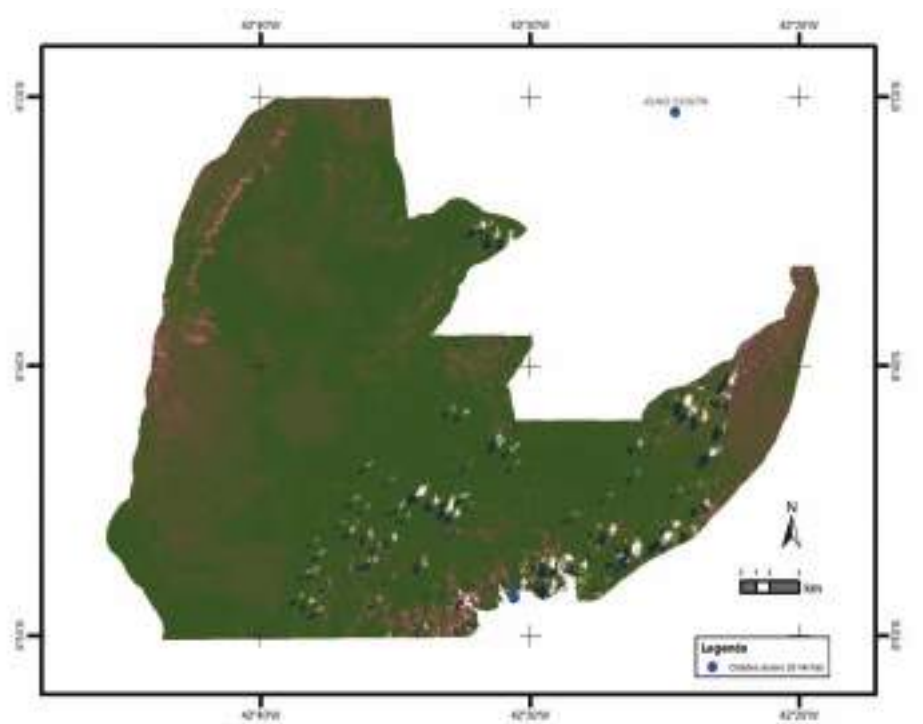
Carta-imagem multispectral RGB 543 do Parque Nacional Serra daCapivara, elaborada a partir de dados LandSAT 5 TM de 2004.

RGB 543 multispectral image chart of Serra da Cappara National Park, based on LandSAT 5 TM data from 2004.



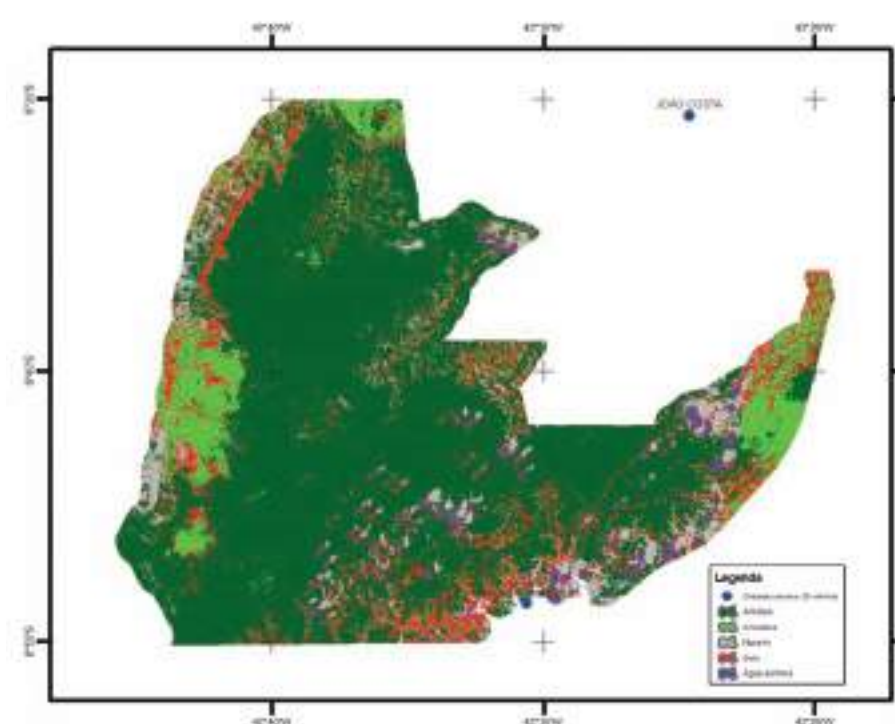
Mapa Temático de Uso e Ocupação do Solo do Parque Nacional Serra da Capivara elaborado a partir de processamento digital de imagens LandSAT 5 TM de 2004. As áreas de solo exposto (assinaladas na cor vermelha no mapa) se referem às bordas do relevo tabular da Serra da Capivara e às feições de vales encaixados, já descritos anteriormente neste capítulo. Nesses locais, estão justamente localizadas as famosas pinturas rupestres da Serra da Capivara, com datação de 11.000 a.p., embora haja indícios que podem chegar a 40.000 a.p. por meio de escavações arqueológicas em andamento que localizaram próximos a essas áreas identificadas pela cor vermelha na carta-imagem de 2004, de vestígios de fogueiras com pedras calcinadas em formato de círculo – arranjo geométrico impossível de ser encontrado na natureza.

Thematic Map of Soil Use and Occupancy of the Serra da Capivara National Park, based on the digital processing of LandSAT 5 TM images from 2004. The exposed soil areas (marked in red on the map) refer to the edges of Serra's tabular relief of the Capivara and the features of embedded valleys, already described earlier in this chapter. In these places, the famous cave paintings of Serra da Capivara, with a dating of 11,000 a.p., are located, although there are indications that can reach 40,000 b.p. by means of archaeological excavations in progress that located near these areas identified by the red color in the 2004 image chart, of fires with calcined stones in circle format - geometric arrangement impossible to be found in nature.



Carta-imagem multispectral RGB 743 do Parque Nacional Serra daCapivara, elaborada a partir de dados LandSAT 8 OLI de 2016.

RGB 743 multispectral image chart of Serra da Cappara National Park, based on LandSAT 8 OLI data from 2016.



Mapa Temático de Uso e Ocupação do Solo do Parque Nacional Serra da Capivara elaborado a partir de processamento digital de imagens LandSAT 8 OLI de 2016. Observou-se, por meio dos processamentos das imagens satelitais no intervalo de 12 anos um aumento das áreas regeneradas para a classe de fisionomia arbustiva. Constatou-se por meio das imagens de satélites que dos 284,75 km² de fisionomia arbustiva em 2016, um total de 66,06 km² eram áreas com solo exposto em 2004 – um aumento considerável em termos de porte arbustivo e consequente melhoria das condições da flora e fauna locais. Os registros de áreas antropizadas dentro dos limites do parque são discretos e as áreas com corpos d'água, nuvem ou sombra de nuvem são mínimas em relação à área total do parna. Entretanto, registra-se a expressividade das áreas degradadas entre uma data e outra, totalizando 438,84 km².

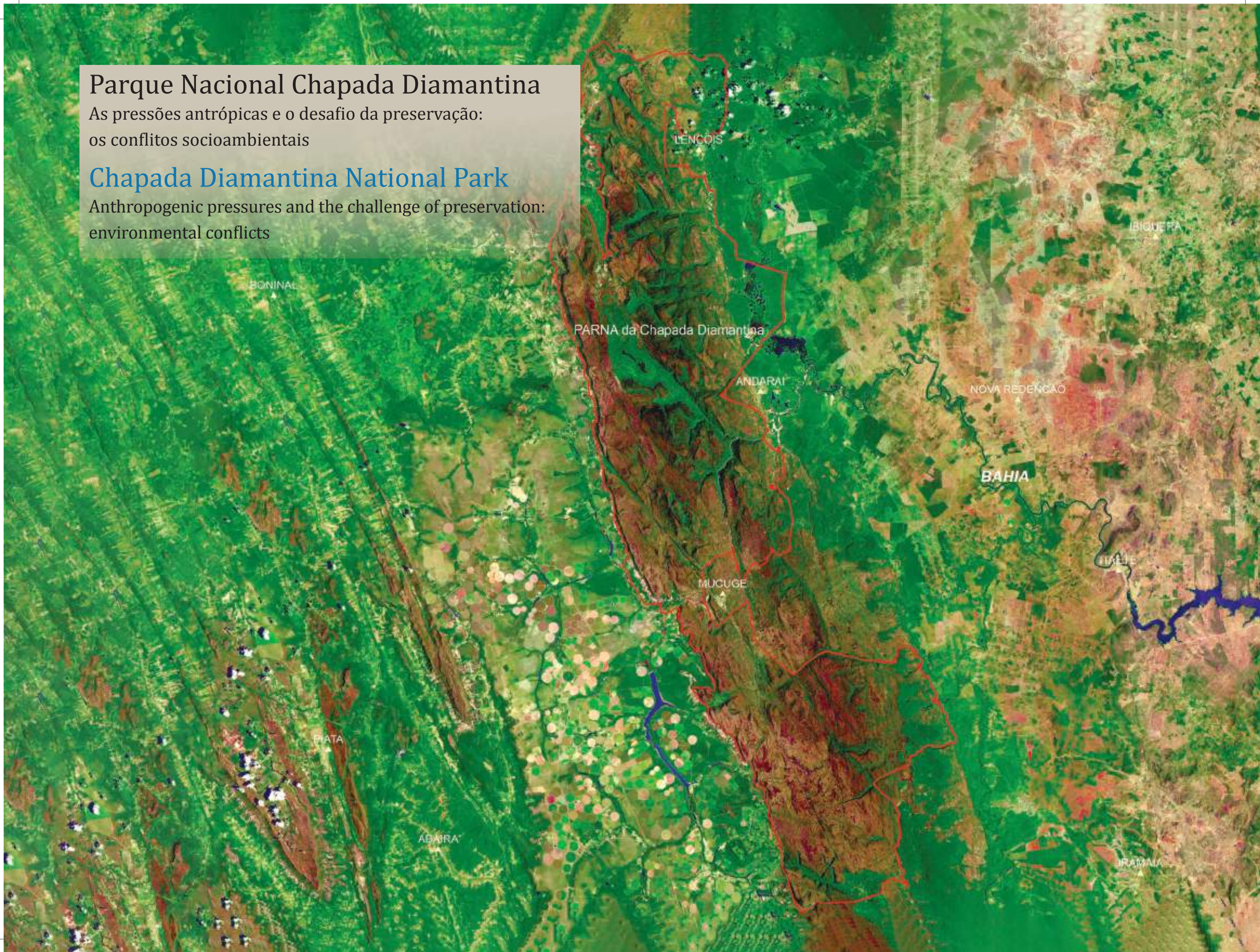
Thematic Map of Land Use and Land Use of the Serra da Capivara National Park, based on the digital processing of LandSAT 8 OLI images of 2016. Through the processing of satellite images over a 12-year period, the shrub physiognomy class. It was verified through the satellite images that of the 284,75 km² of shrub physiognomy in 2016, a total of 66,06 km² were areas with soil exposed in 2004 - a considerable increase in terms of shrub size and consequent improvement of the conditions of the flora and fauna. The records of anthropic areas within the park boundaries are discrete and areas with water bodies, cloud or cloud shade are minimal in relation to the total area of the parna. However, the expressiveness of degraded areas is recorded between one date and another, totaling 438.84 km².

Parque Nacional Chapada Diamantina

As pressões antrópicas e o desafio da preservação:
os conflitos socioambientais

Chapada Diamantina National Park

Anthropogenic pressures and the challenge of preservation:
environmental conflicts





BOA VISTA DO TUPIM

MARCONILIO SOUZA

PLANALTINO

PLANALTINO

Parque Nacional Chapada Diamantina

Carta-imagem multiespectral em pseudocolor, satélite LandSAT 8, sensor OLI, bandas espectrais RGB 654, fusionadas com a banda 8 (pancromática) para obtenção de resolução espacial de 15m, com filtragem linear 4x4 e realce de contraste por equalização de histogramas de frequência; ponto/órbita 217/69, data de aquisição da imagem 05/08/2014. Sistema de Referência WGS 84; coordenadas geográficas. Elaborada no CIEG/Dipes/Fundaj em dezembro de 2017.

O Parque Nacional Chapada Diamantina (Parna) está inserido no bioma Caatinga e está situado na porção central do estado da Bahia, com uma área de 152 mil hectares. O Parna está localizado entre as coordenadas 12° 25' - 13° 20' S e 41° 35' - 41° 20' W. A área abrange seis municípios do complexo setentrional da Cadeia do Espinhaço, dos quais se destacam: Andaraí, Ibicoara, Lençóis, Mucugê, Palmeiras e Itaité. As feições geomorfológicas da Serra do Sincorá delineiam os limites do Parna (JUNCÁ et al., 2005; GANEN e VIANA, 2006; BRITO, 2011). O Parna ocupa uma área de 3,64% da Chapada Diamantina, possuindo características ambientais, belezas cênicas e fatos históricos que são singulares para a Bahia (FERREIRA et al., 2012). A Unidade de Conservação (UC) é a mais importante área geocológica do território baiano, preservando belezas naturais ímpares do território nacional. Em decorrência deste fato, em 17 de Setembro de 1985, foi criado o Parque Nacional Chapada Diamantina que, de acordo com o Decreto Lei N° 91.655, Artigo 1º, tem por objetivo “proteger amostra dos ecossistemas da Serra do Sincorá, na Chapada Diamantina, assegurando a preservação de seus recursos naturais e proporcionando oportunidades controladas para uso pelo público, educação, pesquisa científica e também contribuindo para a preservação de sítios e estruturas de interesse histórico-cultural existentes na área” (BRASIL, 2007).

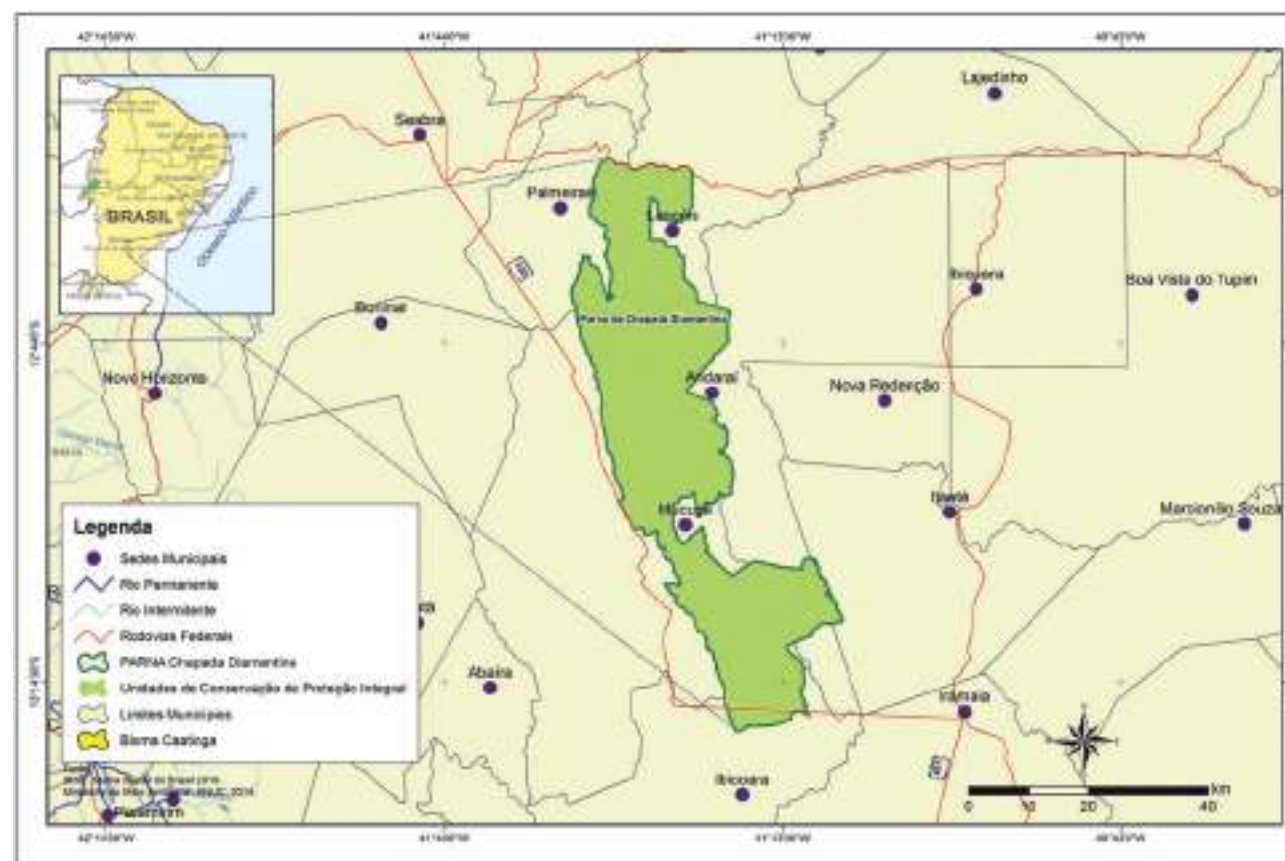
De fato, a região do Parna Chapada Diamantina é explorada desde as viagens para a colonização do interior das capitânicas nordestinas, seguindo com as explorações dos bandeirantes. Mas a Chapada Diamantina ganhou valorização com a descoberta do ouro, a partir do século XVII. A extração desse minério foi de tal maneira expressiva que em 1726 foram erguidas duas casas de fundição, uma em Jacobina e outra em Rio das Contas (GANEN e VIANA, 2006, BAHIA, 2010).

Assim, a origem dos conflitos no Parna remonta aos primórdios da mineração no período colonial, quando a região era povoada por garimpos rudimentares, e vai até os dias atuais com a mecanização e contaminação dos rios, especialmente pelo mercúrio utilizado no processo rudimentar de extração do ouro. Mas foi durante os séculos XVII e XVIII que o garimpo do ouro foi desenvolvido nos



Testemunhos erosionais situados no flanco ocidental do anticlinal do Morro do Pai Inácio, situado no Parna Chapada Diamantina. Foto: Neison Freire (2014).

Erosional cores situated on the western flank of the anticline of the Morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina National Park. Photo: Neison Freire (2014).



Mapa de Localização do Parna Chapada Diamantina.

Location map of the Chapada Diamantina Parna.

The Chapada Diamantina National Park (Parna) is inserted in the Caatinga biome, in the middle of the state of Bahia, with 152,000 hectares. The National Park is located between the coordinates 12° 25' - 13° 20' S and 41° 35' - 41° 20' W. The area covers six municipalities in the northern part of “Cadeia do Espinhaço,” the following stand out: Andaraí, Ibicoara, Lençóis, Mucugê, Palmeiras e Itaité. The geomorphologic Aspects of “Serra do Sincorá” delineate the boundaries of the Parna (JUNCÁ et al., 2005; GANEN e VIANA, 2006; BRITO, 2011). The Parna covers an area of 3.64% of the “Chapada Diamantina,” owning environmental Aspects, scenic beauty and historical facts that are singular for Bahia (FERREIRA et al., 2012).

The Conservation Unit (CU) is the most important geocological area of the State of Bahia, preserving unique natural beauties of Brazil (figure 4). Due to this fact, on September 17, 1985, the Chapada Diamantina National Park was enacted in accordance with Decree-Law No. 91655, Article 1, which aims to protect a sample of the ecosystems of “Serra Sincorá,” Chapada Diamantina, ensuring the preservation of its natural resources and providing controlled opportunities for public use, education, scientific research and also contributing to the preservation of sites and structures of historical and cultural interest existing in area” (BRASIL, 2007).

In fact, the region is explored since the voyages to colonize the interior of the northeastern captaincies (colonial Brazil), following with the explorations of the “Bandeirantes.” However, the Chapada Diamantina won appreciation with the discovery of gold, in the 17TH century. The extraction of this ore was so expressive that in 1726 two casting houses were built, one in Jacobina and another in Rio das Contas (GANEN and VIANA, 2006, BAHIA, 2010).

That way, the origin of the conflict dates back to the early days of mining during the colonial period, when rudimentary mines occupied the area, going up to the present day with the mechanization and contamination of rivers, especially by mercury used in rudimentary gold extractions processes. However, it was during the 17th and 18th centuries that the camp of gold was developed



Pantanal de Marimbus, na área de proteção ambiental do Parna Chapada Diamantina. Foto: Neison Freire (2014).

Marshland of Marimbus, Environmental Protection Area Parna of the Chapada Diamantina. Photo: Neison Freire (2014).

aluviões do Parna. Posteriormente, no século XIX, surgiram novos garimpos na Serra do Gagau, onde foram estabelecidos os garimpos de diamante (BRITO, 2007, BAHIA, 2010).

No interior do Parque Nacional Chapada Diamantina, vivem núcleos familiares que praticam agricultura de subsistência, em que se destaca o cultivo de café gourmet, além da pecuária extensiva. Na porção oeste, o Parque é pressionado pelo agronegócio, em virtude da expansão recente da soja e da batata, cujos cultivos mecanizados contaminam-se com fertilizantes e defensivos agrícolas da bacia do rio Alto Paraguaçu. Torna-se possível identificar nas imagens de satélites o registro espacial dessas atividades por meio dos diversos círculos de irrigação por pivot central.

Já a porção leste é marcada por vários conflitos socioambientais. Ali, a pesquisa de

campo detectou ações de mineração de areia e pedras para a construção civil, como também a falta de planejamento do turismo que faz com que a lucratividade deste negócio não esteja em mãos da população local, mas sim de empresários do Sul e Sudeste do País.

Há, também, forte especulação imobiliária com a proliferação de loteamentos residenciais, falta de saneamento básico nas cidades, surgimento de favelas em Lençóis e a inadequação do destino de resíduos sólidos (existência de lixões), dentre outros problemas que tendem a aumentar em quantidade e intensidade na região da Chapada Diamantina, segundo entrevista concedida pelo gestor do Parna aos pesquisadores quando da pesquisa de campo em 2014, relatada no videodocumentário “Caatingas em Risco” (2017) – parte integrante desta pesquisa.

in the alluviums of the Parna. Later, in the 19th century, new mines appeared in “Serra do Gagau,” where the diamond mines were established (BRITO, 2007, BAHIA, 2010).

Inside the Chapada Diamantina National Park live families who practice subsistence agriculture, highlighting the growth of *specialty* coffee, in addition to the extensive cattle breeding. In the west side, the Park is threatened by agribusiness, in view of the recent expansion of soybean and potato, whose mechanized crops contaminate with fertilizers and pesticides Alto Paraguaçu River basin. It becomes possible to identify these activities in the satellite images through the several circles of central pivot irrigation.

On the other hand, the east side is marked by several socio-environmental

conflicts. The field research has detected in this area activities of sand and stone mining for the construction industry, as well as, the lack of a tourism planning. That way the profits of the business go to entrepreneurs in the South and Southeast of the Country, instead of the local population.

There is also strong real estate speculation with the increase of residential building lots, lack of basic sanitation, emergence of slums in “Lençóis” and the inadequacy of solid waste destination (existence of dumps), among other problems that tend to develop in number and intensity in Chapada Diamantina region, according to the interview with the Parna manager in field research in 2014, reported in the video documentary “Caatingas em Risco” (2017) - part of this research.

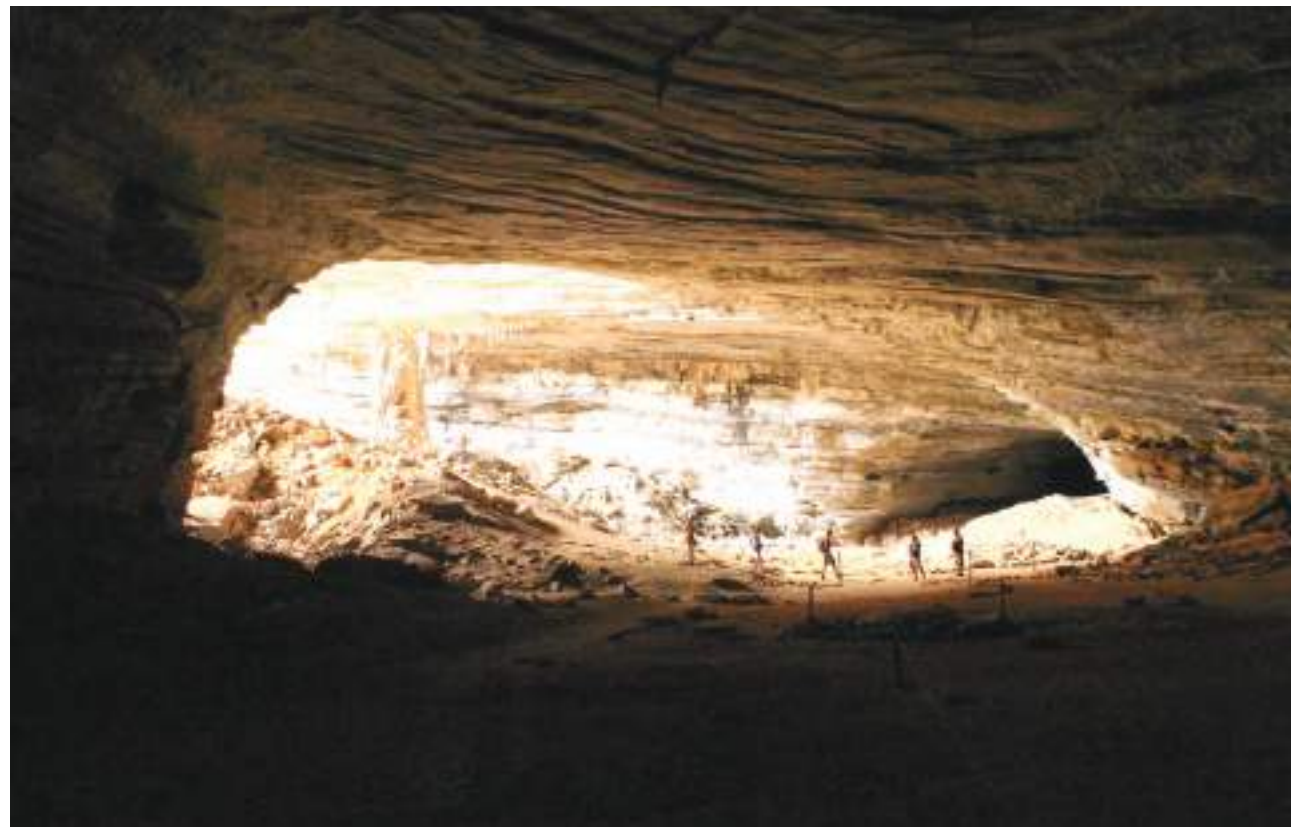


Panoramas do relevo exuberante da Unidade de Conservação (UC), sendo a mais importante área geoeológica do Estado da Bahia; criada para proteger amostras dos ecossistemas da Serra do Sincorá, a UC objetiva assegurar a preservação de recursos naturais da Chapada Diamantina. Fotos: Freire, 2014.

Panoramic view of the exuberant relief of the Conservation Unit (UC), the most important geoeological area of the State of Bahia; created to protect samples of the ecosystems of the “Serra do Sincorá,” the CU aims to ensure the preservation of natural resources of the “Chapada Diamantina.” Photos: Freire, 2014.

A garimpagem deixou marcas que persistem na paisagem, principalmente, no relevo onde foram encontrados o ouro e o diamante. Houve intensa exploração dos solos e retirada da vegetação nativa, causando perda de fertilidade, erosão superficial e assoreamentos dos rios. Os riscos à fauna e flora são acrescidos quando se observa o desenvolvimento de práticas predatórias nas terras agricultáveis e na expansão da pecuária extensiva (GANEN e VIANA, 2006; SANTOS et al., 2010; BRITO, 2011).

Esses riscos estão associados, desde a colonização, à utilização do fogo para expansão da frente agrícola, bem como, para o manejo do solo. De fato, essa prática na Chapada Diamantina é muito utilizada para aumento da área de plantio. Ocorre que as condições físicas do Parque são propícias à propagação do fogo, principalmente nos campos de vegetação herbácea e arbustiva. Sendo assim, fugindo do controle dos agricultores e pecuaristas, o fogo e a caça colocam em constante risco a flora e fauna nativas dessa região. A extinção da Anta (*Tapirus Terrestris* Linnaeus, 1758) é um exemplo de anos de exploração dos recursos naturais de maneira desordenada no Parna (GANEN e VIANA, 2006; PEREIRA, 2010; BRITO, 2011).



Gruta da Lapa Doce, Iraquara, BA.
Foto: Neison Freire, 2014.

Além desses fatos, a composição florística é afetada pela exploração da flora nativa, sendo a mais comum forma de exploração a retirada da espécie “Sempre-viva de Mucugê” (*Comanthera mucugensis* (Giul.) L.R. Parra & Giul.), a qual é ilegal. Segundo informações obtidas *in loco*, a espécie é explorada para comercialização e, após o corte seletivo, coloca-se fogo nas áreas de ocorrência para que esta cresça rapidamente (GONÇALVES et al., 2011; BRITO, 2011).

Entretanto, em decorrência de algumas áreas do Parna apresentarem relevo íngreme e vales escarpados, essa ação ilegal permite a expansão do fogo, que se propaga sem controle, muitas vezes em grandes proporções. As áreas afetadas têm, no geral, vegetação herbácea e arbustiva, além de matas secas nas encostas. Assim, torna-se possível que as ocorrências de fogo estejam relacionadas com esta e outras atividades antrópicas no Parna, onde se percebe que não há intervalo de tempo entre a regeneração das espécies e a nova ocorrência (MESQUITA et al., 2011; BRITO, 2009).

A Chapada Diamantina é dividida em dois domínios geológicos: Chapada Diamantina Ocidental e Chapada Diamantina Oriental. A separação em dois domínios se dá pelo lineamento Barra do Mendes-João Correia. Esse



Feições das litofácies com cotas sedimentares que apresentam idades mesoproterozóica e neoproterozóica, localizadas no Parna da Chapada Diamantina. Fotos: Freire, 2014.

Characteristics of lithofacies with sedimentary quotas that present Neoproterozoic and Neoproterozoic ages, located in the Parna Chapada Diamantina. Photos: Freire, 2014.



The gold mining left marks that persist in the landscape, mainly on relief. There were an intense soil exploration and removal of native vegetation, causing loss of fertility, surface erosion and silting of rivers. The risks to the fauna and flora are increased when observing the development of predatory practices on agricultural land and the expansion of extensive livestock (GANEN e VIANA, 2006; SANTOS et al., 2010; BRITO, 2011).

Since colonization, these risks are the associated risks with the use of fire for expansion of the agricultural frontier, as well as, for soil management. In fact, this practice is widely used in Chapada Diamantina to increase the planting area. It turns out that the Park's physical conditions are conducive to the spread of fire, mainly in the fields of herbaceous and shrubs vegetation. Therefore, uncontrolled fire and hunting place in constant risk the native flora and fauna of that region. The extinction of the Tapir (*Tapirus terrestris* Linnaeus, 1758) is an example of

years of exploitation of the natural resources (GANEN and VIANA, 2006; PEREIRA, 2010; BRITO, 2011).

Besides these facts, the floristic composition is affected by the exploration of the native flora, the most common form of exploration is the removal of the species “Sempre-viva de Mucugê” (*Comanthera mucugensis* (Giul.) L.R. Parra & Giul.), which is illegal. According to information obtained *in loco* the species is exploited for sale and, after selective cutting, the occurrence area is set on fire for the species grow quickly (GONÇALVES et al., 2011; BRITO, 2011).

However, because some areas of the Parna have steep relief and steep valleys, this illegal activity allows the expansion of the fire, which spreads uncontrollably, often in large proportions. The affected areas have, in general, herbaceous and shrub vegetation, and dry forests on the slopes. Therefore, it is possible that the fire occurrences are also related to other anthropogenic activities



Feições do relevo planáltico, escarpado, localizados Parna da Chapada Diamantina, (Morro Pai Inácio) com áreas rebaixadas e interplanálticas delimitadas. Fotos: Freire, 2014.

Aspects of the rugged planaltic relief, Chapada Diamantina Parna, with lowered areas and Inter-planar delimited. Photos: Freire, 2014.



lineamento apresenta direcionamentos NNW-SSE, os quais foram feitos pelos eventos tectônicos do Proterozoico, com mais 1,7 bilhões de anos, que construíram dobras anticlinais e sinclinais (SILVA, 1994; FUNCH, 1997; ASSUMPÇÃO e HADLICH, 2009; PEREIRA, 2010; ARAÚJO, 2012).

Geograficamente o Parna se localiza na parte Setentrional da Cadeia do Espinhaço, fazendo parte da Microrregião Meridional da Chapada Diamantina. O Parna Chapada Diamantina está sobre o Complexo Granitoide do embasamento cristalino, com idade superior ao Supergrupo Espinhaço. Este apresenta rochas metamórficas e metamórficas-migmatíticas que compõem a litoestratigrafia desse grupo (SILVA, 1994; FUNCH, 1997; NEU e SEABRA, 2004; PEREIRA, 2010; COUTO et al., 2011). A área está sob o domínio Pré-Espinhaço, que foi dividido em três “complexos”: granulítico, metamórfico e metamórfico-migmatítico (SILVA, 1994; MOITINHO, 2011; ARAÚJO, 2012).

Portanto, a área de estudo, pode ser considerada como uma Bacia Sucessora, que apresentou ciclos de deposições que se diferenciaram ao longo do tempo: marinho, lacustre, eólico, desértico. Essas cotas sedimentares estão depositadas em um *Rift* que se formou no embasamento cristalino, aonde os sedimentos inferiores iam se acomodando no estilo *layer caker*. Esses sedimentos oriundos dos efeitos isostático e eustático se apresentam como litofáceis e litotipos que correspondem aos depósitos superiores de uma bacia (mar epicontinental) de água salgada e rasa (SILVA, 1994; ZAPPI et al., 2003).

O território do Parna Chapada Diamantina tem um relevo acidentado, em que a topografia apresenta altitude média de 200 a 800 metros, com relevo residual, exceto o Pico do Barbado, com 2.033 m de altitude, no município de Abaíara (ZAPPI et al., 2003;

in the National Park, where no time gap observed between the regeneration of species and a new recurrence (MESQUITA et al., 2011; BRITO, 2009).

The Chapada Diamantina is divided into two geological domains: Eastern and Western. The separation in two domains is given by the Barra do Mendes-João Correia lineament. This lineament presents NNW-SSE directions, which were made by the Proterozoic tectonic events, with over 1,7 billion years, who built anticlinal and synclines folds (SILVA, 1994; FUNCH, 1997; ASSUMPÇÃO e HADLICH, 2009; PEREIRA, 2010; ARAÚJO, 2012).

Geographically the Parna is located in the Northern part of Serra do Espinhaço, being part of the Southern Microrregion of Chapada Diamantina. Parna Chapada Diamantina is in the Granitic complex on crystalline basement, older than the Espinhaço Super group. It presents metamorphic and metamorphic-migmatite rocks that make up

the lithostratigraphy of this group (SILVA, 1994; FUNCH, 1997; NEU and SEABRA, 2004; PEREIRA, 2010; COUTO et al., 2011). The area is under the Pre-Espinhaço domain, which was divided into three “complexes”: granulite, metamorphic core, and metamorphic-migmatite (SILVA, 1994; MOITINHO, 2011; ARAÚJO, 2012).

Therefore, the study area can be considered as a Successor Basin, which presented cycles of depositions that differed over time: marine, lacustrine, wind, and desert. These sedimentary quotas are deposited in a *Rift* formed in the crystalline basement, where the lower sediments were accommodating in a *caker layer style*. These sediments originated from the isostatic and eustatic effects are presented as lithofacies and lithotypes, which correspond to the upper deposits of a bowl (Epicontinental Sea) of shallow and salt water (SILVA, 1994; ZAPPI et al., 2003).



Rio das Contas no Parna Chapada Diamantina. Foto: Freire, 2014.

De Contas River, Parna Chapada Diamantina. Photo: Freire, 2014.



De cima para baixo, da esquerda para a direita: feições das formações vegetacionais existentes em decorrência de caracteres edafoclimáticos como: A: Vegetação de Caatinga na Depressão Sertaneja; B: Bioma Cerrado em áreas de solos argilosos; C: Floresta Estacional Semidecidual, encontrada a barlavento das encostas suaves; e D: Campos rupestres ou Gerais, nas áreas de platôs das chapadas, localizadas Parna da Chapada Diamantina. Fotos: Freire, 2014.

From top to bottom, left to right: Aspects of the existing vegetation formation due to edaphoclimatic characters: A: Caatinga vegetation in the Sertaneja Depression; B: Cerrado biome in areas of clay soils; C: Seasonal Semideciduous Forest, on windward side of the soft slopes, and D: Rupestrine fields or "Gerais", in highlands plateaus, Chapada Diamantina Parna. Photos: Freire, 2014.

JUNCÁ et al., 2005; ASSUMPÇÃO e HADLICH, 2009; BAHIA, 2010; FERREIRA et al., 2012).

A área abriga as maiores altitudes da Bahia e do Nordeste Brasileiro (NASCIMENTO et al., 2010). O relevo acidentado do Parna, em algumas áreas, como o Pico Barbado, representa relevos acidentados, que tiveram origem nos períodos erosivos (desnundacionais) do Cretáceo ao Terciário, e formaram superfícies geomorfologicamente conhecidas, tais como Post-Godwana (Cretáceo Superior), Sul-americana (Terciário) e Velha (Terciário Superior) (SILVA, 1994; JUNCÁ et al., 2005; MOITINHO, 2011; ARAÚJO, 2012).

O Parque Nacional Chapada Diamantina é marcado por divisores topográficos de bacias

hidrográficas, onde estão o Pico do Barbado (2.033 m) e a Serra Guiné, com altitude média de 1700 m. Essa região é conhecida como "fonte d'água", pois as reservas hídricas são importantes para o estado da Bahia (JUNCÁ et al., 2005; NASCIMENTO et al., 2010).

Os Rios Paraguaçu e das Contas, além de tributários que nascem na porção Centro-Occidental, compõem a hidrografia regional. O padrão de drenagem do Parna é retangular-dendrítica, por onde os cursos d'água aproveitam os vales encaixados e falhas regionais para fluírem. Os principais rios do Parna são perenes, entretanto seus afluentes são intermitentes. Estes acompanham os regimes anuais de chuvas da região. Os rios da

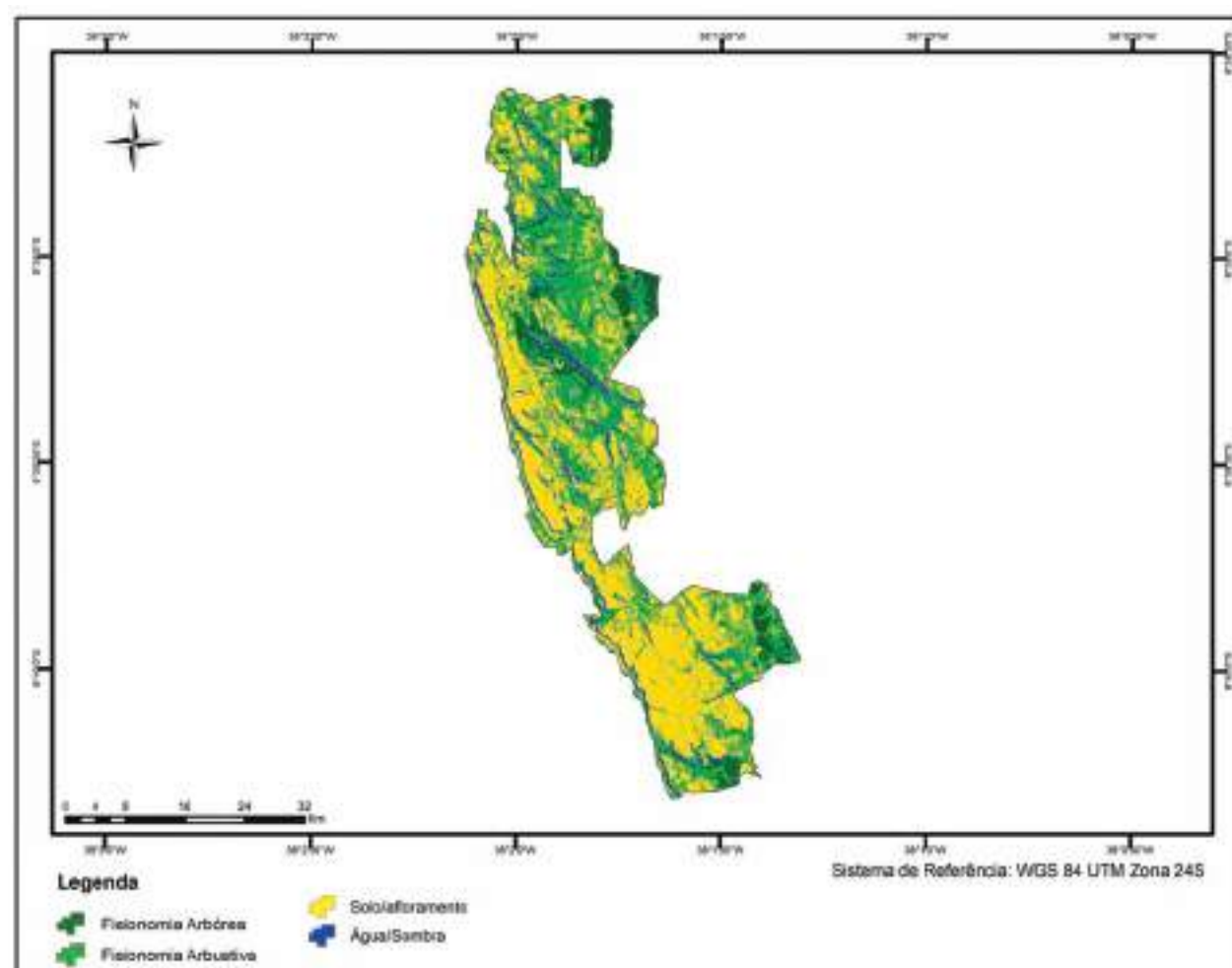
The landscape of Chapada Diamantina Parna has a steep relief, where the topography has an average altitude of 200-800 meters, with residual relief, except the "Pico do Barbado", with 2,033 m of altitude, in Abaíra municipality (APPI et al., 2003; JUNCÁ et al., 2005; ASSUMPÇÃO and HADLICH, 2009; BAHIA, 2010; FERREIRA et al., 2012).

The area is home to the highest altitudes of Bahia and the Brazilian Northeast (NASCIMENTO et al., 2010). In some areas, the rugged relief of the Parna, such as "Pico do Barbado", were originated in the erosive periods (denudation) from the Cretaceous to the Tertiary and formed geomorphological surfaces known as Post-Gondwana (Upper

Cretaceous), South-American (Tertiary) and Old (Upper Tertiary) (SILVA, 1994; JUNCÁ et al., 2005; MOITINHO, 2011; ARAÚJO, 2012).

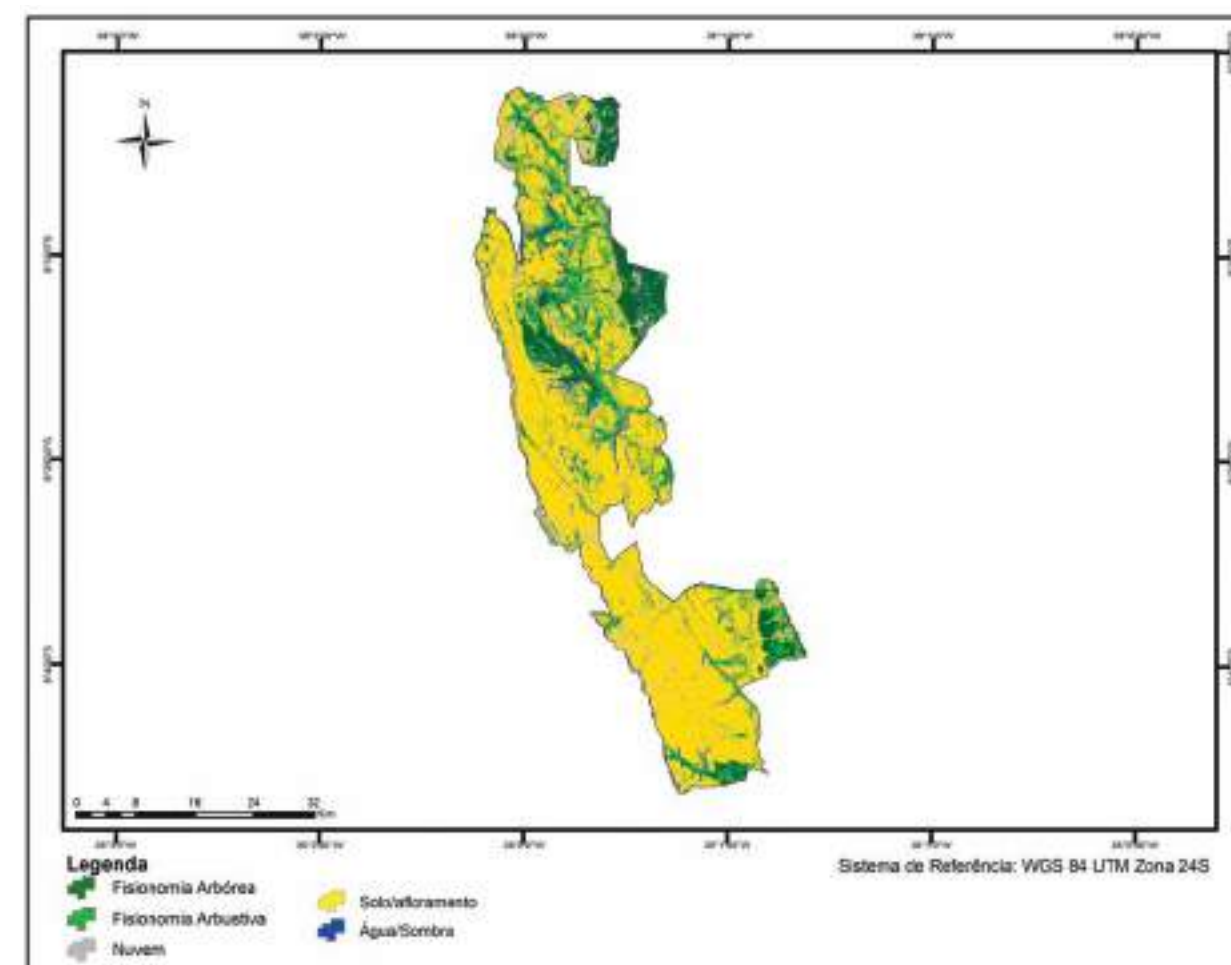
The Chapada Diamantina National Park is marked by topographic dividers of hydrographic basins, where are the "Pico do Barbado" (2,033 m) and the "Serra Guiné", with an average altitude of 1,700 m. This region is known as "source of waters" because the water reserves are crucial for the state of Bahia (JUNCÁ et al., 2005; NASCIMENTO et al., 2010).

The Rivers Paraguaçu and Contas, plus tributaries born in the West-Central portion, make up the regional hydrography. The Parna drainage pattern is rectangular-



Mapa Temático de Uso e Ocupação do Parna da Chapada Diamantina, elaborado a partir de imagem LandsAT 7 ETM+ 15/10/2006.

Landuse/landcover Thematic Map of Chapada Diamantina Parna, elaborated from Landsat 7 ETM + 10/15/2006.



Mapa Temático de Uso e Ocupação do Parna da Chapada Diamantina, elaborado a partir de imagem LandsAT 8 OLI + 10/15/2006.

Landuse/landcover Thematic Map of Chapada Diamantina Parna, elaborated from Landsat 8 OLI + 10/15/2006.

parte ocidental do Parque são afluentes do Rio São Francisco e a outra parte abastece os Rios Paraguaçu e Contas, que são importantes para o abastecimento da Região Metropolitana de Salvador (NASCIMENTO et al., 2010; ASSUMPÇÃO e HADLICH, 2009; BAHIA, 2010).

Em decorrência de ser uma área extensa em território, no Parna Chapada Diamantina, registram-se feições geológicas e geomorfológicas, que se caracterizam em *habitats* e ou refúgios vegetacionais, que refletem o ambiente. Nas áreas que são encontradas a vegetação de Caatinga, o clima predominante é o Tropical quente e seco, com chuvas irregulares. Essa variabilidade climática do bioma se refere a fatores, em que na porção semiárida, periodicamente é afetada pela ocorrência de estiagens, e devido principalmente à irregularidade da estação chuvosa na região, existe a predominância de chuvas intensas e de curta duração.

Assim, esse bioma ocorre em condições de relevo suave a ondulado, como no caso da Depressão Sertaneja, com altitude inferior a 500 m, que é em sua maioria a extensão do Parna. No estado da Bahia, o bioma é encontrado na porção Central, e também no entorno do Parna. Contudo, no Parna o bioma de Florestas Secas de Caatinga está associado a outros ecossistemas relacionados à ocorrência de estiagens, como o Cerrado, nas áreas planas com Latossolos vermelho-amarelados, com textura argilosa e Florestas Estacionais Semidecíduais, nas encostas suaves a barlavento - as chamadas Matas Secas, enquanto nas áreas de platô, registram-se os campos rupestres, ou as Gerais.

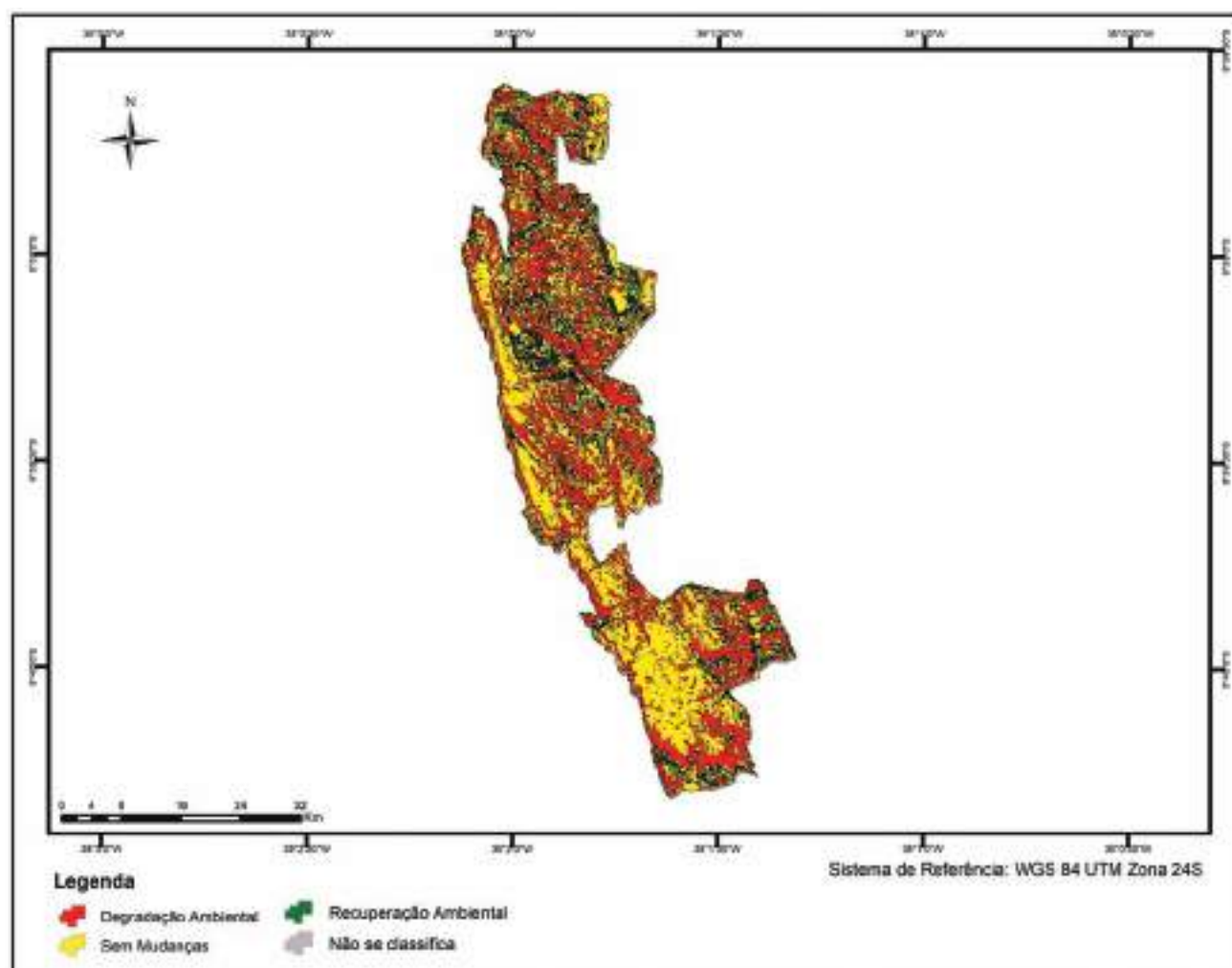
Em resposta às variações climáticas, o Bioma Caatinga é marcado por uma vegetação xerófila (adaptadas ao clima seco), com espécies que apresentam caracteres de árvores e arbustos de pequeno porte e ramificados, geralmente estes são espinhosos, além

dendritic where the watercourses follow the embedded valleys and regional faults to flow. The main rivers of the Parna are perennial, though its tributaries are intermittent. These are accompanying the annual rainfall regimes of the region. The rivers of the western side of the Park are tributaries of the São Francisco River, the other part supplies the rivers Paraguaçu and Contas, which are important for supplying the metropolitan area of Salvador (NASCIMENTO et al., 2010; ASSUMPÇÃO e HADLICH, 2009; BAHIA, 2010).

Considering the extensive area of the Parna Chapada Diamantina, the geological and geomorphological Aspects recorded, are characterized in *habitats* and vegetation refuges that reflect the environment. In areas with Caatinga vegetation, the predominant climate is Tropical warm and dry, with irregular rainfall. This biome climatic variability refers to factors, in which in the

semi-arid portion, is periodically affected by the occurrence of droughts, and due mainly to the irregularity of the rainy season in the region, there is the predominance of intense and short duration rain.

Thus, this biome occurs in, mild to undulating relief conditions, as in the case of the Sertaneja Depression, with an altitude of less than 500 m, as in the most of the Parna. In the state of Bahia, the biome is found in the Central portion, and in the surroundings of the Parna. However, in the Parna, the dry forest biome of Caatinga is associated with other ecosystems related to the occurrence of droughts, such as the Cerrado, in the flat areas with reddish-yellowish Oxisols with clayey texture and Seasonal Semideciduous Forests, on the soft slopes to windward side - so-called Dry forest, while in the plateau areas, rock fields and "Gerais."



Mapa Temático da Dinâmica de Uso e Ocupação do Parna Chapada Diamantina entre 2006 e 2016, elaborado a partir das Classificações Supervisionadas de imagens Landsat 7 ETM+ e Landsat 8 OLI, respectivamente.

Thematic Map of the land use /land cover dynamics of Chapada Diamantina National Parna between 2006 and 2016, elaborated from Supervised Classification of Landsat 7 ETM+ Landsat 8 OLI, respectively.

exímia de formas de vida como as *Cactaceae*, *Bromeliaceae*.

Analisando a composição florística e fitofisionômica no Parna, a área apresenta bom estado de conservação, uma vez que, nela, resguarda-se a Depressão Sertaneja, segundo (CONCEIÇÃO e PIVELLO, 2011). Vale ressaltar que as demais áreas apresentam uma composição florística que difere da Caatinga registrada nas demais porções do Nordeste Brasileiro.

Ao verificar o mosaico vegetal, observa-se a predominância de espécies arbustivo-arbórea, que contemplam indivíduos que alcançam mais de 6 m de altura. No Parna, a fitofisionomia do estrato arbóreo é constituída por árvores pequenas e arbustos com até 3m de altura, além da forma de vida herbácea, que é descontínua, e anual. Contudo, essas formações apresentam espécies não comuns na Caatinga, como agrupamentos

de *Orchidaceae*, *Poaceae* e *Cyperaceae*. Entretanto, nas formações mais arbóreas, as espécies suculentas, como as *Cactaceae*, estão associadas às formações florestais com dossel que atinge mais de 10m, nas áreas de altitudes mais baixas, e suave declividade, correspondendo às florestas estacionais de encosta (QUEIROZ et al., 2005).

Em decorrência da vasta extensão territorial, o Parna Chapada Diamantina contempla diversas condições edafoclimáticas, tais como: topográficas, geológicas e climáticas. Por essa razão, entre as formações mais expressivas em nível de fitofisionomia são as Florestas Estacionais, ou matas secas. Estas abrangem as encostas com declives suaves dos chapadões, contornando gradualmente as áreas com menor umidade, alcançando, então, os platôs das chapadas, que podem chegar a 800 metros de altitude (FUNCH, 1997, RIBEIRO-

In response to climatic variations, the Caatinga Biome is marked by xerophilous vegetation (adapted to the dry climate), with species presenting characters of branched small trees and shrubs, usually thorny, plus unique life forms like *Cactaceae*, *Bromeliaceae*.

Analyzing the floristic and the phytophysiognomy composition in the Parna, the area shows good conservation condition, once it keeps protected the Sertaneja Depression, according to (CONCEIÇÃO and PIVELLO, 2011). It is worth mentioning that other areas present a floristic composition that differs from the Caatinga recorded in other parts of northeastern Brazil.

When checking the vegetation mosaic, we observe the predominance of shrubby-arboreal species, which individuals reach more than 6 m in height. In the Parna, the phytophysiognomy of the arboreal stratum is constituted by small trees and shrubs, up to 3m height, besides the herbaceous, which are discontinuous, and annual. However,

these formations have uncommon species in the Caatinga, as the clusters of *Orchidaceae*, *Poaceae*, and *Cyperaceae*. Still, most tree formations, the succulent species, such as *Cactaceae*, are associated to forests with canopy that reaches more than 10m in the areas of lower altitudes and gentle slope, corresponding to hillside seasonal forests (QUEIROZ et al., 2005).

Because of the vast territorial extension, the Chapada Diamantina Parna contemplates diverse edaphoclimatic conditions, such as topographic, geological and climatic. For this reason, among the most expressive phytophysiognomy formations are the Seasonal or dry forests. They cover the slopes with gentle declivity of the plateaus, gradually surrounding the areas with lower humidity, reaching, then, the high plateaus of the plateaus that can reach 800 meters (FUNCH, 1997, RIBEIRO-FILHO, et al., 2009). Thus, the forests found on the slopes of sandstone plateaus expose seasonality more than the riparian, meaning that these dry forests lose their leaves in the dry season. Nevertheless,

Áreas Classificadas do Parna da Chapada Diamantina - 2016 (km²)

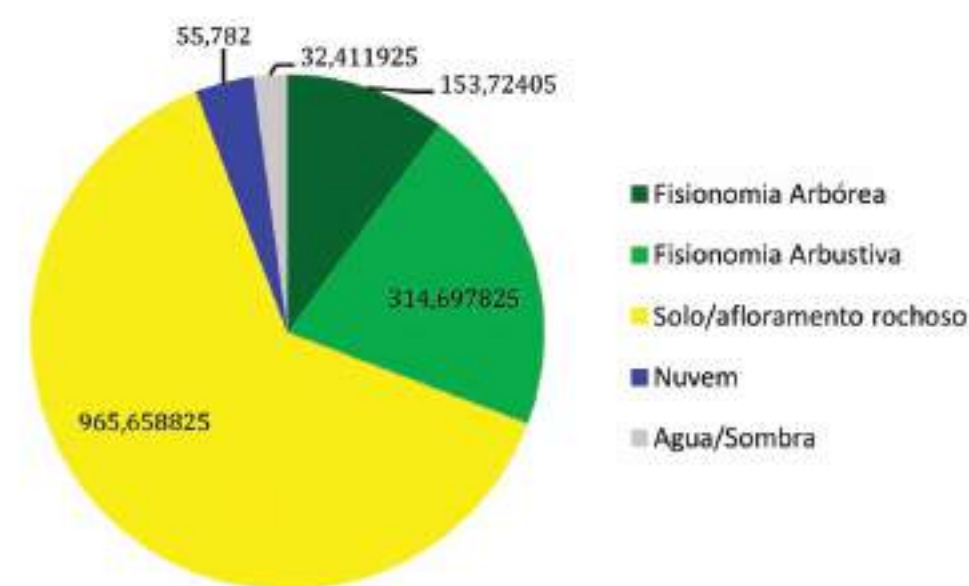


Gráfico das áreas classificadas do Parna da Chapada Diamantina em 2016 (km²).
Classified areas from Chapada Diamantina National Park, 2016 (km²).

FILHO, et al., 2009). Assim, as florestas encontradas nas encostas das chapadas de arenito expõem uma estacionalidade a mais que as ciliares, tendo em vista, que essas matas secas perdem suas folhas no período de estiagem. Contudo, em áreas elevadas, com mais de 1000m estão as Florestas Pluviais, ou, perenifólias, que apresentam espécies típicas de Mata Atlântica (NASCIMENTO et al., 2010).

Para o mapeamento da dinâmica da cobertura do solo no Parna da Chapada Diamantina foram utilizadas imagens dos satélites LandSAT 7 ETM+ e LandSAT 8 OLI com datas de aquisição das cenas de 15/10/2006 e 30/11/2016, respectivamente.

Ao compararmos os mapas, observamos o avanço de áreas com solo exposto da data mais antiga para a mais nova, bem como a diminuição tanto dos corpos hídricos superficiais, como as áreas com vegetação de fisionomia arbórea. Tal dinâmica se deve, em grande parte, à prolongada seca por que passou em 2016 o Parna, inclusive com a ocorrência de grandes incêndios florestais,

conforme relatou o gestor da UC durante os trabalhos de pesquisa de campo e relatos de jornais de âmbito nacional.

Após a realização do mapeamento temático, procedeu-se à análise espacial, por meio de algoritmo especialmente elaborado para comparar as áreas entre as duas datas, indicando espacialmente as áreas onde houve recuperação ambiental, degradação ambiental, sem mudanças ou onde não era possível determinar a dinâmica devido à presença de nuvens ou sombras de nuvens em algumas das datas das cenas orbitais utilizadas. O resultado desta análise espacial é elucidado por meio da figura a seguir.

A vegetação do Parna Chapada Diamantina encontra-se em sua quase totalidade bem conservada, mesmo considerando-se que, entre os anos de 2011 a 2013, a UC tenha passado por numerosos incêndios florestais. Isso afetou, principalmente, as áreas de vegetação de Cerrado, Matas Secas e os campos rupestres, como foi evidenciado por meio das imagens satelitais utilizadas na pesquisa. Contudo, para o ano de 2014, a equipe de

the Rainforests are in areas with more than 1000m, or, evergreens, presenting typical species of the Atlantic Forest (NASCIMENTO et al., 2010).

For the dynamic mapping of land cover in Chapada Diamantina National Park were used Landsat 7 and Landsat ETM 8 OLI satellite images with acquisition date on 10/15/2006 and 11/30/2016, respectively.

When comparing the maps, we observed the advance of areas with exposed soil from the older to the youngest, as well as, the decrease of both surface water bodies and areas with arboreal physiognomy. Such dynamic is due to, most part, the 2016 prolonged drought in the Parna, including the occurrence of massive wildfires, as reported by the UC Manager during the field research, and from newspapers nationwide.

After thematic mapping was carried out, a spatial analysis was performed, using a specially developed algorithm to compare the areas between the two dates, spatially indicating the areas where there was environmental recovery, environmental

degradation, no changes or where it was not possible to determine the dynamics due to the presence of clouds or cloud shadows in some of the dates of the orbital scenes used. The result of this spatial analysis is in the following figure.

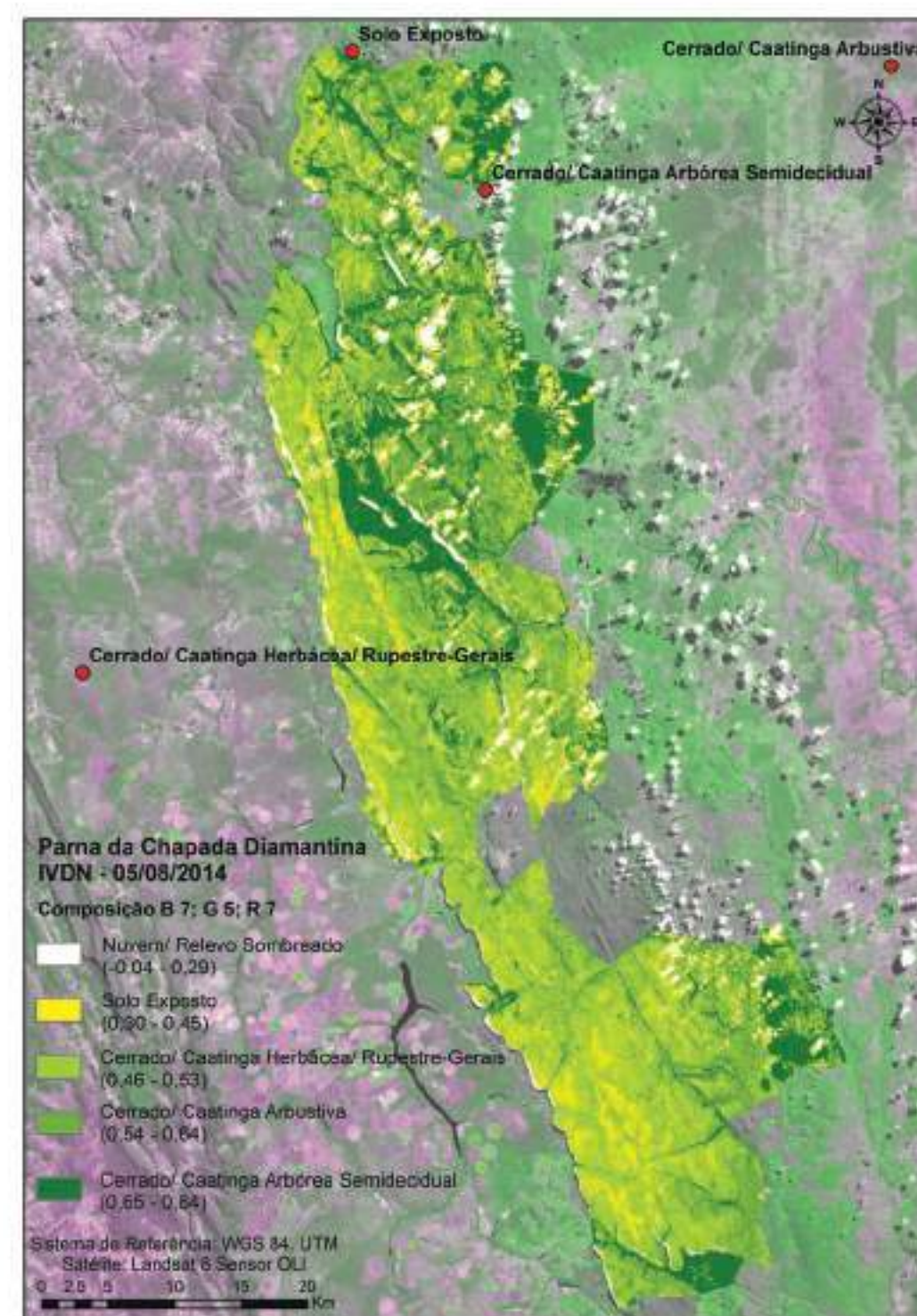
The Chapada Diamantina Parna vegetation is mostly well preserved, even considering that between the years 2011 to 2013, the CU has been through numerous wildfires. This affected mainly the areas of Cerrado vegetation, Dry Forests, and rupestrian fields, as was evidenced by the satellite images used in the research. However, in 2014, the research team found that the areas were regenerating.

Other conflicts that threaten the vegetative composition of Parna and its management are related to agribusiness, associated to the mechanization in the surroundings and opening of new vicinal roads, as well as, disordered tourism, carried out by poorly trained teams, that do not respect the established limit for the area.

pesquisadores constatou que as áreas estavam em estado de regeneração.

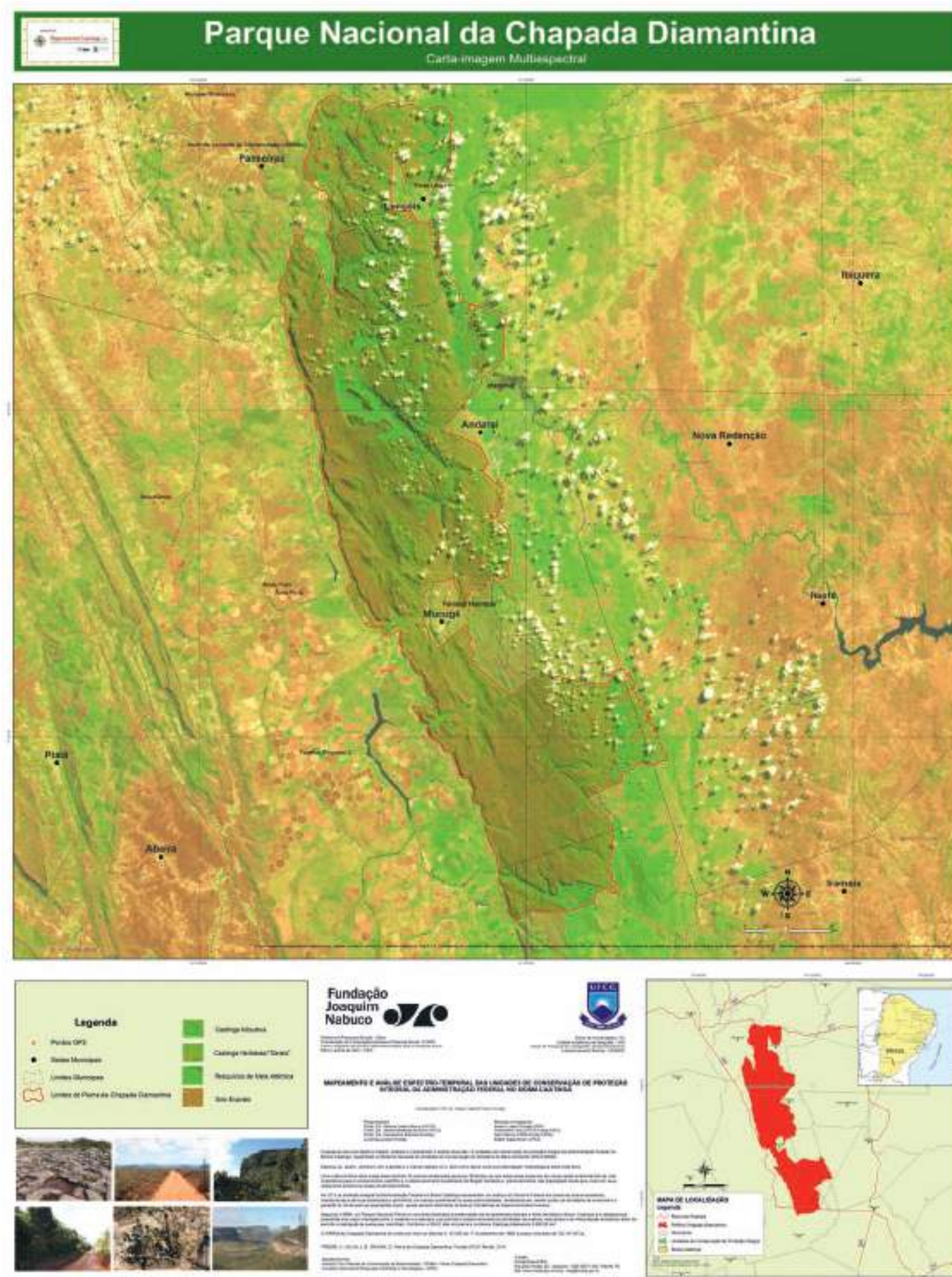
Outros conflitos que ameaçam as composições vegetacionais do Parna e de sua gestão estão relacionados com o agronegócio,

associado à mecanização no entorno e abertura de novas estradas vicinais, além do turismo desordenado, realizado por equipes mal treinadas, que desrespeitam o limite máximo estabelecido para a área.



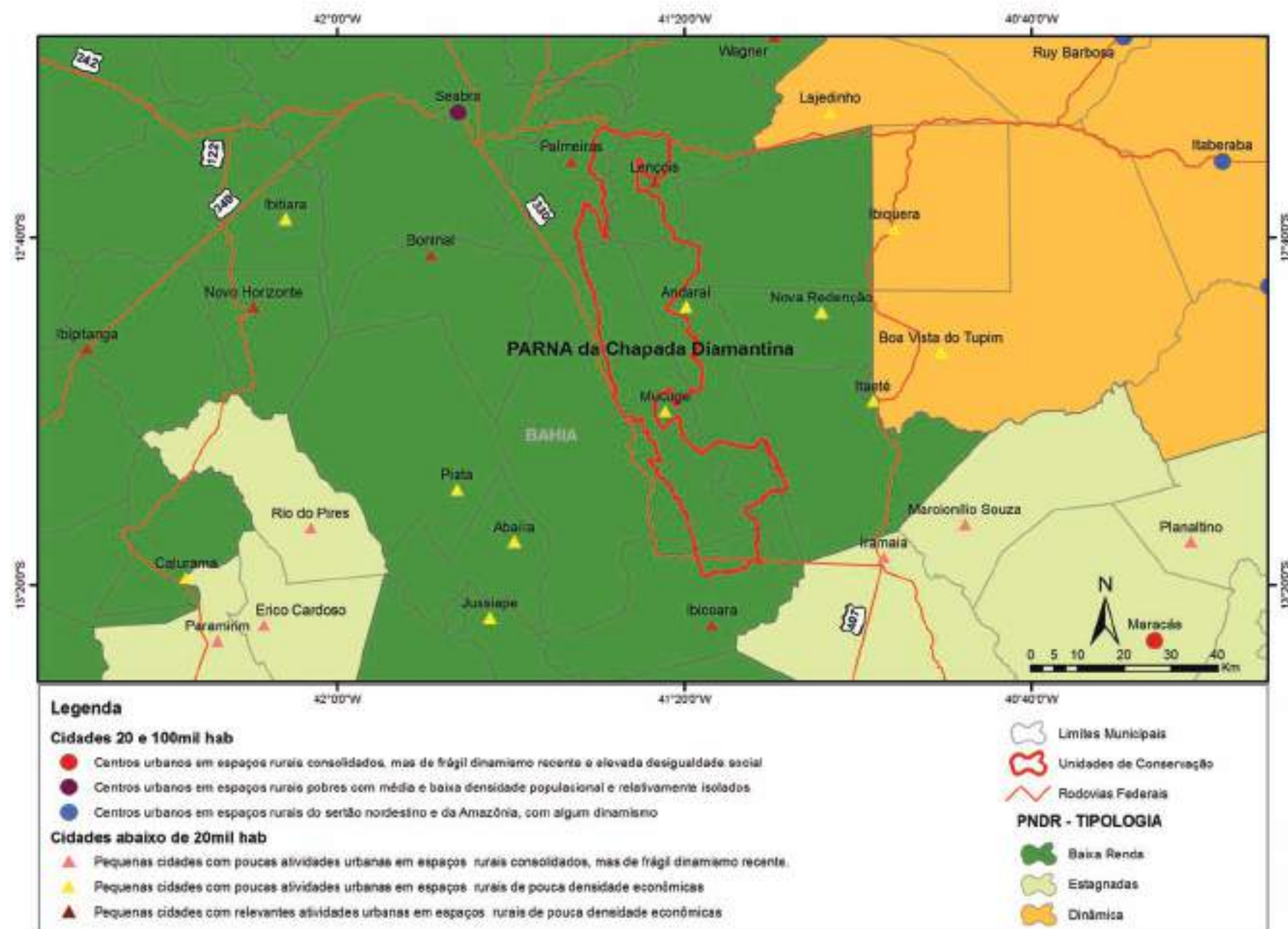
Carta-imagem do índice de Vegetação da Diferença Normalizada (IVDN) do Parna da Chapada Diamantina e entorno de 2014.

Photoimage of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) of Chapada Diamantina Park and surroundings, 2014.



Carta-imagem do Parna Chapada Diamantina elaborada a partir de imagem LandSAT 8 OLI com data de 05/08/2014, em combinação multiespectral RGB 654, fusionadas com a banda pancromática 8 para obtenção de resolução espacial de 15m. Cartas-imagem como esta foram enviadas plotadas em papel fotográfico de alto brilho, acompanhada de pen-drive, ao gestor de cada uma das quatorze unidades de conservação pesquisada.

Chapada Diamantina National Park image-chart elaborated from LandSAT 8 OLI image dated 05/08/2014, in combination multiespectral RGB 654, fused with panchromatic band 8 to obtain spatial resolution of 15m. Image-charts like this were sent on high-gloss photographic paper, accompanied by a pen-drive, to the manager of each of the fourteen conservation units surveyed.



Mapa do entorno do Parque Nacional Chapada Diamantina: Política Nacional de Desenvolvimento Regional (Ministério da Integração Nacional, 2005) e Tipologia das Cidades Brasileiras (Ministério das Cidades, 2011). A região do Parque Nacional da Chapada Diamantina está inserida num contexto de microrregiões da Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR) de Baixa Renda, embora exista proximidade geográfica com outras tipologias: dinâmicas e estagnadas. A rede urbana apresenta uma tipologia marcada por pequenas e médias cidades que variam entre duas classes: abaixo de 20 mil hab e entre 20 mil e 100 mil hab. As cidades de maior porte são centros urbanos em espaços rurais pobres ou consolidados, com baixa densidade populacional, frágil dinamismo recente, isolados e com alta desigualdade social. Já as cidades abaixo de 20 mil hab têm poucas atividades urbanas, mas estão situadas em espaços rurais consolidados e com poucas atividades econômicas.

Map of the surroundings of the National Park Chapada Diamantina: National Policy of Regional Development (Ministry of National Integration, 2005) and Typology of Brazilian Cities (Ministry of Cities, 2011). The region of the Chapada Diamantina National Park is located in a context of microrregions of the National Policy of Low Income Regional Development (PNDR), although there are geographical proximity with other typologies: dynamic and stagnant. The urban network has a typology marked by small and medium-sized cities that vary between two classes: below 20,000 inhabitants and between 20,000 and 100,000 inhabitants. Larger cities are urban centers in poor or consolidated rural spaces, with low population density, fragile recent dynamism, isolated and with high social inequality. The cities below 20 thousand inhabitants have few urban activities, but they are located in consolidated rural spaces and with few economic activities.



Áreas intensivas de agronegócio na porção oeste do Parque Nacional da Chapada Diamantina exercem pressão antrópica sobre a conservação da biodiversidade na unidade de conservação. Foto: Neison Freire, 2014.

Intensive agribusiness area in the western portion of the Chapada Diamantina National Park exert anthropic pressure on the conservation of biodiversity in the conservation unit. Photo: Neison



Indústria ligada ao agronegócio na porção oeste do Parque Nacional da Chapada Diamantina: conflitos que ameaçam as composições vegetacionais do Parque e de sua gestão estão relacionados com as recentes atividades intensivas de agricultura, associadas à mecanização no entorno e abertura de novas estradas vicinais, além do turismo desordenado, realizado por equipes mal treinadas, que desrespeitam o limite máximo estabelecido para a área. Foto: Neison Freire, 2014.

Industry linked to agribusiness in the western portion of the Chapada Diamantina National Park: conflicts that threaten the Park's vegetative composition and its management are related to recent intensive agriculture activities, associated with mechanization in the surroundings and opening of new vicinal roads, besides disorganized tourism, carried out by poorly trained teams, who disrespect the maximum limit established for the area. Photo: Neison Freire, 2014.

Parque Nacional Serra de Itabaiana

A conservação ambiental e os conflitos com as religiões de matriz afro-brasileira

Serra de Itabaiana National Park

Environmental conservation and conflicts with Afro-Brazilian Matrix Religions

Parna de Serra de Itabaiana

Areia Branca





Parque Nacional Serra de Itabaiana
Carta-imagem multiespectral em pseudocolor; satélite LandSAT 8, sensor OLI, bandas espectrais RGB 764, fusionadas com a banda 8 (pancromática) para obtenção de resolução espacial de 15m, com realce de contraste não linear por Raiz Quadrada; ponto/órbita 215/67, data de aquisição da imagem 14/11/2015. Sistema de Referência WGS 84; coordenadas geográficas. Elaborada no CIEG/Dipes/Fundaj em dezembro de 2017.

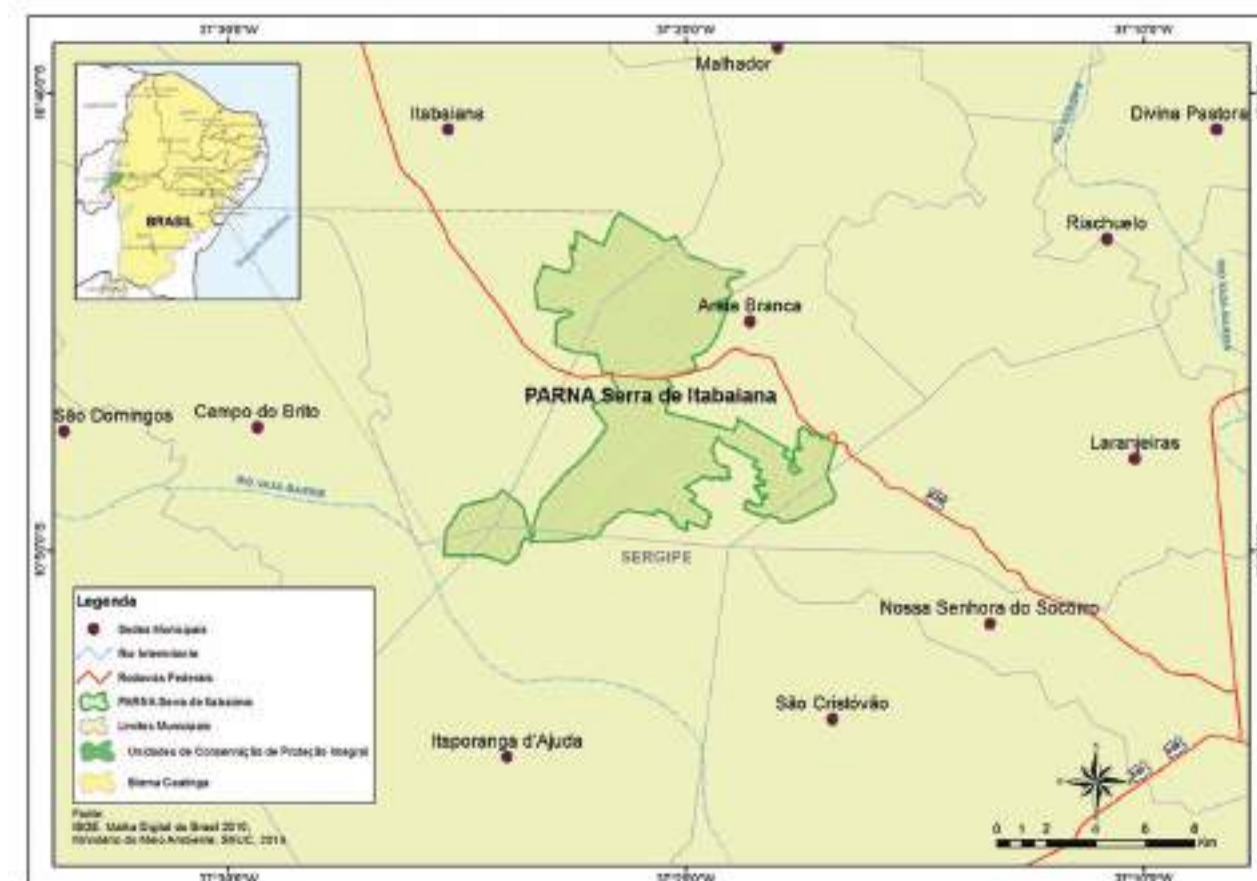
O Parque Nacional Serra de Itabaiana (PNSI) é uma importante Unidade de Conservação (UC) do menor Estado da Federação, Sergipe. Essa unidade se localiza entre os municípios de Areia Branca, Itabaiana, Laranjeiras, Itaporanga d'Ajuda e Campo Bonito. Entretanto, cerca de 40% da área do Parque pertence aos municípios de Areia Branca e Itabaiana. O Parna se localiza na Mesorregião do Agreste sergipano, na área Central do estado de Sergipe.

A criação do Parque Nacional Serra de Itabaiana teve como objetivo a proteção de biodiversidade das Serras do Cajueiro, Comprida e Itabaiana, que se compõem de núcleos remanescentes de vegetação nativa de Mata Atlântica de Floresta Estacional, tendo como finalidade servir às pesquisas científicas e às práticas do ecoturismo. A principal delas é a Serra de Itabaiana.

No Parque, existe um complexo florístico dos biomas Floresta Atlântica e

Caatinga mesófila que são característicos das mesorregiões do Agreste Nordestino, as quais estão inseridas entre os Domínios de Mares de Morro e da Depressão Interplanáltica Sertaneja, em Sergipe. O ecossistema Floresta Estacional se apresenta como um agrupamento florístico, responsável por ocupar 1/3 da área estadual. Devido a tais características desse ambiente natural, foi promulgado, em 15 de junho de 2005, o Decreto Lei S/N da primeira reserva integral sob a Gestão Federal no estado de Sergipe (CARVALHO e VILAR, 2005; DANTAS, 2008; DONATO e RIBEIRO, 2011; COSTA, 2014).

O interior do Parna Serra de Itabaiana guarda uma riqueza cultural e histórica com inúmeras belezas naturais, oriundas do relevo ondulado, como a Serra de Itabaiana, que ultrapassa os 600 metros de altitude, além do Poço das Moças, a Gruta da Serra e o Véu das Noivas. Tais atrativos são os principais pontos de interesse turístico do Parque na promoção do ecoturismo local (DANTAS, 2008; COSTA, 2014).



Mapa de Localização do Parna Serra de Itabaiana.

Location map of Serra de Itabaiana Parna.



Vista panorâmica das serras do Parna Serra de Itabaiana. Foto: Neison Freire (2015).

Panoramic view of the mountains of Serra de Itabaiana National Park. Photo: Neison Freire (2015).

The Serra de Itabaiana National Park (PNSI) is an important Conservation Unit (CU) of the smallest State of the Federation, Sergipe. This unit is located between the municipalities of Areia Branca, Itabaiana, Laranjeiras, Itaporanga d'Ajuda, and Campo Bonito. However, about 40% of the Park Area belongs to the municipalities of Areia Branca and Itabaiana. The Parna is located in "Agreste sergipano" Mesoregion, in the Central area of Sergipe.

The creation of the Serra de Itabaiana National Park had the objective of protecting the biodiversity of the "Serras do Cajueiro, Comprida, and Itabaiana," which comprise the remnant core of the Seasonal Atlantic Forest, for scientific research and ecotourism practices. The main one is the "Serra de Itabaiana."

In the Park, there are a floristic complex of Atlantic Forest and mesophilic Caatinga

biomes, characteristics of the "Agreste Nordestino" (Northeast Brazil) mesoregions, which are inserted between the Domains of "Mares de Morro" and the Sertaneja Interplanar Depression in Sergipe. The Seasonal Forest ecosystem is a floristic group responsible for occupying 1/3 of the State area. Due to the characteristics of this natural environment, it was enacted on 15 June 2005, the Decree Law of the first full protection reserve under Federal management in the State of Sergipe (CARVALHO and VILAR, 2005; DANTAS, 2008; DONATO and RIBEIRO, 2011; COSTA, 2014).

The Parna Serra de Itabaiana has hidden a rich cultural and historical heritage with countless natural beauties, from the undulating relief, such as Serra de Itabaiana that exceeds 600 meters of altitude, besides "Poço das Moças," "Gruta da Serra," and "Véu das Noivas." Such attractions are the main points of interest of the Park in promoting local

A pressão antrópica no Parque é intensiva desde a colonização portuguesa. Primeiramente, no início da colonização, as áreas de transição entre o sertão e o litoral, como a mesorregião do Agreste, foram ocupadas por zonas de pecuária extensiva. Logo depois desta atividade econômica, aconteceu a expansão da monocultura da cana-de-açúcar, resultando na ocupação das áreas com a expansão da pecuária extensiva e a agricultura de subsistência. Esses setores de produção agrícola procuraram áreas de planícies ou de sopés nas serras baixas, como a Serra de Itabaiana, que são geralmente áreas de transição entre o sertão seco e o litoral úmido (DANTAS, 2008; DONATO e RIBEIRO, 2011; COSTA, 2014).

Vale ressaltar que os solos férteis dos rios sergipanos também foram utilizados para a produção da cana-de-açúcar, como por exemplo, o rio Contiguiba, que pertence à rede hidrográfica do Parna. Esses eventos ocasionaram a redução da vegetação úmida e a expansão da flora de ambientes secos, como a Caatinga. Contudo, também ocorreu a perda da mata ciliar dos rios, onde se desenvolveu esse tipo de atividade, havendo uma expansão da cana-de-açúcar, avanço das pastagens e maior utilização da biomassa para o aquecimento dos fornos dos engenhos locais (DANTAS, 2008; DONATO e RIBEIRO, 2011; COSTA, 2014).

Através do mapeamento realizado pela equipe deste projeto, foi verificado que essas atividades econômicas, especialmente a monocultura da cana-de-açúcar, encontram-se no entorno do Parque devido às normas legais de criação da unidade. Entretanto, nessas áreas se encontram atividades agrícolas de subsistência, como atividades de agricultura familiar, de produção de farinha de mandioca, rapadura e cachaça, além de olarias de tijolos, cerâmicas e telhas para a construção civil, que ameaçam o equilíbrio do Parque e das comunidades tradicionais, pois retiram madeira e minerais. Essa área está passando pela substituição da cultura da cana pela pecuária, em virtude de a venda do gado bovino ser mais fácil e rentável para as pequenas e grandes propriedades dessa área sergipana (JACOMINE et al., 1975; DANTAS, 2008; COSTA, 2014).



Panorama do Domo de Itabaiana que possui uma forma elíptica, sobe o Domínio Geológico Vaza-barris; e o Domo apresenta paredões com declividade acima de 70°, localizados no PARNA Serra de Itabaiana.

Panorama of the elliptical shaped Itabaiana Dome, over the Geological Domain "Vaza-barris" showing walls with slopes above 70°, located in the Serra de Itabaiana PARNA



Os índices de vegetação calculados para o Parna Serra de Itabaiana foram o IVDN (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada) de 2013 e o IVAS (Índice de Vegetação Ajustado ao Solo) de 2000 e 2013, sendo que o IVAS foi considerado o melhor indicador de biomassa, pois permite a correção de reflectância do solo.

Observa-se nas imagens o aumento, entre 2000 e 2013, das áreas com maior presença de vegetação verde, densa e uniforme, representadas na cor verde escuro.

Analisando a biota do Parna Serra de Itabaiana a nível conservacionista, podemos considerar que a unidade se encontra bem

ecoturismo (DANTAS, 2008; COSTA, 2014).

The human pressure on the Park is intensive since the Portuguese colonization. First, at the beginning of colonization, the areas of transition between the "sertão" and the coast, like the Agreste mesoregion, were occupied by extensive cattle breeding zones. Soon after this economic activity, the increase of the sugarcane monoculture occurred, resulting in the occupation of the areas with the expansion of the extensive cattle breeding and subsistence agriculture. These sectors of agricultural industry seek for plains or foothills in the lowlands, such as "Serra de

Itabaiana," i.e., transitional areas between the dry backlands and the humid littoral (DANTAS, 2008; DONATO and RIBEIRO, 2011; COSTA, 2014).

It is worth mentioning that the fertile soils of the Sergipe rivers were also used for the production of sugar cane, for example, the Contiguiba River, which belongs to the Park hydrographic network. These events led to the reduction of wet vegetation and the expansion of the dry environment flora such as the Caatinga. However, there was also a loss of riparian forest, where this type of activity developed, with sugarcane expansion, pasture advancement, and increased biomass utilization for heating the local's sugarcane kilns (DANTAS, 2008; DONATO and RIBEIRO, 2011; COSTA, 2014).

Through the mapping carried out by the team of this project, it was verified that these economic activities, especially the sugar cane monoculture, are located around the Park due to the legal norms of the unit. Besides, in these areas, there are subsistence agricultural activities, such as family farming, cassava flour production, rapadura, and cachaça, as well as brick pottery, ceramics and tiles for the construction industry, which threatens the stability of the Park and traditional communities because of the removal of timber and minerals. This area is undergoing the substitution of sugarcane crops for livestock, since the sale of cattle is easier and more profitable for small and large farms in this region of Sergipe (JACOMINE et al., 1975; DANTAS, 2008; COSTA, 2014).

The vegetation indexes calculated for Serra de Itabaiana Parna were the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) of 2013 and the SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index) of 2000 and 2013. The SAVI was considered the best indicator of biomass, as it allows the correction of soil reflectance.

The images show an increase between 2000 and 2013, in the areas with greater presence of dense, uniform, and green vegetation, represented in dark green color.

Analyzing the biota of Serra de Itabaiana National Park conservation level, we can consider that the unit is well preserved. However, the environmental



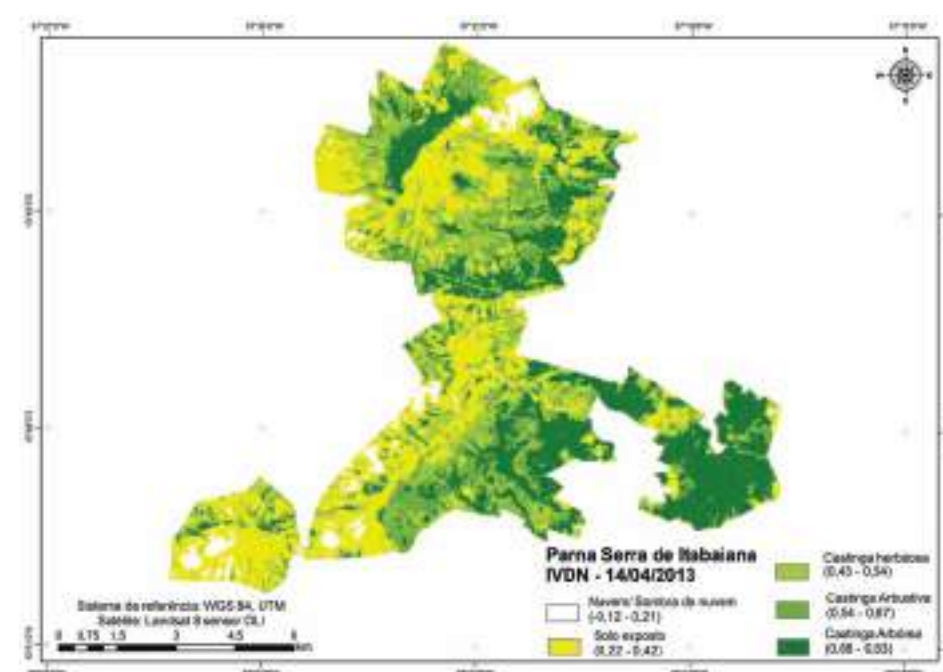
De cima para baixo, da esquerda para a direita: feições da fitofisionomia de herbácea rupestre que foram registradas nos Neossolos litólicos, ou afloramentos rochosos nos platôs das partes mais elevadas. A: Bromeliaceae - *Hohenbergia catingae* Ule; B: Fabaceae - *Centrosema* sp.; C: *Chamaecrista* sp.; D: *Senna rizzinii* H.S. Irwin & Barneby; E: Malpighiaceae - *Stygmaphyllon paralias* A. Juss.; F: Malvaceae - *Pavonia cancellata* (L.) Cav.; G: Melastomataceae; H: Verbenaceae - *Lantana canescens* Kunth.; I: Violaceae - *Pombalia* sp.; J: Velloziaceae *Vellozia plicata* Mart., localizados no Parna Serra de Itabaiana. Fotos: Moura e Freire, 2015.

From top to bottom, left to right: Aspects of herbaceous rupestrian plant physiognomies in litholic Neosoils or outcrops in the higher parts of plateau. A: Bromeliaceae - *Hohenbergia catingae* Ule; B: Fabaceae - *Centrosema* sp.; C: *Chamaecrista* sp.; D: *Senna rizzinii* H.S. Irwin & Barneby; E: Malpighiaceae - *Stygmaphyllon paralias* A.Juss.; F: Malvaceae - *Pavonia cancellata* (L.) Cav.; G: Melastomataceae; H: Verbenaceae - *Lantana canescens* Kunth.; I: Violaceae - *Pombalia* sp.; J: Velloziaceae - *Vellozia plicata* Mart., Serra de Itabaiana Parna. Photos: Moura and Freire, 2015.

preservada. Todavia, os conflitos ambientais das atividades agropecuárias, silvicultura, piscicultura e mineração de argila no entorno da área ameaçam a zona de amortecimento e geram conflitos com a gestão. O Parna, por estar inserido no bioma Caatinga, apresenta, em sua totalidade, uma vegetação arbórea aberta de Floresta Atlântica pluvial, pois registra alta biodiversidade e um Cerrado edáfico, característicos de áreas com incidência pedogenética franca arenosa, além de campos rupestres. De uma forma geral, esse mosaico vegetacional apresenta-se em bom estado de conservação, além de exibir beleza cênica singular. Sua conservação se deve ao trabalho dos gestores e dos centros de pesquisa, como a Universidade Federal de Sergipe, que apoiam a causa, incentivando a pesquisa e o diálogo com as comunidades adjacentes.

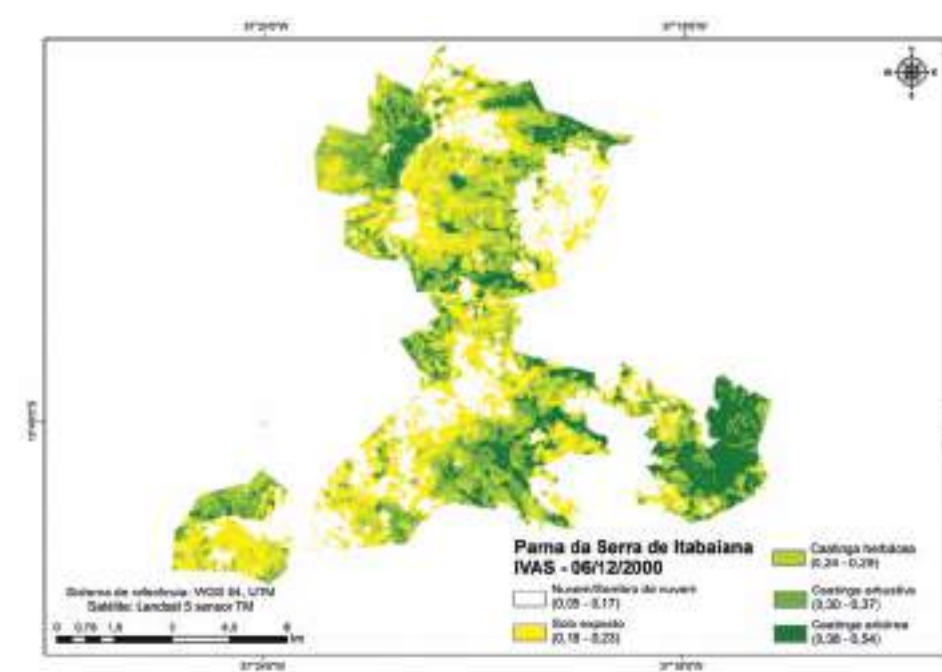
Durante a realização do mapeamento das fitofisionomias do Parque, observou-se que este mosaico vegetacional é indispensável para a manutenção e conservação da biodiversidade do bioma Caatinga e do resquício de Floresta Atlântica encontrado no estado de Sergipe. Essa diversidade vegetal é o reflexo de adaptações fisiológicas às características climáticas, morfoestruturais do relevo e edáficas, que permitem o estabelecimento de espécies dos domínios fitogeográficos representados na área do Parque (Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica).

De modo geral, as áreas do Parque estão regularizadas, proporcionando melhor deliberação e autonomia por parte da gestão, fiscalização e gerenciamento. Por outro lado, a falta de infraestrutura básica, de pessoal envolvido na fiscalização e de brigadistas proporciona áreas vulneráveis aos crimes ambientais, como o desmatamento, a caça e as queimadas, decorrentes de práticas inadequadas na agricultura familiar, que, ao se propagarem pela vegetação nativa, podem comprometer a conservação da Unidade de Conservação.



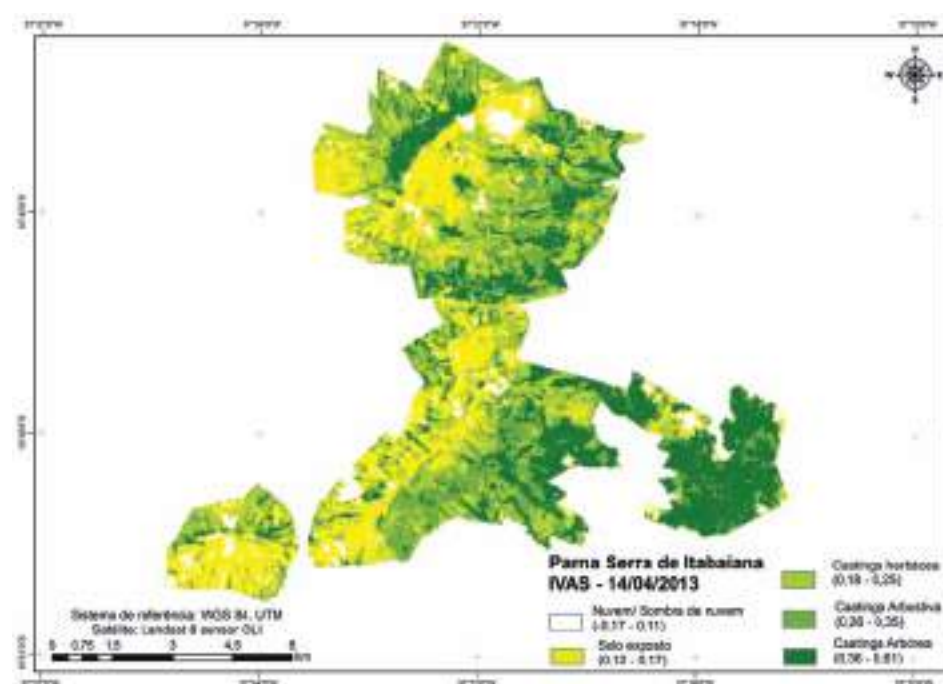
Mapa Temático IVDN de 2013 do Parna Serra de Itabaiana.

Thematic map, 2013 NDVI, Serra de Itabaiana National Park.



Mapa Temático IVAS de 2000 do Parna Serra de Itabaiana.

Thematic map, 2000 SAVI, Serra de Itabaiana National Park.



Mapa Temático IVAS de 2013 do Parna Serra de Itabaiana.

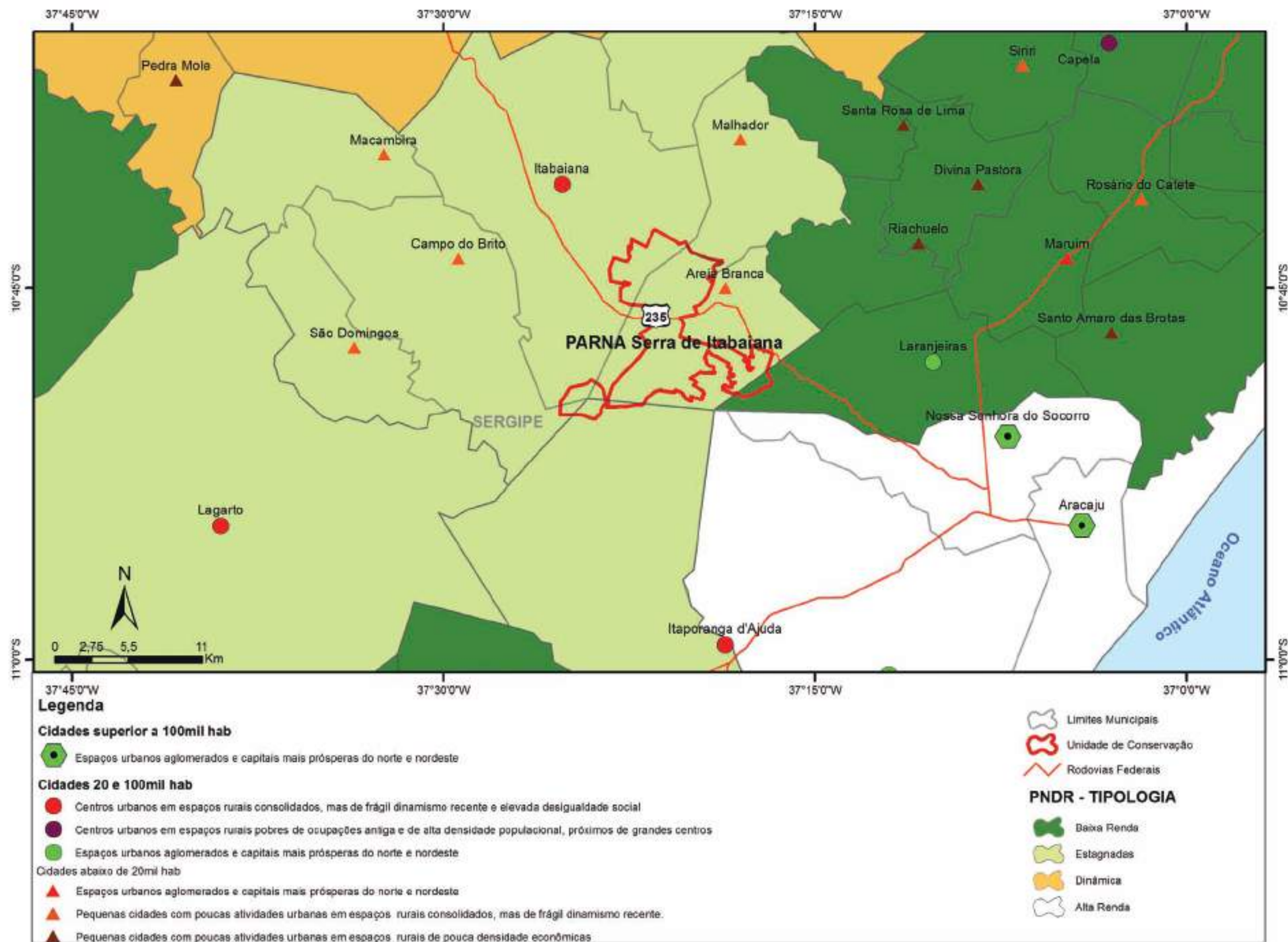
Thematic map, 2013 SAVI, Serra de Itabaiana National Park.

conflicts involving agricultural, forestry, fish farming and clay mining activities around the CU, threatens the buffer zone and generates conflicts with management. The Parna, as part of the Caatinga biome, is entirely covered with open arboreal Atlantic Rainforest vegetation, due to the high biodiversity and an edaphic Cerrado, characteristics of areas with sandy

pedogenic incidence, as well as rupestrian fields. In general, this vegetation mosaic is in a good state of preservation, also showing a singular scenic beauty. This is due to the work of managers and research centers, such as the Federal University of Sergipe, which support the cause, encouraging research and dialog with the surrounding communities.

During the mapping of the vegetation phytophysionomies of the Park, it was observed that this mosaic of vegetation is essential for the maintenance and conservation of the Caatinga biodiversity and the Atlantic Forest remnant found in the state of Sergipe. This plant diversity is the reflection of physiological adaptations to the climatic, morphostructural of the relief and edaphic, which allow the establishment of phytogeographic domain species represented in the Park area (Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica).

In general, the Park areas are regularized, providing better resolution and autonomy of management, supervision, and administration. On the other hand, the lack of basic infrastructure and personnel involved in surveillance and fire brigade creates vulnerable areas to environmental crimes, such as deforestation and hunting. Wildfires, as a consequence of poor practices in family farming, can also propagate to native vegetation jeopardizing the conservation of this Conservation Unit.



Mapa do entorno do Parque Nacional Serra de Itabaiana: Política Nacional de Desenvolvimento Regional (Ministério da Integração Nacional, 2005) e Tipologia das Cidades Brasileiras (Ministério das Cidades, 2011). O Parque está inserido em microrregiões do tipo "Estagnada" ou de "Baixa Renda", como é o caso do município de Laranjeiras. O mapa mostra, ainda, a predominância de cidades abaixo de 20 mil habitantes, configuradas por pequenas cidades com poucas atividades urbanas, sendo que Itabaiana se configura como um centro urbano em espaço rural consolidado de frágil dinamismo recente e elevada desigualdade social.

Map of the surroundings of the Serra de Itabaiana National Park: National Policy of Regional Development (Ministry of National Integration, 2005) and Typology of Brazilian Cities (Ministry of Cities, 2011). The Park is inserted in microregions of the type "Stagnated" or of "Low Income", as it is the case of the municipality of Laranjeiras. The map also shows the predominance of cities with less than 20 thousand inhabitants, configured by small cities with few urban activities, and Itabaiana is an urban center in a consolidated rural space of recent fragility and high social inequality.



A instalação no alto das serras de torres metálicas com antenas de comunicação interferem na conservação da paisagem do Parque Nacional Serra de Itabaiana. Foto: Neison Freire (2015).

The installation at the top of the mountain towers with communication antennas interfere in the conservation of the landscape of the Serra de Itabaiana National Park. Photo: Neison Freire (2015).

Os maiores conflitos socioambientais dentro do Parque se referem às oferendas deixadas por comunidades afrodescendentes em suas manifestações religiosas. Para esses fins, os líderes ascendem velas e depositam animais e alimentos, proporcionando aos gestores do Parque ameaças de incêndios e poluição da área.

The greatest socio-environmental conflicts within the Park refer to the offerings left by Afro-descendant communities in their religious manifestations. For these purposes, the leaders raise candles and deposit animals and food, giving park managers threats of fire and pollution of the area.

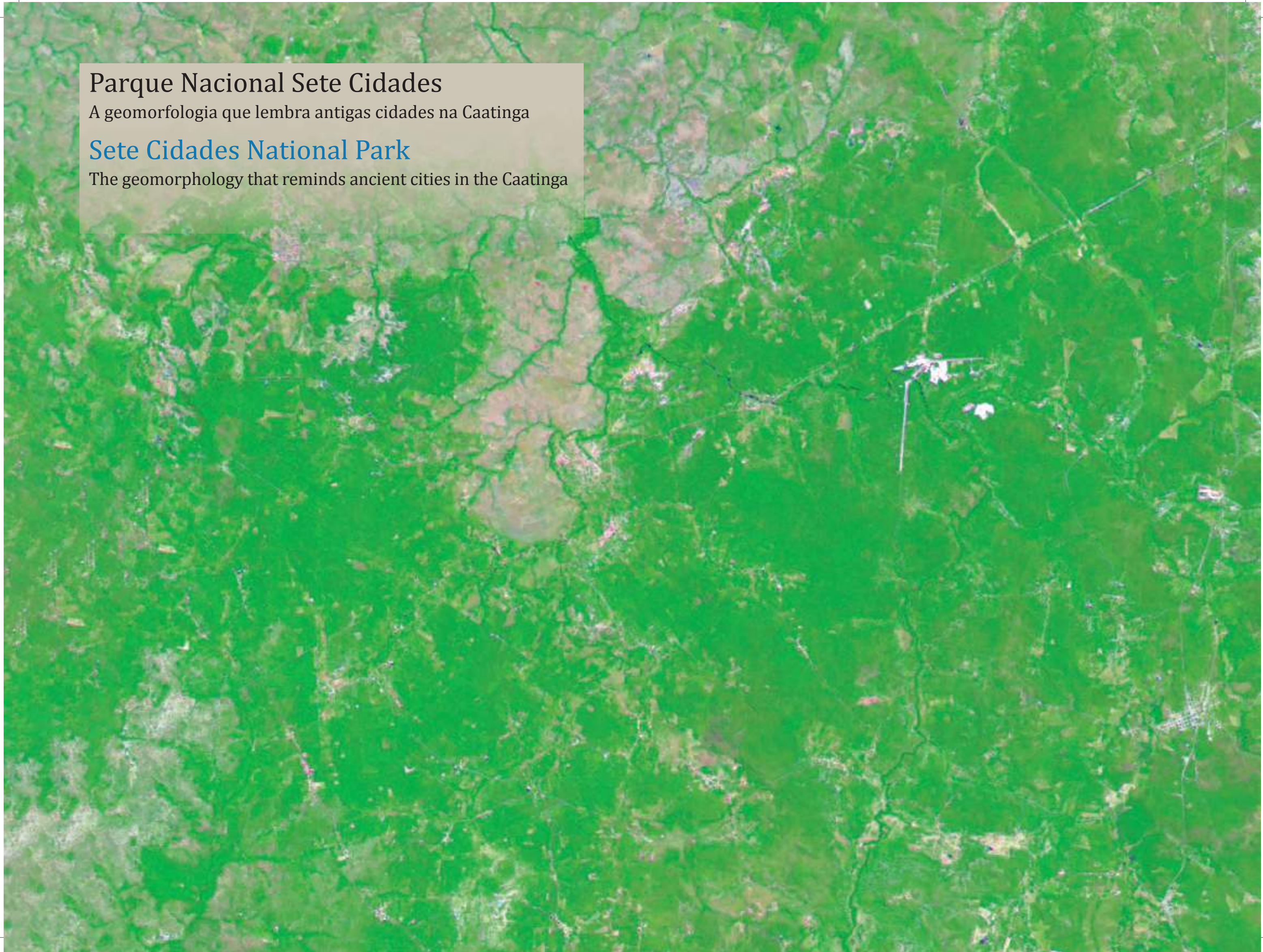


Parque Nacional Sete Cidades

A geomorfologia que lembra antigas cidades na Caatinga

Sete Cidades National Park

The geomorphology that reminds ancient cities in the Caatinga





PIAUÍ

Parna de Sete Cidades

Parque Nacional Sete Cidades

Carta-imagem multiespectral em pseudocolor, satélite LandSAT 8, sensor OLI, bandas espectrais RGB 753, fusionadas com a banda 8 (pancromática) para obtenção de resolução espacial de 15m, com filtragem não linear e realce de contraste não linear por Raiz Quadrada; ponto/órbita 219/63, data de aquisição da imagem 08/08/2016. Sistema de Referência WGS 84; coordenadas geográficas. Elaborada no CIEG/Dipes/Fundaj em dezembro de 2017.

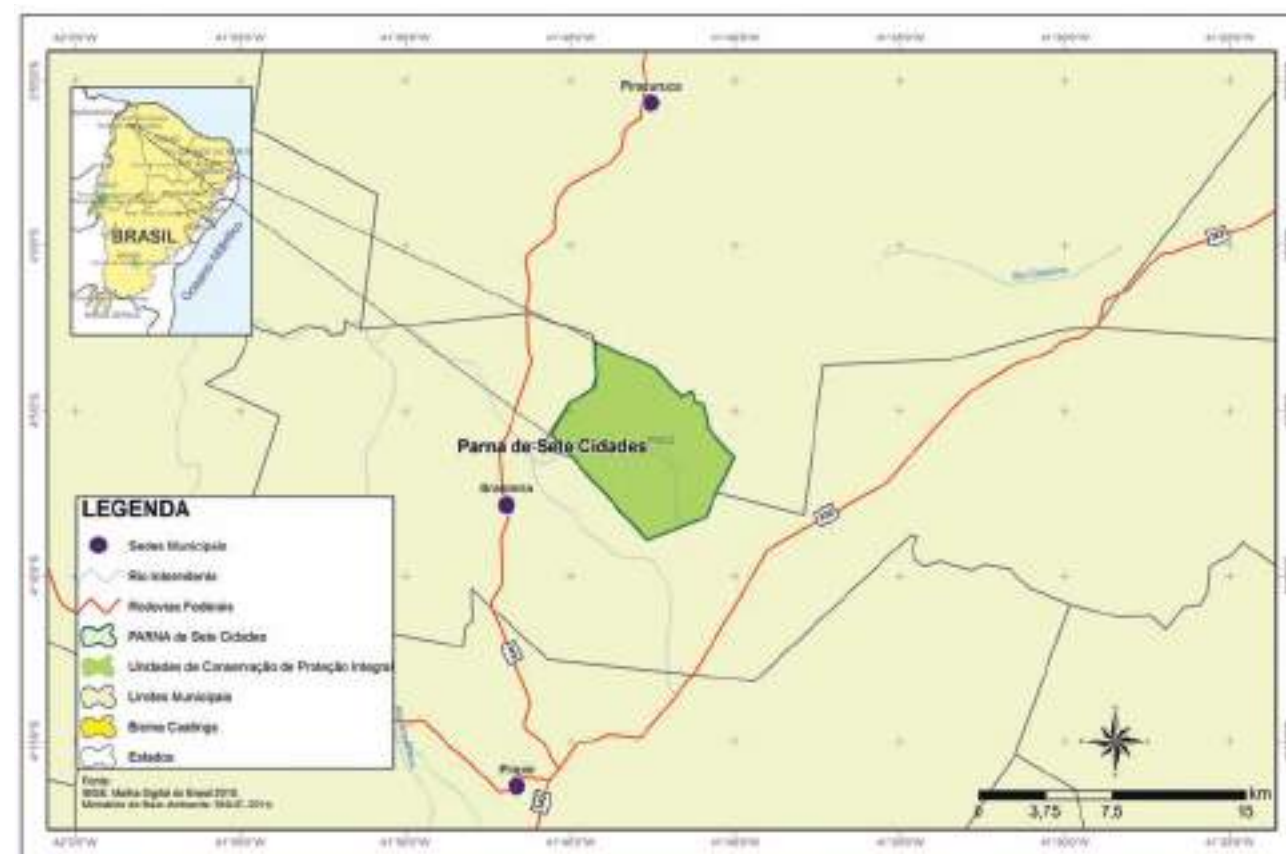
O Parque Nacional Sete Cidades (PN7C) ou Parna Sete Cidades é uma Unidade de Conservação (UC) localizada na região Nordeste do estado do Piauí. Politicamente, o Parna Sete Cidades está localizado na Mesorregião Norte do Piauí, onde está inserido sobre as coordenadas geográficas de 04° 05' e 04° 15" S; 41° 30' e 41° 45" W.

A área de proteção do Parque se distribui sobre um perímetro de 36,2 km², onde tanger-se-ia a proteção integral de um ecossistema que compete ao Domínio do Cerrado e a seus ecossistemas associados, em transição com o bioma Caatinga. A administração do Parna confere ao ICMbio (Instituto Chico Mendes da Biodiversidade) a área de proteção integral que está sob dois municípios piauiense, que são: Brasileira e Piracuruca (DELLA FAVERA, 2002; SANTOS e PALLERIN, 2003; CPRM, 2011; LOPES, 2011; RAMOS e PAIXÃO, 2014).

Adiciona-se a particularidade de proteção do Parque Nacional Sete Cidade à sua formação geológica e, principalmente, geomorfológica. As geoformas que conferem a geomorfologia do Parque consubstanciaram

o avanço de estudos desde o começo do século XX, a exemplo, dos estudos do suíço Ludwig. Para tanto, foram promulgados o decreto Lei nº 50.744, de 08 de junho de 1961, posteriormente, a promulgação do Decreto Federal nº 84. 017, de 21 de setembro de 1979, e, em seguida, a Constituição Federal, mais especificamente o art. 225 e o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), no ano 2000. Com essa promulgação, foi nortead a preservação e a utilização da biodiversidade, bem como a conservação das condições geomórficas que englobam uma beleza única e exponencial do Parque Nacional Sete Cidades (DELLA FAVERA, 2002; SANTOS e PALLERIN, 2003; CPRM, 2011, LOPES, 2011; RAMOS e PAIXÃO, 2014).

As belezas exuberantes do Parque Nacional Sete Cidades servem de atrativos para os turistas do Brasil e do mundo. Os visitantes podem chegar ao Parna por duas rotas: pela capital do estado, Teresina, ou por Fortaleza, capital cearense. As duas rotas são utilizadas pelos turistas por disporem de



Mapa de Localização do Parna Sete Cidades. Fonte: Editado pelos autores (2016).

Location map of the Sete Cidades Parna. Source: Edited by the authors (2016).



Paisagem típica do Parna Sete Cidades. Foto: Neison Freire (2015).

Typical landscape, Sete Cidades Parna. Photo: Neison Freire (2015).

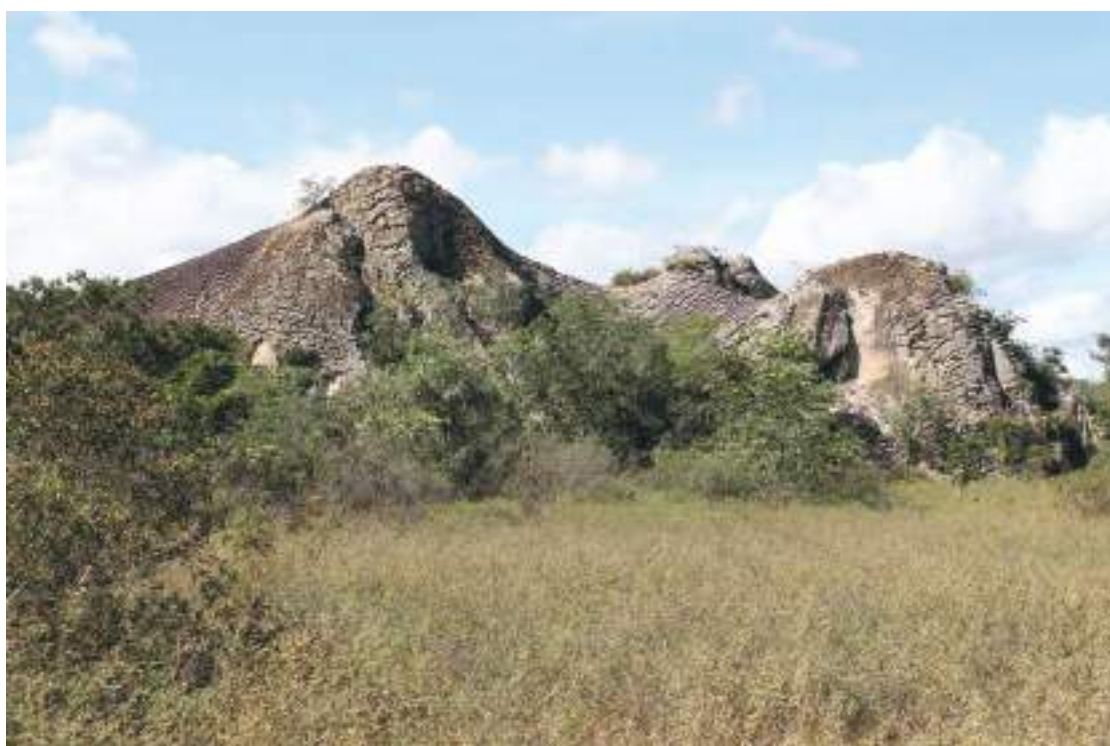
The Sete Cidades National Park (PN7C) or Sete Cidades Parna is a Conservation Unit (CU) located in the Northeast region of the State of Piauí. Politically, is located in North Mesorregion of Piauí, on the geographical coordinates, 04° 05', 04° 15" S, and 41° 30', 41° 45" W.

The Park protected area is distributed over a perimeter of 36.2 km², and it concerns to the integral protection of an ecosystem that corresponds to the Cerrado Domain and its associated ecosystems, in transition with the Caatinga biome. The ICMbio (Instituto Chico Mendes Biodiversity) administrates the Parna, which is under two municipalities, which are: Brasileira and Piracuruca (DELLA FAVERA, 2002; SANTOS e PALLERIN, 2003; CPRM, 2011; LOPES, 2011; RAMOS e PAIXÃO, 2014).

Adding to the singular protection of the Sete Cidades National Park, your geological formation, mainly, geomorphology. The geoforms that confer the Park its geomorphology have confirmed the progress of the studies since the beginning of the

twentieth century, for example, Ludwig's studies. For that, was enacted the Decree Law No. 50.744, on 8 June 1961, and then the Federal Decree No. 84 017 on September 21, 1979, and finally the Federal Constitution, specifically art. 225 and the National System of Conservation Units (SNUC) in 2000. With this promulgation, the preservation and the management of biodiversity were oriented, as well as, the conservation of the geomorphic conditions that encompass the unique beauty of the Sete Cidades National Park (DELLA FAVERA, 2002; SANTOS e PALLERIN, 2003; CPRM, 2011, LOPES, 2011; RAMOS e PAIXÃO, 2014).

The exuberant beauties of Sete Cidades National Park are attractions for tourists from Brazil and the world. Visitors can reach the Parna by two routes: from Teresina, the State's capital, or Fortaleza, capital of Ceará. Both routes are in good conditions, although the nearest route is by Teresina, just 200 km from the park, and both have nearby international airports, Petronio Portela and Pinto Martins, in Teresina and Fortaleza, respectively. Visitors



*Feição das geoformas que confere beleza cênica exclusiva, localizada no Parna de Sete Cidades.
Foto: Moura e Freire, 2015.*

Mesomorphs aspects that confer exclusive scenic beauty, Sete Cidades Parna.
Photo: Moura and Freire, 2015.



*Geoformas que conferem beleza cênica única ao Parna de Sete Cidades.
Foto: Moura e Freire, 2015.*

Mesomorphs and the unique beauty of the Sete Cidades Parna.
Photo: Moura and Freire, 2015.

boas condições de estradas e por terem os aeroportos internacionais Petrônio Portela e Pinto Martins, respectivamente, em Teresina e Fortaleza, apesar de a rota mais próxima ser por Teresina, a apenas 200 Km do Parque. Os visitantes que chegam por Teresina podem seguir pela BR-343; quem vem por Fortaleza pode seguir pela BR-222 até município de Piri-piri, depois, seguem pela PI-111 que está a 10 Km de distância da entrada do Parque Nacional Sete Cidades (DELLA FAVERA, 2002; SANTOS e PELLERIN, 2003; CRPM, 2011; LOPES, 2011).

O estudo, o reconhecimento e a identificação dos geossítios mundiais tiveram grandes impulsos com os levantamentos feitos pela UNESCO (Conferência Geral da Organização das Nações Unidas para Educação), a partir de sua conferência para Proteção do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural realizada na cidade de Paris, na França, em 1972. No Brasil, a criação da Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), bem como os inventários realizados pelo Serviço Geológico do Brasil, com o “Projeto Geoparques”, só ocorreu em 2006 (CRPM, 2011; LOPES, 2011). Para tanto, esses projetos buscam identificar as belezas cênicas, geomorfológicas e paisagísticas dos geossítios brasileiros, como é o caso do Parque Nacional Sete Cidades, que apresenta atributos geológicos, geomorfológicos e paleontológicos que precisam ser reconhecidas e estudadas (CRPM, 2011; LOPES, 2011).

A Bacia Sedimentar apresenta características geológicas e morfoestruturais do Meio-Norte e compreende uma área de mais de 600.000 Km² do território brasileiro. Sua extensão abrange os territórios dos estados do Piauí, Maranhão, Pará, Goiás, Tocantins e Ceará. Contudo, esses quatro estados à bacia sedimentar não cingem todo o território estadual, mas uma parcela significativa dos Estados supracitados (RADAMBRASIL, 1973; BRASIL, 1979; CRPM, 2011; SANTOS e PALLERIN, 2003).

Doravante, ao analisar a base da formação geológica do Parque, foi possível compreender as influências geotectônicas que afetaram a litologia do Complexo granitoide do embasamento cristalino do Nordeste brasileiro. Após esse grande evento tectônico,

arriving from Teresina can follow the BR-343; those coming from Fortaleza can take the BR-222 to Piri-piri municipality, then follow the PI-111, 10 km away from the entrance of the Sete Cidades National Park (DELLA FAVERA, 2002; SANTOS and PELLERIN, 2003; CRPM, 2011; LOPES, 2011).

The study, the recognition, and the identification of the world's geosites had a great incentive with the surveys made by UNESCO (United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization), in its conference for the Protection of World Cultural and Natural Heritage held in Paris, in 1972. In Brazil, the creation of the Brazilian Commission of Geological and Paleobiological Sites (SIGEP), as well as, the inventories carried out by the Geological Survey of Brazil, with the “Geoparks Project,” only occurred in 2006 (CPMR, 2011; LOPES, 2011). To this end, these projects seek to identify the scenic beauties, geomorphologies, and landscapes of the Brazilian geosites, as the Sete Cidades National Park, which presents geomorphological, geological, and paleontological attributes that need to be recognized and studied (CPMR, 2011; LOPES, 2011).

The Sedimentary Basin presents geological and morphostructural characteristics of the Mid-North and comprises an area of more than 600,000 km² of Brazilian territory, covering the States of Piauí, Maranhão, Pará, Goiás, Tocantins, and Ceará. However, the sedimentary basin does not cover all these four States territories, but a significant portion (RADAMBRASIL, 1973; BRAZIL, 1979; CPMR, 2011; SANTOS and PALLERIN, 2003).

From now on, when analyzing the base of the geological formation of the Park, it is possible to understand the geotectonic influences that affected the lithology of the Granitic Complex of the Crystalline Basement of the Brazilian Northeast. After this major tectonic event, there were direct results for the geomorphic formations in the mentioned region. As far as it concerns this affirmation is conspicuous and referential, the influence that the Brazilian Geotectonic Cycle, in the Eopaleozoic, had for the formation of the Parnaíba sedimentary Domain. Therefore, the Brazilian Cycle produced in the Parna



Pinturas rupestres em feição da litoestratificação geomórfica, com intercalações laminar, plano-horizontal, com material fino-granular, intercalado pelo litotipo do siltito, localizadas no Parna de Sete Cidades. Fotos: Moura e Freire, 2015.



Geomorphic lithostratigraphy feature, with laminar interleaves, horizontal-plane, with a fine-granular material, intercalated by the siltstone lithotypes, located in the Sete Cidades Parna. Photos: Moura and Freire, 2015.

houve resultados diretos para as formações geomórficas na região supracitadas. No que concerne a esta afirmação é conspícuo e referencial, a influência que o Ciclo geotectônico Brasileiro, no Eopaleozoico, teve para a formação do Domínio sedimentar do Parnaíba. Portanto, se afirma que o Ciclo Brasileiro produziu no embasamento cristalino do Parna, um sistema de dobramentos, rifteando a litologia Pré-cambriana, formando uma porção geossinclinal do Parnaíba. Portanto, os eventos geotectônicos se estabeleceram como o estágio inicial, para o estabelecimento da Bacia do Parnaíba (LOPES, 2011, CPRM, 2011).

Especificamente, no Período Ordoviciano Inicial, iniciou-se o estabelecimento dos ciclos de deposição dos sedimentos correlatos ao Parque Nacional Sete Cidades, por notar que os sedimentos das estratigrafias basais pertencem aos sedimentos continentais. A segunda fase foi a deposição regressiva e transgressiva do Mar Epicontinental do Siluri-Devoniano. Em seguida, as Bacias intracratônicas interioranas passaram por arqueamentos, em consequência do Ciclo de soerguimento nas Bacias geomórficas brasileiras. Posteriormente, a Bacia Sedimentar Maranhão-Piauí, durante o Ciclo de Reativação Wealdeniana da Plataforma Brasileira, do Período do Cretáceo, teve instalado, no sítio geológico, derramamento

crystalline basement, a folding system, rifting the Precambrian lithology and forming a geosyncline portion of the Parnaíba. Therefore, the tectonic events have established themselves as the early stage to the establishment of the Parnaíba Basin (LOPES, 2011, CPRM, 2011).

Specifically, in the Early Ordovician Period, initiated the establishment of the deposition cycles of sediments related to Sete Cidades National Park, on noting that the sediments of the basal stratigraphy belong to continental sediments. The second phase was the regressive and transgressed deposition of the Epicontinental Sea of Silurian-Devonian period. Afterward, the internal intracratonic basins passed through arching, because of the uplift cycle in the Brazilian geomorphic basins. Subsequently, the Maranhão-Piauí sedimentary basin, during Wealdenian Reactivation of the Brazilian Platform, in



A e B: Feição do relevo que indicam condições geomórficas à presença de um relevo ruiforme tabular; C e D: Morfologia do relevo residual com geoformas de morros testemunhos e mesetas, localizadas no Parna de Sete Cidades. Fotos: Moura e Freire, 2015.

A and B: Aspects of the Relief that indicates geomorphic conditions to the presence of a ruiforme tabular relief; C and D: Morphology of the residual relief with geoforms of testimonial hills and plateaus, located in Sete Cidades Parna. Photos: Moura and Freire, 2015.



Feição do modelado ruiforme, que é decorrente de efeitos do intemperismo diferencial e que resultam no modelo de poligonização ou "crocodilagem", localizadas no Parna de Sete Cidades. Fotos: Moura e Freire, 2015.

Ruiniform shaped feature, which is due to the effects of differential weathering resulting in the polygonization or "crocodilagem" model, Sete Cidades Parna. Photos: Moura and Freire, 2015.

basáltico, que confere uma particularidade da Formação Sardinha (LOPES, 2011; CPRM, 2011; SANTOS, 2001).

O Parna Sete Cidades encontra-se sobre o Domínio das Superfícies Aplainadas da Bacia do Parnaíba. Circunscreve-se a morfologia do relevo do Parque a uma superfície de aplainamento e dissecação basal, com a presença de relevos residuais, como a Serra Negra, e da Descoberta. É típica das condições geomórficas a presença de relevo ruiforme tabular, e morros testemunhos, com morfologia de mesetas, estes influenciados pelo dissecamento e aplainamento do relevo regional. Para tanto, deve-se esclarecer que a morfologia local está condicionada pela litologia sedimentar da Bacia do Parnaíba, geomorfologicamente localizado no Planalto Oriental do Parnaíba. A altimetria do relevo local está em torno de 50 a 450 metros (SANTOS, 2001; SANTOS e PELLERIN, 2003; CRPM, 2011; LOPES, 2011).

Os domínios do Parque estão marcados pelo aparecimento do relevo ruiforme ou modelado ruiforme, nos quais os efeitos do intemperismo diferencial esculpiram as feições em ruínas nos planos de fraturas das camadas areníticas. Essas fraturas presentes no arenito apresentam-se como feições poligonais, que são fraturas juntas ou diaclases. Tais feições resultam no modelo de

poligonização ou "crocodilagem", que é movida pela ação da desagregação granular, nos planos de fratura encontrados no arenito. Contudo, segundo Santos (2001), a fratura é uma superfície divisional, que proporciona uma divisão na rocha, porém não é perceptível o deslocamento, embora tornasse possível escutar a quebra através da dilatação da rocha.

As fraturas existentes no Parque, podem medir alguns metros ou dezenas e nunca aparecem isoladas, mas sempre associadas umas às outras, o que são características marcantes do Parque Nacional Sete Cidades. Estes tipos de geoformas, os geossítios do Parna Sete Cidades, são oriundos do fenômeno de "erosão alveolar ou salina". Isso ocorre no efeito que é demonstrado por alvéolos, que resulta em pequenas superfícies côncavas na rocha, as quais, quando são independentes ou juntos e se aprofundam nos afloramentos até cruzarem os paredões de um lado a outro, formam os arcos, como o Arco do Triunfo e o mapa do Brasil. Todavia, quando o processo de "erosão alveolar" ultrapassa as fraturas discordantes, o qual envolve um plano erosivo que marca a estratificação plano-paralela para a estratificação cruzada, é possível sua ocorrência devido ao processo de formação deposicional, isto é, de arenitos oriundos de planície de maré-estuarina, como o encontrado, a Biblioteca.

the Cretaceous period, had installed in the geological site, basaltic spill, which gives a particularity to the Sardinha Formation (LOPES, 2011; CPRM, 2011; SANTOS, 2001).

The Sete Cidades Parna is located on the Domain of the Planed Surfaces of the Parnaíba Basin. The morphology of the Park relief is circumscribed to a surface of flattening and basal dissection, with the presence of residual reliefs, such as Serra Negra, and da Descoberta. Is typical of the geomorphic conditions the presence of ruiniform tabular relief, and inselbergs, mesetas type, influenced by dissection and planing of the regional relief. For this, it should be clear that the local morphology is conditioned by the sedimentary lithology of the Parnaíba Basin, geomorphological located in the Parnaíba Eastern Plateau. The altimetry of the local relief is around 50 to 450 meters (SANTOS, 2001; SANTOS e PELLERIN, 2003; CRPM, 2011; LOPES, 2011).

The Park areas are marked by the appearance of a ruiniform relief or ruiniform shaped, in which the effects of differential weathering that carved the Aspects in ruins in the fractures of sandstone layers. These fractures present in the sandstone are shown as polygonal Aspects, which are joints or diaclases fractures. Such Aspects result in the polygonization or "crocodilagem" model,

which is driven by the action of the granular disaggregation, in the fracture planes found in the sandstone. However, according to Santos (2001), the fracture is a divisional surface, which provides a division in the rock, but the shift is not perceptible, although is possible to hear the breaking through rock dilation.

The fractures that exist in the Park can reach dozens of meters and never appear isolated, but always associated with each other, characteristics of the Sete Cidades National Park. These types of mesomorphs, the geosites of Parna Sete Cidades, came from "alveolar or saline erosion" phenomenon. This occurs in effect, which is shown by alveolus, which results in small concave surfaces in the rock. Independent or joint, they deepen the outcrops until they intersect the walls from one side to another, forming arches, such as the "Arch of triumph" and the "map of Brazil." However, when the process of "alveolar erosion" surpasses the discordant fractures, which involves an erosive plan that marks the plan-parallel stratification to the cross-stratification, it is possible your occurrence due to depositional formation process, that is, sandstone from tidal-estuarine plain, as it found in the "Library."

The monolith of the profile of Dom Pedro I and the other ruiniform reliefs with rounded geoforms result in the individualized



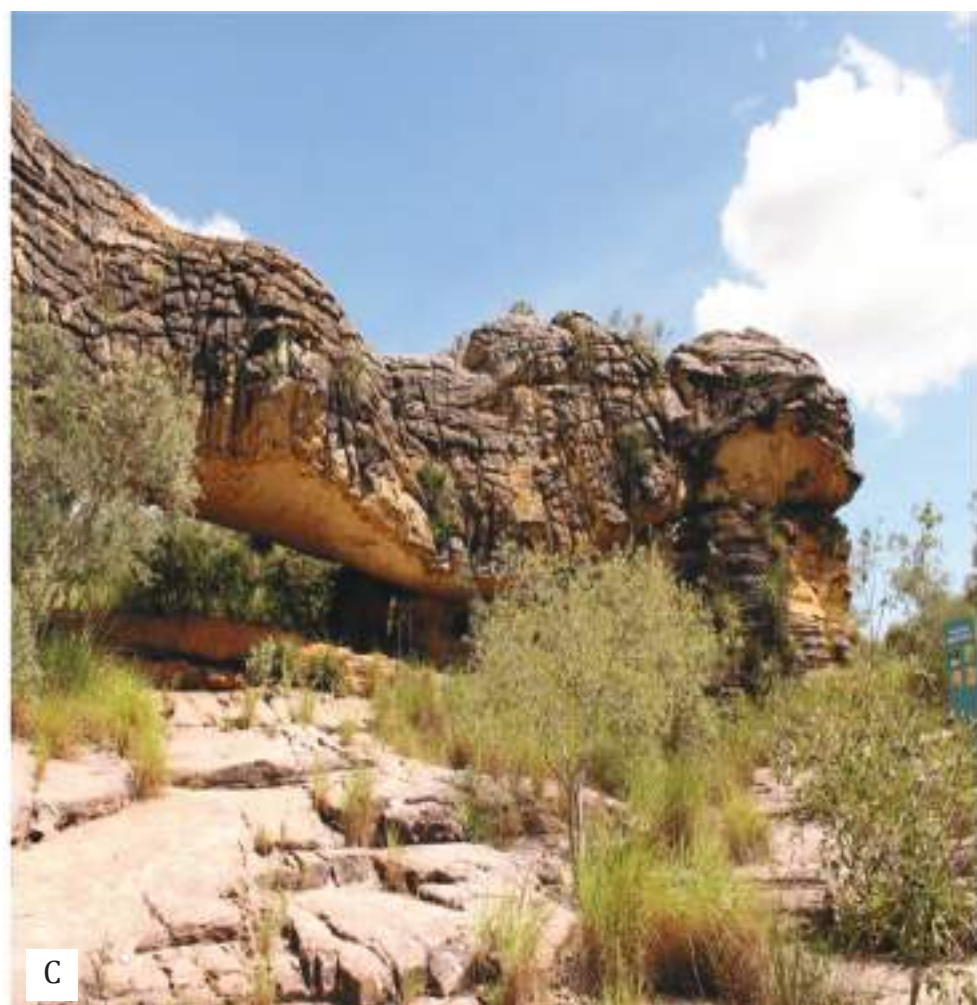
O monólito do perfil de Dom Pedro I e os demais relevos ruíniforme com geoformas arredondados resultam na formação individualizada e nas extremidades de torres isoladas. Isso ocorreu devido à ação da erosão diferencial, em que os planos divisionais das fraturas são resultantes dos dois tipos de estratificação ou deposição, o fluvial e o estuarino de planície de maré; além de se destacar a formação das couraças ferruginosas, que são geoformas esculpidas pela ação do intemperismo químico (SANTOS, 2001; SANTOS e PELLERIN, 2003; CRPM, 2011, LOPES, 2011).

Os solos mais encontrados no Parna são os Neossolos quartzarênicos, os Latossolos

vermelhos e os Solos hidromórficos ou Gleissolos. Os Neossolos quartzarênicos, ou areias quartzosas, têm sua origem na morfogênese da compartimentação geoestrutural de composição arenítica. Estes são solos profundos, de cor esbranquiçada a amarelada e se encontram sob um relevo suave ondulado. Os Latossolos são solos altamente intemperizados, com alta concentração de argila no horizonte e são solos ácidos e bem desenvolvidos. Os Gleissolos, ou Solos Hidromórficos, são encontrados em áreas depressionais, solos saturados com água nos seus horizontes, com cor acinzentada devido ao hidrofiliismo (SANTOS, 2001; SANTOS e PALLERIN, 2003; LOPES, 2011).

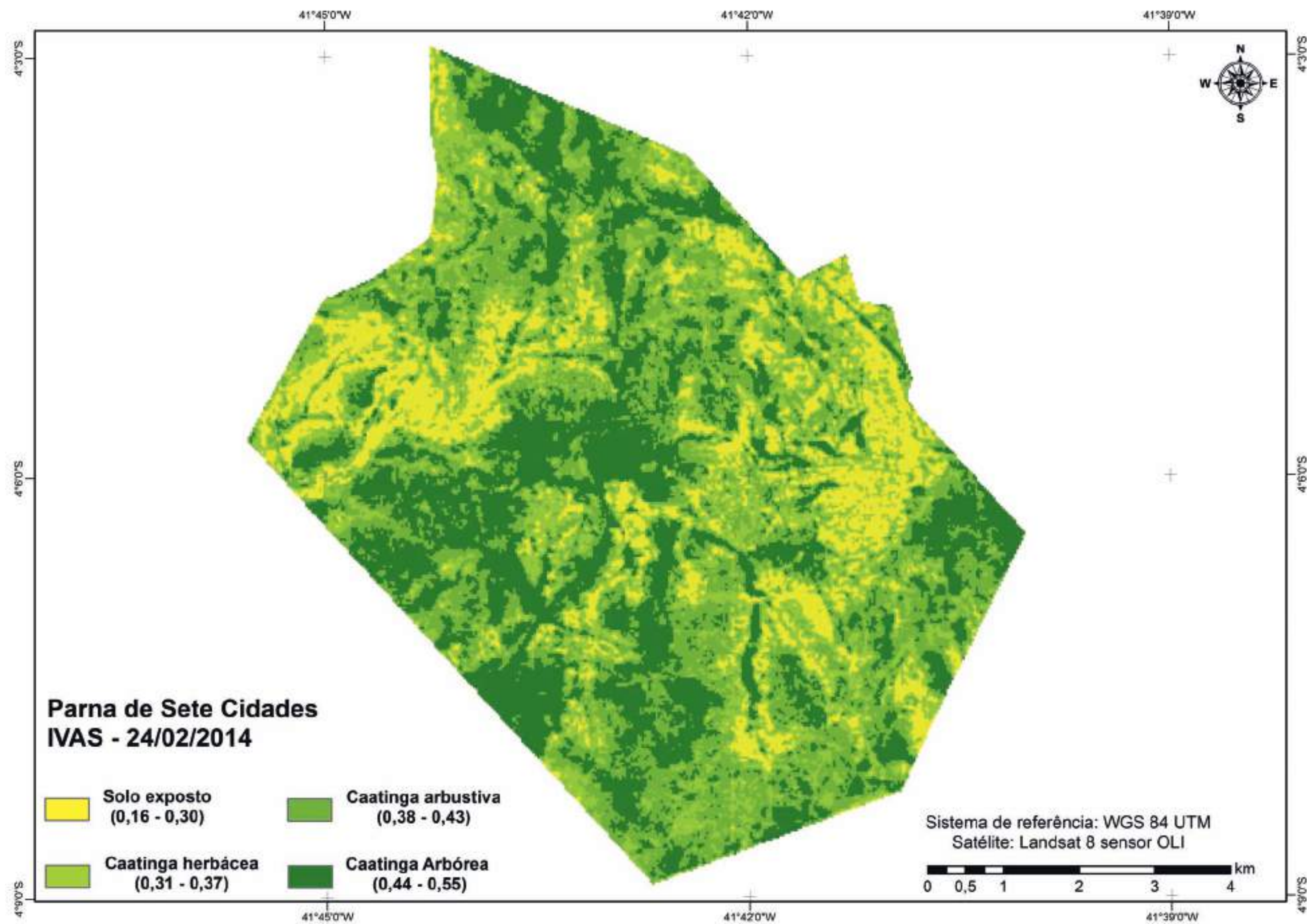
formation and in the extremities of isolated towers. This was due to the action of differential erosion, in which the divisional plans of the fractures result from two types of stratification or deposition, the fluvial and the estuarine tidal-plains; besides the formation of ironstone caps, which are geoforms sculpted by the action of chemical weathering (SANTOS, 2001; SANTOS e PELLERIN, 2003; CRPM, 2011, LOPES, 2011).

The soils most found in the Parna are the Quartzarenic Neossolos, the Red Oxisols, and the Hydromorphic Soils or Gleissol's. The Quartzarenic Neossolos, or quartz sand, have their origin in the morphogenesis of the geostructural compartmentalization of sandstone composition. They are deep soils, whitish to yellowish, and can be found under a smooth undulating relief. Latossolos are acidic and well-developed soils, highly weathered, with a high concentration of clay on the horizon. Gleissol's, or Hydromorphic Soils, are found in depression areas, saturated soils with water in their horizons, and grayish due to hydrophily (SANTOS, 2001; SANTOS e PALLERIN, 2003; LOPES, 2011).



Feições do modelado ruiforme, oriundos do fenômeno de “erosão alveolar ou salina”, que é um processo de formação deposicional, de arenitos oriundos de planície de maré-estuarina. A: Arco do Triunfo; B: o mapa do Brasil; C: Biblioteca; D: Monólito do perfil de Dom Pedro I; E: Extremidades de torres isoladas; e F: formação das couraças ferruginosas, esculpidas pela ação do intemperismo químico, localizadas no Parna Sete Cidades. Fotos: Moura e Freire, 2015.

Ruiform shaped Aspects, arising from the “alveolar or saline phenomenon, which is a depositional formation process from sandstones deriving from estuarine tidal-plains. A: “Arch of Triumph;” B: “the map of Brazil;” C: “Library;” D: Monolith of the profile of Dom Pedro I, E: Isolated towers extremities; and F: formation of ironstone caps, sculpted by the action of chemical weathering, Sete Cidades Parana. Photos: Moura and Freire, 2015.



Mapa temático do Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (IVAS) de 24/02/2014 do Parque Nacional Sete Cidades.

Thematic map of the Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI) of 02/24/2014 of the Sete Cidades National Park.



*"Boiadeiros": típicos trabalhadores do sertão nordestino no entorno do Parque Nacional de Sete Cidades.
Foto: Neison Freire (2015).*

*"Boiadeiros": typical workers of the northeastern backlands around the Sete Cidades National Park.
Photo: Neison Freire (2015).*



*Formação geológica típica do Parque Nacional Sete Cidades com a Profa. Dra. Débora Moura (UFCG) em pesquisa de campo.
Foto: Neison Freire (2015).*

*Typical geological formation of the Sete Cidades National Park with Profa. Dr. Débora Moura (UFCG) in field research.
Photo: Neison Freire (2015).*



*Nascentes d'água no interior do Parque Nacional Sete Cidades permitem a existência de fauna e flora de espécies típicas da Caatinga adaptada às áreas mais úmidas.
Foto: Neison Freire (2015).*

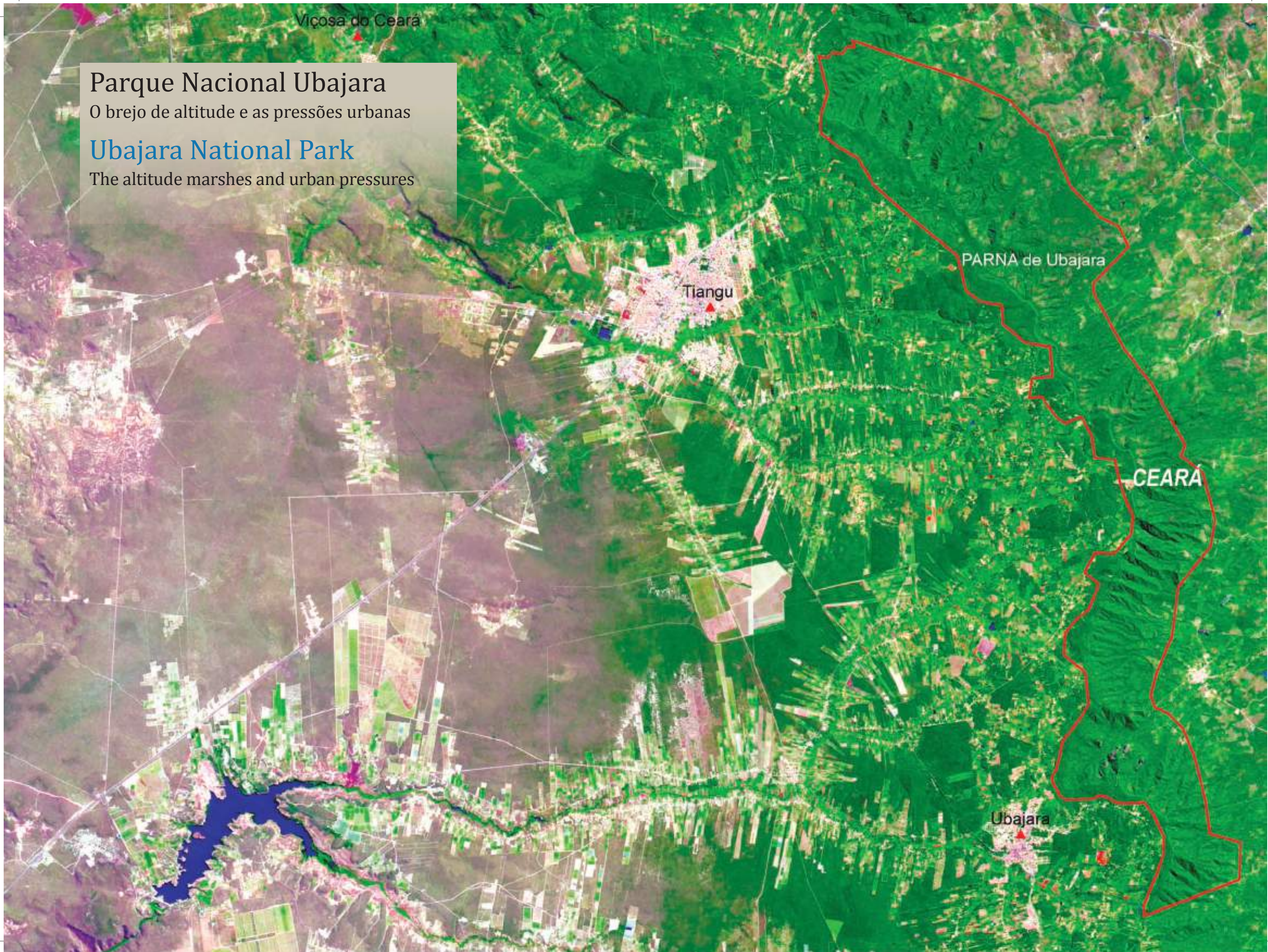
*Water springs inside the Sete Cidades National Park allow the existence of fauna and flora of species typical of the Caatinga adapted to the wetter areas.
Photo: Neison Freire (2015).*

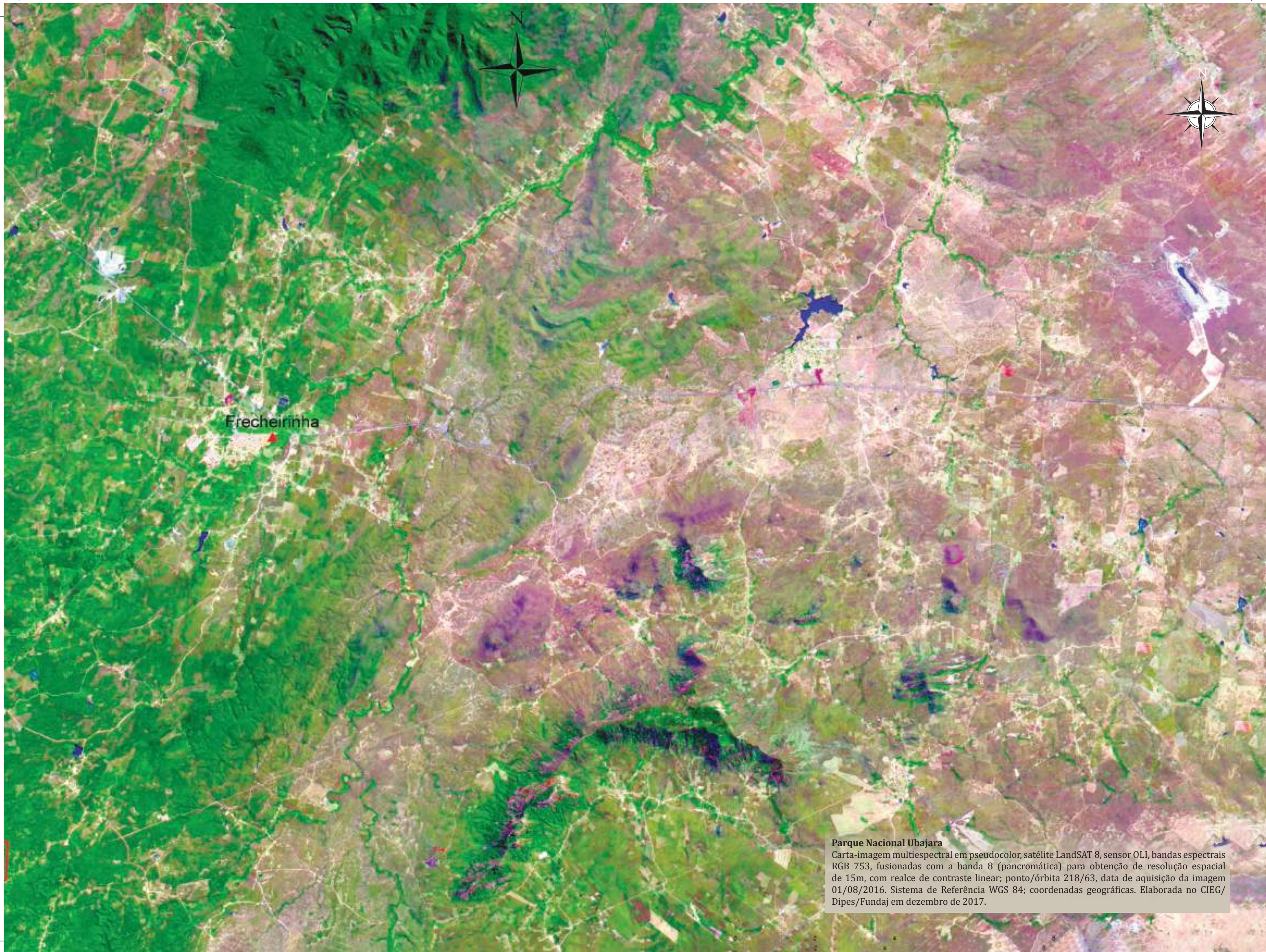
Parque Nacional Ubajara

O brejo de altitude e as pressões urbanas

Ubajara National Park

The altitude marshes and urban pressures





Frecheirinha

Parque Nacional Ubajara

Carta-imagem multiespectral em pseudocolor, satélite LandSAT 8, sensor OLI, bandas espectrais RGB 753, fusionadas com a banda 8 (pancromática) para obtenção de resolução espacial de 15m, com realce de contraste linear; ponto/órbita 218/63, data de aquisição da imagem 01/08/2016. Sistema de Referência WGS 84; coordenadas geográficas. Elaborada no CIEG/Dipes/Fundaj em dezembro de 2017.

O Parque Nacional de Ubajara (PNU), ou Parna de Ubajara, localiza-se ao noroeste do estado do Ceará, Nordeste do Brasil, tendo, atualmente, uma área de 6.288 ha. Esta é uma importante Unidade de Conservação (UC) da biodiversidade do Planalto de Ibiapaba, derivação geológica da Bacia do Parnaíba ou Bacia Sedimentar Piauí-Maranhão, que está localizado na borda oriental do Ceará. O Parna de Ubajara está distante 340 km da capital cearense, Fortaleza.

O Parque está sob administração Federal do ICMBio (Instituto Chico Mendes para a biodiversidade). Essa unidade é uma área de proteção integral, a qual se deve ser utilizada de forma indireta, sem agressão à biodiversidade, garantindo a estabilidade ecológica, a utilização para fins acadêmicos e para a prática do ecoturismo (RADAMBRASIL, 1981; VERÍSSIMO et al., 2005; NASCIMENTO et al., 2005; OLIVEIRA, 2010; CUNHA e ARAÚJO, 2014).

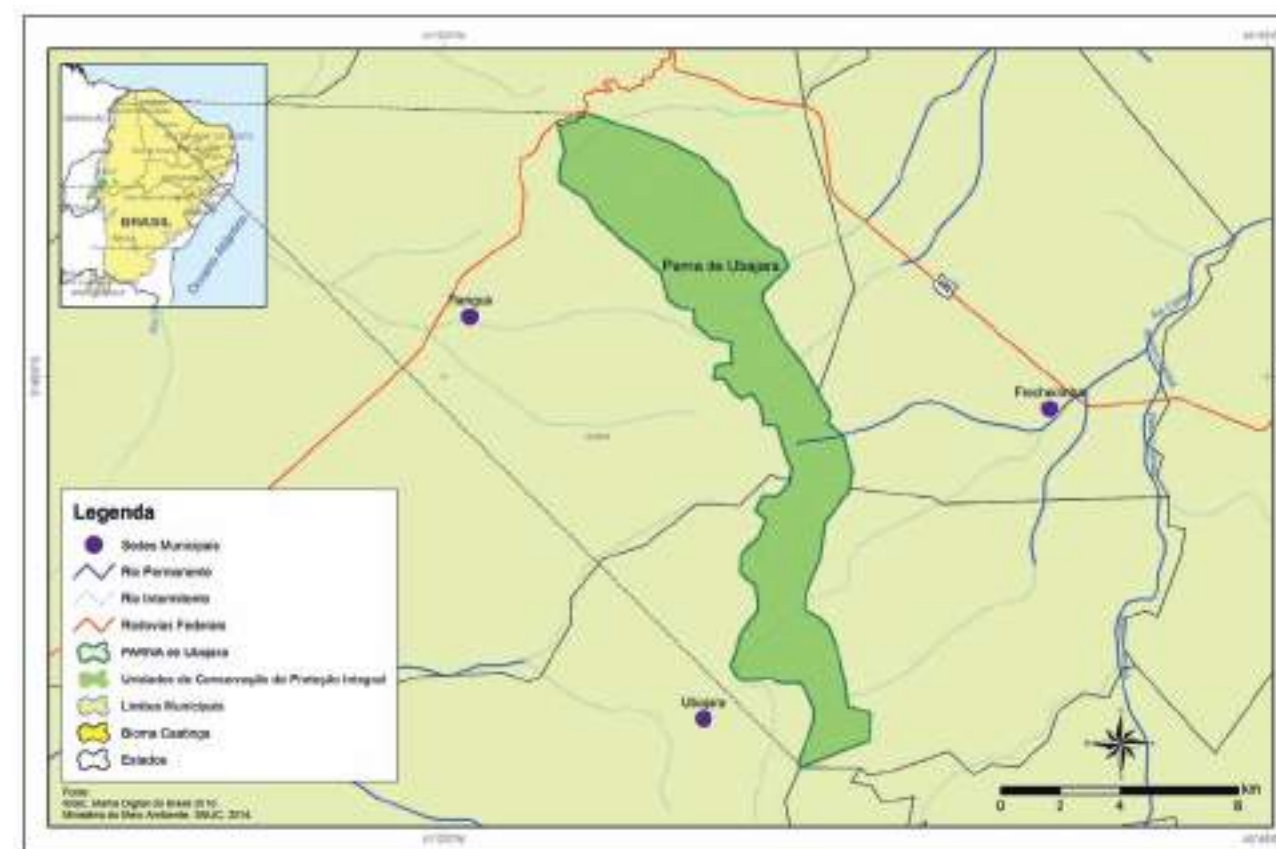
O Parna de Ubajara faz um polígono em forma de I, no sentido Norte-Sul, ao noroeste do Ceará, e está localizado na borda oriental da Bacia Sedimentar do Meio-Norte. A área de preservação ambiental do Parque Nacional de Ubajara foi garantida em 30 de abril de 1959, com a promulgação do Decreto Lei nº 45.959. Sua criação teve como objetivo resguardar as reservas geológicas, faunísticas, botânicas e geomorfológicas, e esta última destaca-se pela “Gruta Ubajara”, uma das mais importantes cavernas do Brasil, com 1.120 metros de extensão, a segunda maior em extensão no território Nacional. Essa caverna é uma das mais visitadas por turistas do Brasil, sem contar que existem, na área, inúmeras cavernas e grutas que compõem o ambiente cárstico da área em apreço. O Parna é uma reserva que representa um campo vegetacional de “Arboreto Climático Perenifólio” e “Arboreto Climático Estacional Semidecidual”.

A proteção da biodiversidade do Parna de Ubajara está respaldada pelo Decreto Lei nº 45.959, que criou e destinou uma área de 563 hectares com proteção integral ecológica. Posteriormente o Decreto Lei nº 84.017, de 21 de setembro de 1979, a Constituição Federal, no seu artigo 225, e o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) trazem garantias legais, para que a diversidade faunística, botânica e a



*Vista panorâmica do Parna de Ubajara.
Foto: Neison Freire (2015).*

*Panoramic view of Ubajara Parna.
Photo: Neison Freire (2015).*



Mapa de Localização do Parna de Ubajara.

Location map of the Ubajara Parna.

The Ubajara National Park (PNU), or Ubajara Parna, is located in the northwest of the state of Ceará, Northeastern Brazil, and today with an area of 6,288 ha. This is an important Conservation Unit (CU) of the Ibiapaba Plateau biodiversity, geological derivation of the Parnaíba Basin or Piauí-Maranhão Sedimentary Basin, which is located on the eastern edge of Ceará. The Ubajara Parna is 340 km away from State capital, Fortaleza.

The Park is under Federal Administration of ICMBio (Chico Mendes Institute for Biodiversity Conservation). This Unit is a full-protected area, which must be indirectly used, with no aggression to biodiversity, ensuring the ecological stability, the academic purposes and for the practice of Ecotourism (RADAMBRASIL, 1981; VERÍSSIMO et al., 2005; NASCIMENTO et al., 2005; OLIVEIRA, 2010; CUNHA e ARAÚJO, 2014).

The Ubajara Parna forms an I-shaped polygon, North-South direction, northwest of Ceará, and is located on the eastern edge of the Mid-North Sedimentary Basin. The environmental preservation area of Ubajara National Park was granted on April 30, 1959, with the enactment of Decree Law No. 45,959. Its creation aimed to preserve the geological, fauna and flora, and geomorphological reserves, the latter stands out for the “Ubajara Cave,” one of the most important caves in Brazil, with 1,120 meters of length, the second in extension in the National territory. This cave is one of the most visited by domestic tourists, not to mention the numerous caves and grottoes making the karstic environment of the area. The Parna is a reserve, which represents an “Arboreto Climático Perenifólio” and “Arboreto Climático Estacional Semidecidual.”

The protection of the biodiversity of Ubajara Parna is supported by Decree Law 45,959, which created and allocated an area of 563 hectares with full ecological protection. Subsequently Decree-Law No. 84,017 on September 21, 1979, the Federal Constitution, in its article 225, and the National System of Conservation Units (SNUC) bring legal guarantees so that the diversity of fauna, flora, and geomorphological of the Parna have legal support, aiming at the defense of the unique landscape and geomorphological exuberance

geomorfologia do Parna tenham respaldo legal, objetivando a defesa do fascínio paisagístico e da exuberância geomorfológica, para que estes sejam preservados (OLIVEIRA, 2010; CUNHA e ARAÚJO, 2014).

Entretanto, por percebermos a ínfima área da reserva legal, a beleza colossal do Parque Nacional de Ubajara não conteve em si todos os atrativos ecológicos do Planalto de Ibiapaba pela criação do Decreto nº 45.959. Assim, em 13 de dezembro de 2002, o Decreto S/N ampliou o estabelecimento da proteção integral para o Parque, estabelecendo sua expansão para 6.288 hectares. Portanto, esse último decreto estabeleceu os limites do Parque para os municípios de Ubajara, Tianguá e Frecheirinha, localizando-se sobre as coordenadas geográficas de 03° 52' 05" S e 40° 57' 55,6"; 03° 40' 49" S e 40° 52' 17,5" (NASCIMENTO et al., 2005; OLIVEIRA, 2010).

Os visitantes do Brasil e do mundo que queiram conhecer o Parque Nacional de Ubajara e desfrutar de suas belezas encantadoras podem se deslocar por via aérea através do Aeroporto Internacional Pinto Martins (Aeroporto de Fortaleza). Depois, pela via terrestre, existem duas rotas: a primeira tem um percurso de 340 km, os visitantes saem de Fortaleza pela BR-222 até a cidade de Tianguá. Em seguida, segue-se pela CE-187 até a sede do município de Ubajara, lugarejo distante cerca de 3 km do Parque; A segunda rota é seguindo pela BR-020 no sentido Fortaleza-Canindé, segue-se pela CE-157, e chegarão à cidade de Ipu. Seguirá pela CE-187 em destino a Guaraciaba do Norte-São Benedito-Ibiapina-Ubajara e se acrescenta a esta rota mais 40 km (OLIVEIRA, 2010).

O Parque Nacional de Ubajara está localizado na borda oriental da Província sedimentar do Parnaíba. Na sua borda leste se encontra o Planalto de Ibiapaba. Esse sistema monoclinar apresenta-se como o Graben de Jaibaras, uma importante área dobrada do arcabouço geológico e estrutural do sistema falhado e/ou basculhado dos grabens Jaibaras e Martinopole. Esse conjunto geológico estrutural do Médio Coreaú compreende os municípios de Viçosa do Ceará, Tianguá, Ubajara, Ibiapina, São Benedito, Carnaubal, Guaraciaba do Norte, Croata e Ipu. O Parque Nacional de Ubajara guarda, em seu interior, a



Aspecto singular da vegetação do Parna de Ubajara. Foto: Neison Freire (2015).

The singular aspect of the Parna Ubajara vegetation. Photo: Neison Freire (2015).

mais bela paisagem geomorfológica do Ceará (RADAMBRASIL, 1981; VERÍSSIMO et al., 2005; OLIVEIRA, 2010).

Logo, evidencia que o sistema geotectônico instaurado no Paleozoico contribui para o surgimento de cilhamentos, basculamentos e arqueamentos na litologia da Província da Borborema. Destacam-se os lineamentos Senador Pompeu-CE, Patos-PB, Pernambuco-PE, Sobral-Pedro II-CE, que são os mais importantes do Nordeste. Para o surgimento destas zonas tectônicas. Os efeitos dos Ciclos Cariri Velhos e Brasileiros consubstanciaram para o surgimento de zonas conturbadas na litologia basal do Complexo Granitoide ou cristalino por efeitos tectônicos e termais, dos quais podemos citar a sinéclise do Parnaíba (JUSTO, 2006; FREIRE, 2006; OLIVEIRA, 2010).

Essa área é uma importante unidade sedimentar do Nordeste brasileiro. A Unidade Geomórfica do Meio-Norte é conhecida também como Bacia sedimentar do Parnaíba ou Bacia sedimentar do Piauí-Maranhão. No entanto, essa unidade sedimentar

so that they be preserved (OLIVEIRA, 2010; CUNHA and ARAÚJO, 2014).

However, the small area of the legal reserve, the immense beauty of the Ubajara National Park, did not cover all the ecological attractions of the Ibiapaba Plateau due to the creation of Decree No. 45,959. Thus, on December 13, 2002, a Decree extended the area of the Park, establishing its expansion to 6,288 hectares. This latest decree established the boundaries of the park for the municipalities of Ubajara, Tianguá, and Frecheirinha, located on the geographical coordinates of 03° 52' 05" S and 40° 57' 55,6"; 03° 40' 49" S and 40° 52' 17,5" (NASCIMENTO et al., 2005; OLIVEIRA, 2010).

Visitors from Brazil and the world who want to visit Ubajara National Park and enjoy its charming beauties can travel by air through Pinto Martins International Airport (Fortaleza Airport). Then, by land, there are two routes: the first one has 340 km, from Fortaleza by BR-222 to the city of Tianguá. Then, following road CE-187 until the municipality of Ubajara,

a distant village about 3 km from the Park; the second route is by the BR-020 towards Fortaleza-Canindé, and then by CE-157 until the city of Ipu. Following the EC-187 to the city of Guaraciaba do Norte and São Benedito-Ibiapaba-Ubajara and then over 40 km (OLIVEIRA, 2010).

The Ubajara National Park is located on the eastern edge of the Parnaíba sedimentary Province. On its eastern border lies the Ibiapaba Plateau. This monoclin system presents as the Jaibaras Graben an important folded area of the geological and structural framework of the fault system and/or the tiltings grabens of Jaibaras and Martinópolis. This geological structural assembly of Médio Coreaú domain comprises the municipalities of Viçosa do Ceará, Tianguá, Ubajara, Ibiapina, São Benedito, Carnaubal, Guaraciaba do Norte, Croata, and Ipu. The Ubajara National Park keeps in its heart, the most beautiful geomorphological landscape of Ceará (RADAMBRASIL, 1981; VERÍSSIMO et al., 2005; OLIVEIRA, 2010).

Therefore, it is evident that the geotectonic system established in the Paleozoic contributes to the appearance of rocking, tipping, and arching in the lithology of Borborema Province. Highlighting the Senador Pompeu-CE, Patos-PB, Pernambuco-PE, and Sobral-Pedro II-CE lineaments, which are the most important in the Brazilian Northeastern. For the emergence of these tectonic zones the effects of the Cariri Velho and Brazilian Cycles fused for the emergence of disturbed zones in the basal lithology of the Granitoid Complex or crystalline by tectonic and thermal effects, of which we can mention the Parnaíba syncline (JUSTO, 2006; FREIRE, 2006; OLIVEIRA, 2010).

This area is an important sedimentary unit of the Brazilian Northeast. The Geomorphologic Unit of Mid-North is also known as Parnaíba sedimentary Basin or Piauí-Maranhão sedimentary Basin. However, this western Northeast sedimentary unit covers an area of 600,000 km², encompassing the states of Piauí and Maranhão, as well as, partially inserted in the states of Ceará, Tocantins, Goiás, Pará, and Bahia. Nevertheless, the sedimentary basin originated in the Paleozoic era had a much larger area than the current. It comprised an area of 700,000 km².

occidental nordestina compreende uma área de 600.000 km², abrangendo os estados do Piauí e Maranhão, além de estar presente, parcialmente, nos estados do Ceará, Tocantins, Goiás, Pará e da Bahia. Entretanto, a bacia sedimentar oriunda da era Paleozoica detinha uma área bem maior que a atual. Ela compreendia uma área de 700.000 km².

No Período do Pré-cambriano, houve o estabelecimento das bacias sedimentares interioranas na Plataforma Sul-americana. Esse período é marcado por intensa movimentação da litologia do Complexo do Granitoide do embasamento cristalino, em especial sobre o Nordeste da plataforma supracitada. Logo, se estabeleceram as Províncias Gnássica-migmatíticas-graníticas (os maciços nordestinos) e as Províncias Metassedimentares (dos Sistemas de dobramentos do cinturão metamórfico). Sendo assim, uma das unidades mais representativas do Nordeste da Plataforma Sul-americana é a Província da Borborema, a qual o embasamento do Parque está no Domínio Médio Coreuá.

A Bacia sedimentar do Piauí-Maranhão compreende um sistema de rifteamento ou sinéclise do Parnaíba, no qual se instaurou o Conjunto sedimentar do Ocidente Nordestino. O sistema de rifteamento foi instaurado principalmente do transcurso do Ciclo Brasileiro, no qual se formou a Bacia Intracratônica, do tipo Rift, ou Bacia Aulacogênica do Parnaíba.

Conclui-se que, no Período do Pré-cambriano, se desenvolveu um sistema geotectônico, um rift, e, logo em seguida, instaurou-se, na área, o processo de aplainamento, em que os sedimentos continentais correlatos ao Rift foram sendo depositados. Sucedeu-se, pois, que a sinéclise foi tomada pelo Mar epicontinental Siluri-devoniano, o que estabeleceu um sistema de deposição de sedimentos transgressivos e regressivos marinho. Por fim, a área foi arqueada pelo Sistema tectônico de soerguimento crustal, das bacias interioranas da Plataforma Sul-Americana, onde logo se estabeleceu a exposição dos sedimentos continentais, marinhos, translacionais, deltaicos e fluviais dos Grupos Serra Grande (Siluriano), Grupo Canindé (Devoniano),



Feições da Bacia sedimentar do Parnaíba, que compreendem um sistema de rifteamento ou sinéclise do Parnaíba, no qual se instaurou o Conjunto sedimentar do Ocidente nordestino, localizado no Parna de Ubajara. Fotos: Moura e Freire, 2015.

The Parnaíba sedimentary Basin Aspects that comprise a rifting system or Parnaíba sineclisis, in which the sedimentary western Northeast Set established. Ubajara Parna. Photos: Moura and Freire, 2015.

In the Precambrian Period, there was the establishment of inland sedimentary basins in the South-American Platform. This period is marked by the intense movement of the lithology of the Granitoid Complex of the crystalline basement, especially on the Northeast of the aforementioned platform. Then, the Gneiss-migmatite-granitic Provinces (the Northeastern massifs) and the Metasedimentary Provinces (from the Metamorphic Belt Fold Systems) were established. Hence, one of the most representative units of the Northeast of the South-American Platform is the Borborema Province, which is based on the Médio Coreuá Domain.

The Piauí-Maranhão sedimentary Basin comprises a rifting system or Parnaíba sineclisis, in which the sedimentary western Northeast Set established. The rifting system was established mainly from the course of the Brazilian Cycle, which formed the Intracratonic Basin, Rift type or Parnaíba Aulacogenic Basin.

In conclusion, in the Precambrian Period, a tectonic system was developed, a rift, and, soon after, a planing process was initiated, in which the Rift related continental sediments were being deposited. It happened, therefore, that the sineclisis was taken by the Silurian-Devonian Epicontinental Sea, which established a system of deposition of marine transgressed and regressive sediments. Finally, the area was arched by the tectonic system of crustal uplift, of the interior basins of the South-American Platform, where the exposure of continental, marine, translational, deltaic and fluvial sediments of the Groups Serra Grande (Silurian), Canindé (Devonian), and Balsas (Triassic), and the Formations of Grajaú, Codó, and Itapecuru (Cretaceous), was soon established (JUSTO, 2006; FREIRE, 2006; OLIVEIRA, 2010; SANTOS e SOUZA, 2012; MENESES, 2013).

However, in the Borborema Province, some depression areas such as the Middle Domain Coreuá are highlighted. These areas had been influenced by the Epicontinental sea incursion, where the intracratonic Basins of the interior of the South American Platform settled. Therefore, it must be highlighted that the tectonic zones that developed in the Tectonic Province of the Borborema,



Feições da Bacia sedimentar do Parnaíba. A: compreende um relevo escarpado invertido; e B: modelado com feições de front cuestasiforme do Planalto de Ibiapaba, no estado do Ceará, localizado no Parna de Ubajara. Fotos: Moura e Freire, 2015.

Aspects of the Parnaíba Sedimentary Basin. A: rugged inverted relief; and B: cuestasiform front shaped feature, Ibiapaba Plateau, Ceará State, Ubajara Parna. Photos: Moura and Freire, 2015.

Balsas (Triássico) e as Formações Grajaú, Codó e Itapecuru (Cretáceo) (JUSTO, 2006; FREIRE, 2006; OLIVEIRA, 2010; SANTOS e SOUZA, 2012; MENESES, 2013).

Entretanto, na Província da Borborema, destacam-se algumas áreas deprimidas, como o Domínio do Médio Coreuá. Essas áreas tiveram influência da incursão do Mar epicontinental, áreas onde se estabeleceram as Bacias intracratônicas do interior da Plataforma Sul-americana. Merece, portanto, destaque que as zonas tectônicas, que se desenvolveram na Província Tectônica da Borborema, contribuíram para a formação

da Bacia Jaibaras, formando um *Graben*. Esse grupo, da base para o topo, é composto pelas litofácies Trapiá, Caiçaras, Frecheirinha e Coreuá. Os litotipos mais encontrados nestas unidades litoestratigráficas são o Arenito cinza, Conglomerado quartzoso, Quartzito, com granulometria fina a média e o Calcário preto, róseo, vermelho e cinza-esbranquiçado.

O Parque Nacional de Ubajara está inserido na borda oriental da Bacia do Parnaíba. Essa posição geográfica confere um relevo escarpado invertido, pertencente à *front* cuestasiforme do Planalto de Ibiapaba, no estado do Ceará, no qual a dissecação e aplainamento do relevo regional propiciaram o aparecimento de Morros Testemunhos no sopé da Chapada, bem como a dissolução carbonática dos calcários da Formação Frecheirinha, que fez surgir um ambiente cárstico. O ambiente espélico denota-se como um dos mais importantes do Brasil, com 14 grutas e cavernas descritas, sendo a “Gruta Ubajara” a mais conhecida e



Feições da Bacia sedimentar do Parnaíba, localizadas no Parna de Ubajara. A dissecação e o aplainamento do relevo regional propiciaram o aparecimento de Morros Testemunhos no sopé da Chapada. Fotos: Moura e Freire, 2015

Physiognomies of Parnaíba sedimentary Basin, Ubajara Parna. The dissection and planing of regional relief led to the appearance of hills testimonials (inselbergs) at the foothill of the Chapada. Photos: Moura and Freire, 2015.

visitada do Parque (VERÍSSIMO, et al, 2005; NASCIMENTO et al., 2005; OLIVEIRA, 2010; SANTOS e SOUZA, 2012).

O Planalto de Ibiapaba compreende uma das mais importantes unidades sedimentares do Ceará. A altimetria desse compartimento sedimentar varia entre 800 e 1100 metros de altitude. O ambiente, desde o período de Subsidiência, vem passando por forte entalhamento da litologia regional. As interações climáticas são condições propícias para o entalhamento do relevo regional. Sobretudo, é uma área com caracterização geológica devoniana, que estruturou a morfogênese do relevo escarpado da vertente oriental do Planalto de Ibiapaba. Em escala local, as condições da orientação do relevo propiciaram um microclima úmido, pois localiza-se a barlavento, de exceção do entorno Semiárido do Planalto de Ibiapaba. Essas condições climáticas acentuaram o processo morfodinâmico da paisagem (OLIVEIRA, 2008, OLIVEIRA e BASTOS, 2009).

contribuiu para a formação de Jaibaras Basin, by forming a *Graben*. This group from bottom to top consists of the lithofacies Trapiá, Caiçaras, Frecheirinha, and Coreuá. The most commonly found lithotypes in these lithostratigraphy units are Gray Sandstone, Quartzite Conglomerate, Quartzite, with fine to medium granulometry and Black, Roseate, Red, and Whitish Gray limestone.

The Ubajara National Park is located on the eastern edge of the Parnaíba sedimentary Province. This geographical position confers an inverted steep relief, belonging to the cuestasiform *front* of the Ibiapaba Plateau, Ceará State, where the dissection and planing of the regional relief provided the appearance of hills testimonials at the foothills of Chapada, as well as, the carbonate dissolution of the Frecheirinha Formation limestone's, which resulted in a karstic environment. The speleology characterizes as one of the most important in Brazil, with 14 grottos and caves, being the “Cave Ubajara” the best known and visited of the Park (VERÍSSIMO, et al., 2005; NASCIMENTO et al., 2005; OLIVEIRA, 2010; SANTOS e SOUZA, 2012).

The Ibiapaba Plateau comprises one of the major sedimentary units of Ceará. The altitude of this sediment compartment ranges between 800 and 1100 meters. The environment, since the period of Subsidence, is passing through a strong notching of the local lithology. The climate interactions are conducive for the local relief notching. Above all, it is an area with a Devonian geological characterization, which structured the morphogenesis of the steep relief of the eastern slope of the Ibiapaba Plateau. On a local scale, the conditions of the relief orientation provided a humid microclimate, since it is located in the windward side, an exception of the semi-arid environment of the Ibiapaba Plateau. These climatic conditions accentuated the landscape morphodynamic process (OLIVEIRA, 2008, OLIVEIRA e BASTOS, 2009).

The Ubajara National Park is part of the Médio Coreuá Basin. It is an exoreic drainage basin type, dendritic and arborescent. The main drainage is made by the Coreuá River, determined by the declivity of the relief, reminding a trunk, and its tributaries, the branches. The watercourses are distributed

O Parque Nacional de Ubajara está inserido na Bacia do Médio Coreaú. Essa drenagem da bacia é do tipo exorreica, dentrítica e arborescente. A drenagem principal é feita pelo Rio Coreaú, determinado pela declividade do relevo, do qual forma-se um tronco de uma árvore e seus tributários, os ramos desse tronco. Os cursos d'água se distribuem por todo o Parque, onde as confluências dos tributários formam ângulos retos, e essa configuração dentrítica é uma exceção para a drenagem regional. Tendo em vista que, em um padrão de drenagem dentrítica, não se observam ângulos retos nas confluências dos cursos d'água, os quais são exceção, e se devem ao padrão geológico, muito em consequência das influências tectônicas regionais. A superfície de drenagem do Rio Coreaú se estende de S-N, drenando uma área superior a 4.000 KM² no Planalto de Ibiapaba (RADAMBRASIL, 1981).

O clima do Parque Nacional de Ubajara é Tropical Quente e Úmido, com temperaturas inferiores a 20° C, sendo diferente do seu entorno, o Semiárido. Mormente, acentua-se a posição geográfica e a exposição aos ventos alísios úmidos litorâneos. Tal corolário climático se dá devido a sua localização, que não é tão acentuada do litoral cearense. O clima local do Planalto de Ibiapaba é classificado como Aw', segundo a Classificação de Köppen. O período chuvoso é de verão-outono (janeiro-maio) e o período seco de primavera-inverno (julho-novembro). A média anual das precipitações são de 640 a 1000 mm, as temperaturas ficam em média de 18° a 29° C (AGUIAR e VASCONCELOS, 2012).

O Brasil é um país tropical e seu vasto território compreende, em sua maioria, a região Intertropical do globo terrestre. Logo, sua riqueza florística estará condicionada aos fatores ambientais e humanos, e, portanto, é conjugada pelos fatores sobre a continentalidade, a maritimidade, as condições edáficas, climáticas, geológicas, geomorfológicas e antrópicas, específicos a cada lugar. Dessa forma ressaltam-se as riquezas dos seus ecossistemas e ambientes associados (LOEBMANN, 2010; OLIVEIRA, 2010; SOUZA et al., 2015).

Nessas proporções territoriais e ambientais, destacam-se as inúmeras paisagens



Feições do relicto florestal úmido encontrado sobre o Planalto de Ibiapaba, onde se encontra formações de Brejos de Cimeira e de Encosta. Fotos: Moura e Freire, 2015.

Aspects of the humid forest relict found on the Ibiapaba Plateau, where there are the formations of "Brejos," "Cimeira," and "Encosta" Photos: Moura and Freire, 2015.



de exceções e os relictos florestais úmidos no Semiárido nordestino, que são definidos segundo os Brejos de Altitude (SOUZA et al., 2016) Nessas disjunções florestais, encontra-se uma riqueza florística e faunística, que se conota com o ecossistema da Floresta Atlântica do litoral nordestino, mesmo muitos destes ecossistemas localizando-se a dezenas de quilômetros do litoral (LOEBMANN, 2010, OLIVEIRA, 2010, MORO et al, 2015).

Na conjectura elencada, destaca-se o relicto florestal úmido encontrado sobre o Planalto de Ibiapaba, onde se encontra formações de Brejos de Cimeira e de Encosta. Nessa área, as condições topográficas e climáticas favorecem a presença de uma Floresta Atlântica Pluvial, que se diferencia

throughout the Park, where the confluence of the tributaries forms right angles, and this dendritic configuration is an exception for local drainage. Considering that, in a dendritic drainage pattern, right angles are exceptions at the confluence of the watercourses, and are due to the geological pattern, part because of local tectonic influences. The drainage surface of the Coreaú River extends from S-N, draining an area of more than 4,000 KM² in the Ibiapaba Plateau (RADAMBRASIL, 1981).

The climate of the Ubajara National Park is Tropical Hot and Humid, with temperatures below 20°C, being different from its surroundings, the Semi-arid. In particular, the geographical position and the exposure to the moist coastal trade winds

are accentuated. Such a climatic result is due to its location, which is not so sharpened on the coast of Ceará. The local climate of the Ibiapaba Plateau is classified as Aw', according to Köppen system. The rainy season is January-May (summer-autumn) and the dry period, July-November (spring-winter). The average annual rainfall is 640 to 1000 mm; the temperatures are on average 18° to 29°C (AGUIAR e VASCONCELOS, 2012).

Brazil is a tropical country, and its vast territory comprises, mostly, the Intertropical region of the globe. Therefore, its floristic richness will be conditioned to environmental and human factors, and, hence, it is combined by factors such as continentality, maritimity, and the edaphic, climatic, geological, geomorphological and anthropic conditions specific to each place. In this way, the richness of its ecosystems and associated environments is highlighted (LOEBMANN, 2010; OLIVEIRA, 2010; SOUZA et al., 2015).

In these territorial and environmental proportions, the numerous landscapes of exceptions and the humid forest relict in the northeastern Semi-arid are the spotlight, which is defined according to the "Brejos de Altitude" (SOUZA et al., 2016). In these forest disjunctions, there is a floristic and faunistic richness, which reminds the Atlantic Forest of the northeastern coast, even many of these ecosystems are located kilometers from the coast (LOEBMANN, 2010, OLIVEIRA, 2010, MORO et al., 2015).

In this conjecture, the humid forest relict found on the Ibiapaba Plateau, where are the formations of Brejos de Cimeira and Encosta, stands out. The topographic and climatic conditions in the area favor the presence of a Pluvial Atlantic Forest, which differs from the forest stocks found in the depression compartmentalization of the environment. In Ibiapaba Plateau, is found an "Arboreto Climático Perenifólio" (NASCIMENTO et al., 2005; OLIVEIRA, 2008; LOEBMANN, 2010).

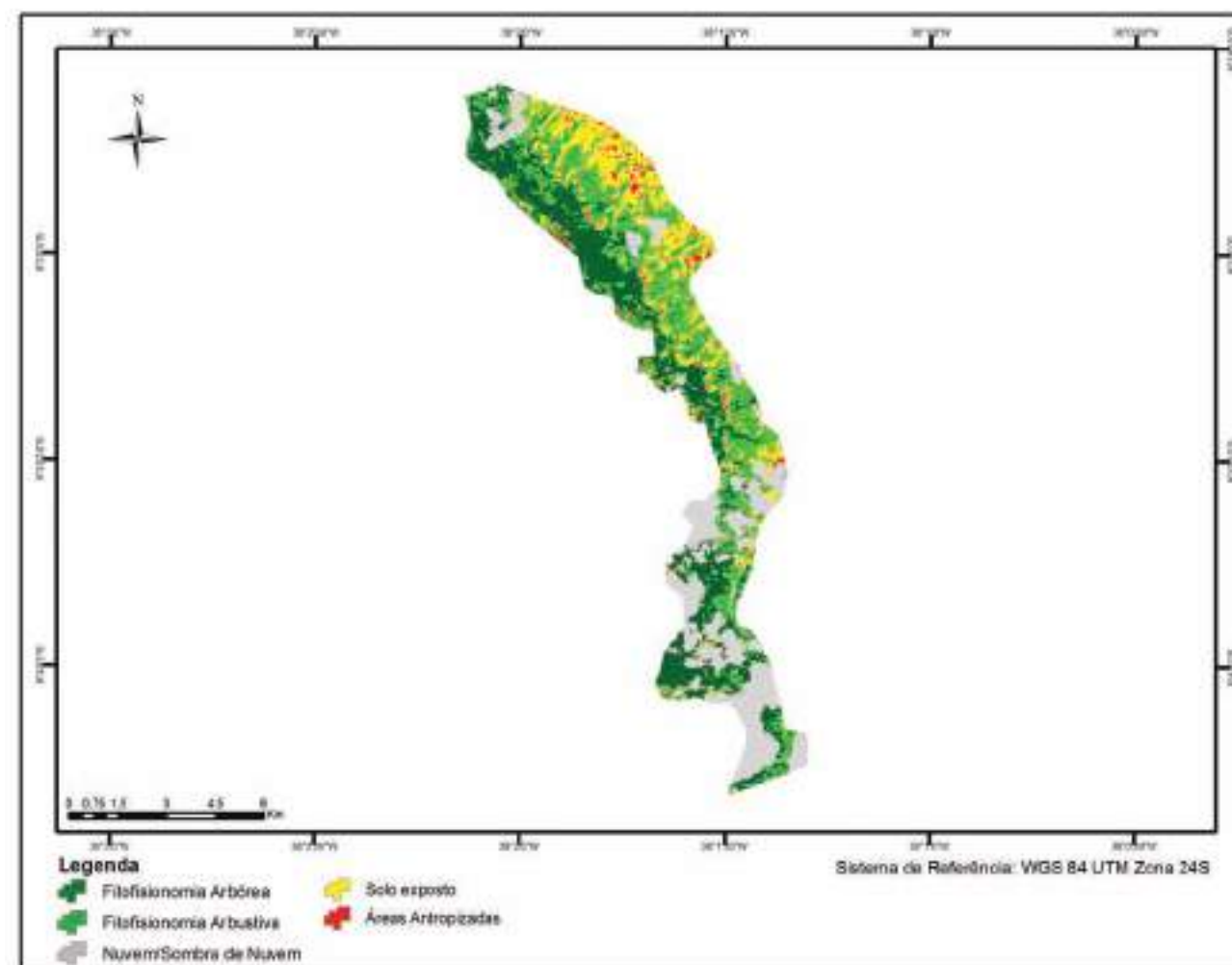
In the Ubajara National Park, the Bryophytes and Pteridophytes sensu lato are well represented due to the predominantly Atlantic Rain Forest environment (SILVA e PÔRTO, 2014). However, in the different vegetation types were recorded species from the families Acanthaceae - *Ruellia asperula* (Mart.





Feições da flora registradas no mosaico florestal do Parna de Ubajara. A: Pterodófitas; B: Acanthaceae - *Ruellia asperula* (Mart. & Nees) Lindau; C: *Ruellia geminiflora* Kunth; D: *Amoryllidaceae* - *Hippeastrum stylosum* Herb.; E: *Asteraceae* - *Centratherum punctatum* Cass.; F: *Convolvulaceae* - *Ipomoea amnicola* Morong; G: *Ipomoea nil* (L.) Roth; H: *Ipomoea hederifolia* L.; I: *Ipomoea longeramosa* Choisy; J: *Ipomoea asarifolia* (Desr.) Roem. & Schult.; K: *Fabaceae* - *Canavalia rosea* (Sw.) DC., L. *Crotalaria* sp.; M: *Centrosema* sp.; N: *Poincianella bracteosa* (Tul.) P. Queiroz.; O: *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby; P: *Malvaceae* - *Herissantia tiubae* (K. Schum.) Brizicky; Q: *Sida castanocarpa* Krapov.; R: *Malpighiaceae* - *Stigmaphyllon* sp.; S: *Melastomataceae* - *Tibouchina heteromalla* (D. Don) Cogn.; T: *Orchidaceae* - *Encyclia randii* (Barb. Rodr.) Porto & Brade; U: *Verbenaceae* - *Lantana camara* L.; V: *Stachytarpheta coccinea* Schauer. Fotos: Moura e Freire, 2015.

Species of the flora recorded in the vegetation mosaic, Ubajara Parna. A: Pteridophytes; B: Acanthaceae - *Ruellia asperula* (Mart. & Nees) Lindau; C: *Ruellia geminiflora* Kunth; D: *Amoryllidaceae* - *Hippeastrum stylosum* Herb.; E: *Asteraceae* - *Centratherum punctatum* Cass.; F: *Convolvulaceae* - *Ipomoea amnicola* Morong; G: *Ipomoea nil* (L.) Roth; H: *Ipomoea hederifolia* L.; I: *Ipomoea longeramosa* Choisy; J: *Ipomoea asarifolia* (Desr.) Roem. & Schult.; K: *Fabaceae* - *Canavalia rosea* (Sw.) DC., L. *Crotalaria* sp.; M: *Centrosema* sp.; N: *Cenostigma bracteosum* (Tul.) Gagnon & G.P. Lewis; O: *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby; P: *Malvaceae* - *Herissantia tiubae* (K. Schum.) Brizicky; Q: *Sida castanocarpa* Krapov.; R: *Malpighiaceae* - *Stigmaphyllon* sp.; S: *Melastomataceae* - *Tibouchina grandifolia* Cogn.; T: *Orchidaceae* - *Encyclia randii* (Barb. Rodr.) Porto & Brade; U: *Verbenaceae* - *Lantana camara* L.; V: *Stachytarpheta coccinea* Schauer. Photos: Moura and Freire, 2015.



Mapa Temático de Uso e Ocupação do Parna Serra de Ubajara, elaborado a partir de imagem LandSAT 7 ETM+ de 16/08/2001.

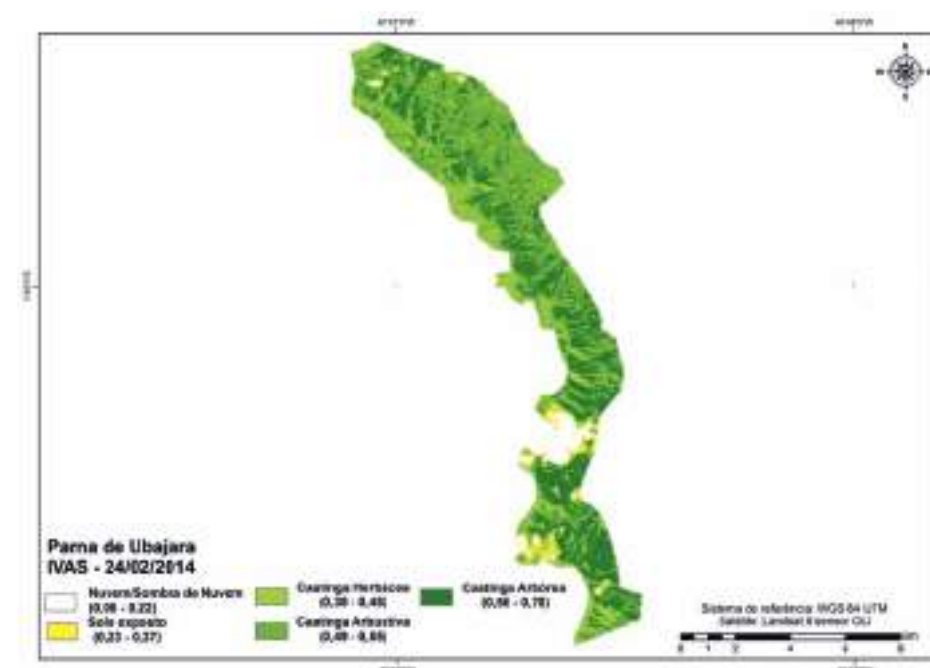
Landuse/landcover Thematic Map of Serra de Ubajara Parna, elaborated from Landsat 7 ETM + 8/16/2001.

dos estoques florestais encontrados na compartimentação depressional do entorno. No Planalto de Ibiapaba, se encontra um Arboreto Climático Perenifólio (NASCIMENTO et al., 2005; OLIVEIRA, 2008; LOEBMANN, 2010).

No Parque Nacional de Ubajara, por ser um ambiente predominantemente de Floresta Atlântica Pluvial, as Briófitas e Pterodófitas são bem representadas (SILVA e PÔRTO, 2014). No entanto, nas diferentes fitofisionomias foram registradas as espécies as famílias de Acanthaceae - *Ruellia asperula* (Mart. & Nees) Lindau, *Ruellia geminiflora* Kunth, Amaryllidaceae - *Hippeastrum stylosum* Herb., Asteraceae - *Centratherum punctatum* Cass., Convolvulaceae - *Ipomoea amnicola* Morong, *Ipomoea nil* (L.) Roth, *Ipomoea hederifolia* L., *Ipomoea longeramosa* Choisy, *Ipomoea asarifolia* (Desr.) Roem. & Schult., Fabaceae - *Canavalia rosea* (Sw.) DC., *Crotalaria* sp., *Centrosema* sp., *Poincianella bracteosa* (Tul.) P. Queiroz., *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, Malvaceae - *Herissantia tiubae* (K. Schum.) Brizicky, *Sida castanocarpa* Krapov., Malpighiaceae - *Stigmaphyllon* sp., Melastomathaceae - *Tibouchina grandifolia* Cogn., Orquidaceae - *Encyclia randii* (Barb. Rodr.) Porto & Brade, Verbenaceae - *Lantana camara* L., *Stachytarpheta coccinea* Schauer.

Com relação ao mapeamento temático temporal do Parna de Ubajara, as imagens do satélite Landsat 7 ETM+ foram utilizadas para o mapeamento temático de 2001, enquanto que as imagens do satélite Landsat 8 OLI foram utilizadas para 2014. Várias técnicas de Processamento Digital de Imagens foram empregadas no software Spring 5.5 a fim de se obter uma Classificação Supervisionada para ambas as datas.

O Parque Nacional de Ubajara é uma unidade de conservação que abriga um mosaico florestal de Floresta Atlântica Pluvial, Estacional e Caatinga. O Parque possui extensa área de cobertura, além da área de amortecimento, e apresenta-se em excelente estado de conservação, como se observou tanto no mapeamento temático por Classificação Supervisionada, como pelos índices de vegetação calculados. Contudo, devido à expansão imobiliária desordenada, agricultura de subsistência e pecuária extensiva da bacia



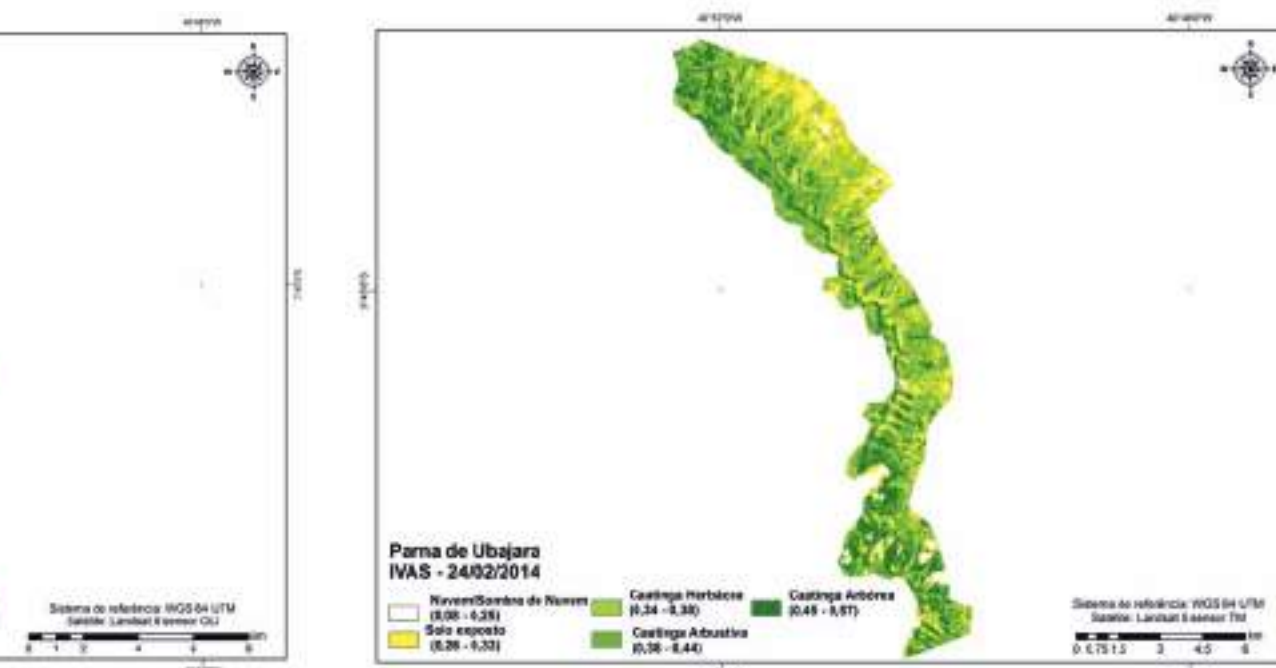
Mapa Temático IVAS de 1999 do Parna de Ubajara.

Thematic map, 1999 SAVI, Ubajara Parna.

leiteira, torna-se uma grave ameaça para os gestores a fiscalização e monitoramento.

Por ser a área do Parque extensa, nota-se uma escassez de informações científicas, botânicas, faunísticas e geoambientais da área do entorno.

Quanto à estrutura fitofisionômica, necessita-se de estudos sobre a composição florística, para se entender que estas áreas de conservação ambiental possuem bases para o conhecimento científico e o desenvolvimento sustentável da Região, em especial para as populações locais que vivem e dependem dos recursos naturais oriundos de tais áreas. Portanto, este estudo de Mapeamento e análise espectro-temporal das unidades de conservação vem subsidiar uma investigação, delineamento e conhecimento sobre a real situação de conservação ambiental.



Mapa Temático IVAS de 2014 do Parna de Ubajara.

Thematic map, 2014 SAVI, Ubajara Parna.

& Nees) Lindau, *Ruellia geminiflora* Kunth, Amaryllidaceae - *Hippeastrum stylosum* Herb., Asteraceae - *Centratherum punctatum* Cass., Convolvulaceae - *Ipomoea amnicola* Morong, *Ipomoea nil* (L.) Roth, *Ipomoea hederifolia* L., *Ipomoea longeramosa* Choisy, *Ipomoea asarifolia* (Desr.) Roem. & Schult., Fabaceae - *Canavalia rosea* (Sw.) DC., *Centrosema* sp., *Crotalaria* sp., *Cenostigma bracteosum* (Tul.) Gagnon & G.P. Lewis, *Senna cana* (Nees & Mart.) H.S. Irwin & Barneby, Malvaceae - *Herissantia tiubae* (K. Schum.) Brizicky, *Sida castanocarpa* Krapov., Malpighiaceae - *Stigmaphyllon* sp., Melastomataceae - *Tibouchina grandifolia* Cogn., Orchidaceae - *Encyclia randii* (Barb. Rodr.) Porto & Brade, Verbenaceae - *Lantana camara* L., and *Stachytarpheta coccinea* Schauer.

Regarding the temporal thematic mapping of Ubajara Parna, images from Landsat 7 ETM + were used for thematic mapping of 2001, while the images of the satellite Landsat 8 OLI were used for 2014. Several digital images processing techniques were employed in the software Spring 5.5, in order to obtain a supervised classification for both dates.

The Ubajara National Park is a conservation unit that houses a forest mosaic of Atlantic Rain Forest, Seasonal Forest, and Caatinga. The Park has an extensive coverage area, in addition to the buffer zone, and is in an excellent state of conservation, as observed in both the thematic mapping by Supervised Classification and by the vegetation indexes calculated. However, due to disorderly housing expansion, subsistence farming, and extensive dairy farming, it becomes a serious threat to managers' controlling and monitoring.

Due to the vast area of the Park, there is a lack of scientific, botanical, faunal and geoenvironmental information of the surrounding area.

As regards the phytophysionomic structure, studies on floristic composition are needed to understand that these areas of environmental conservation have a basis for scientific knowledge and sustainable development in the Region, especially for the local populations that live and depend on natural resources from such areas. So, this study of mapping and temporal spectrum analysis of conservation units, come to subsidize research, design, and knowledge of the real situation of environmental conservation.

Estação Ecológica Aiuaba

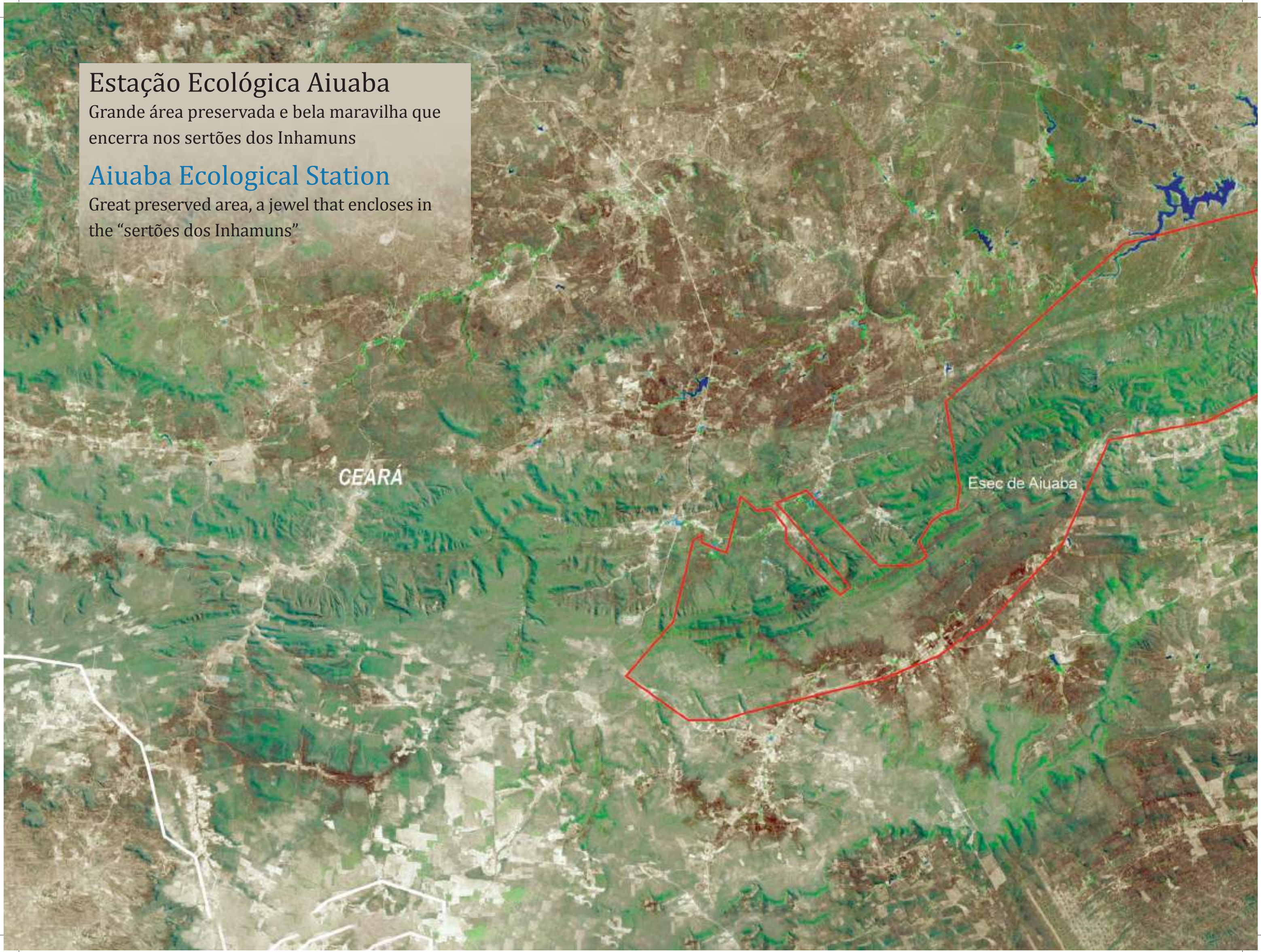
Grande área preservada e bela maravilha que encerra nos sertões dos Inhamuns

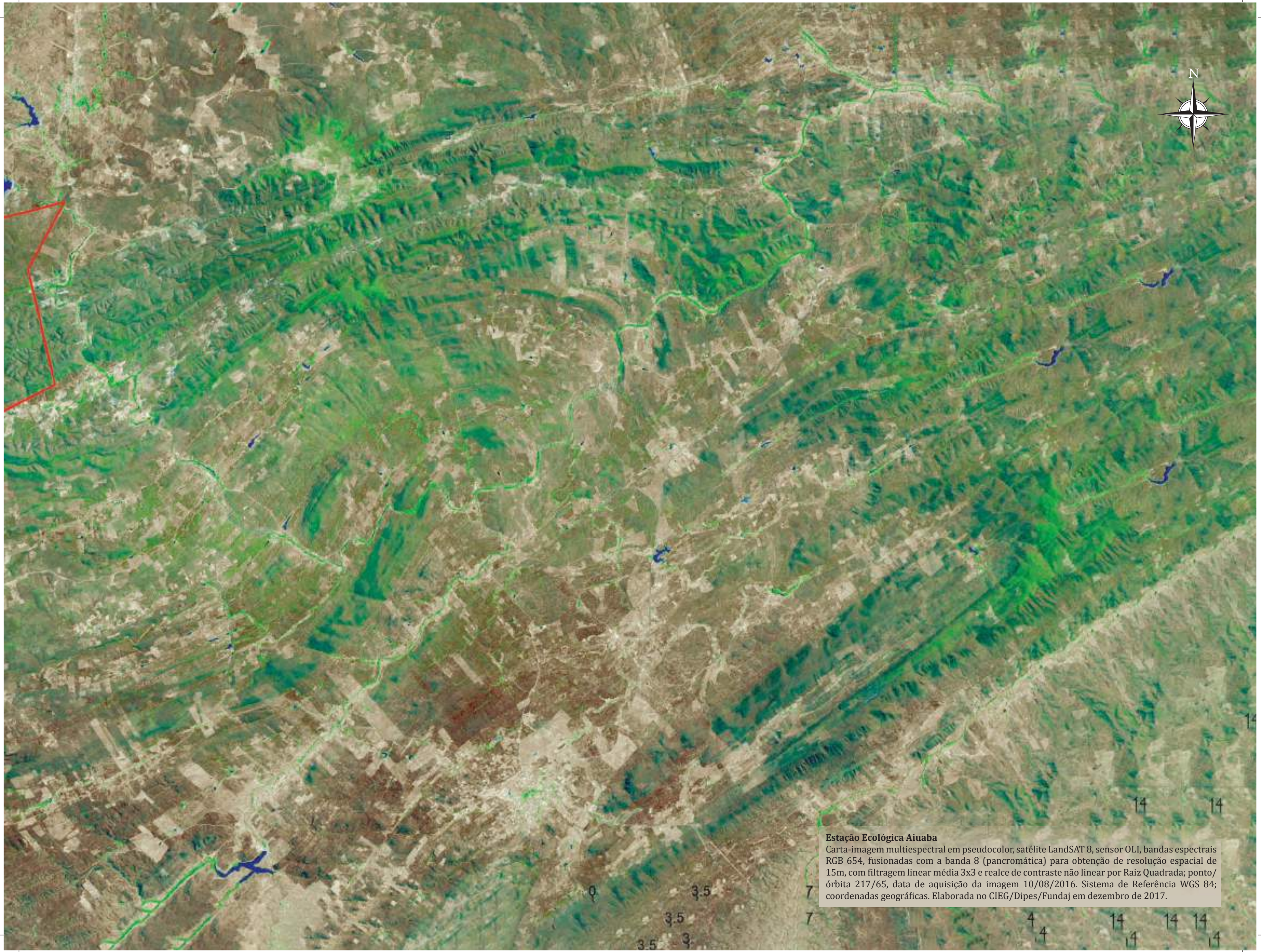
Aiuaba Ecological Station

Great preserved area, a jewel that encloses in the “sertões dos Inhamuns”

CEARÁ

Esec de Aiuaba





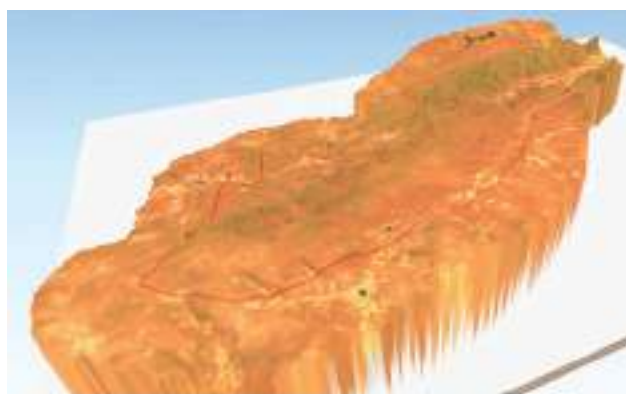
Estação Ecológica Aiuaba

Carta-imagem multispectral em pseudocolor, satélite LandSAT 8, sensor OLI, bandas espectrais RGB 654, fusionadas com a banda 8 (pancromática) para obtenção de resolução espacial de 15m, com filtragem linear média 3x3 e realce de contraste não linear por Raiz Quadrada; ponto/órbita 217/65, data de aquisição da imagem 10/08/2016. Sistema de Referência WGS 84; coordenadas geográficas. Elaborada no CIEG/Dipes/Fundaj em dezembro de 2017.

A Estação Ecológica de Aiuaba, ou Esec Aiuaba, é uma Unidade de Conservação (UC) localizada no Estado do Ceará, Nordeste brasileiro. A Esec ocupa uma área de 11.525,3ha, na região de Inhamuns, área sudoeste do Estado. A Estação Ecológica se localiza no município de Aiuaba, entre as coordenadas 6° 36' 01" a 6° 44' 35" S e 40° 19' 19" W.

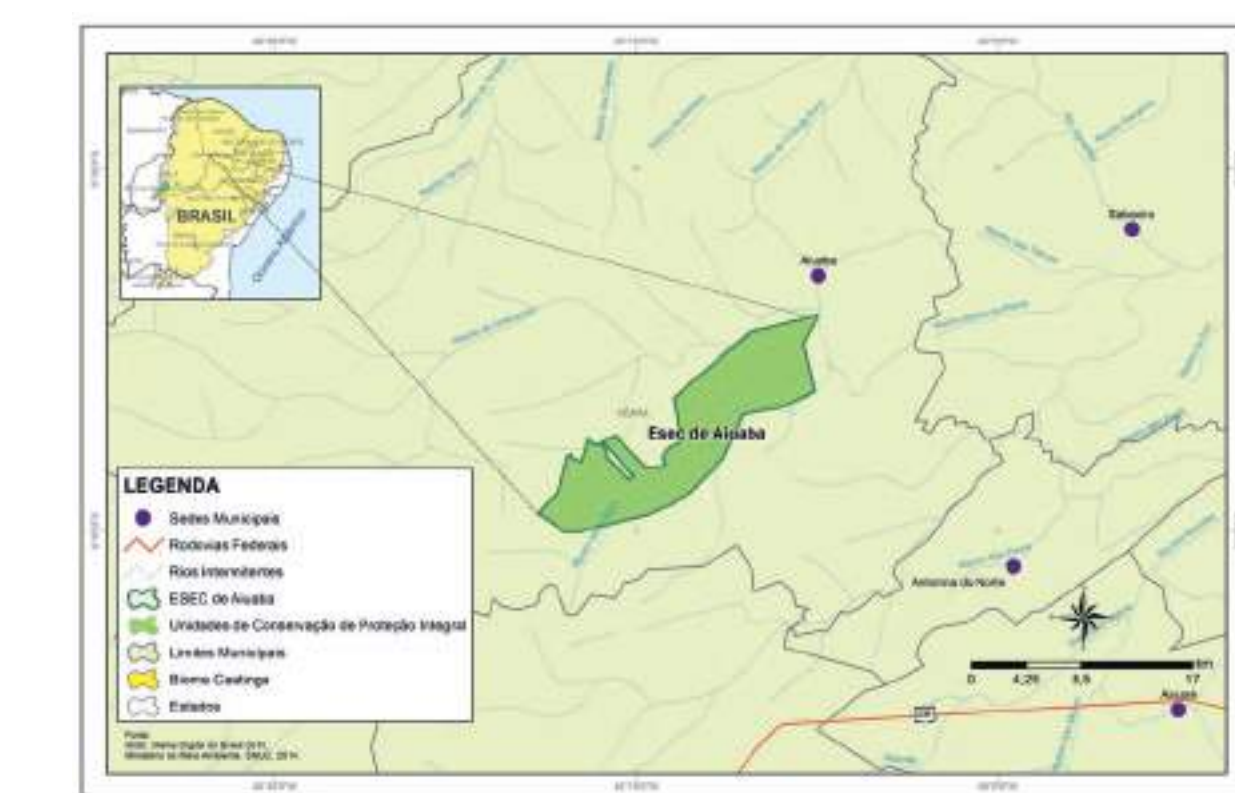
A Estação Ecológica Aiuaba está sob administração do Instituto Chico Mendes para a biodiversidade (ICMbio), do qual se objetiva a proteção integral do bioma Caatinga, destinada para o uso indireto dos seus recursos biológicos, sendo o uso para fins acadêmico, para a (re) educação ambiental e práticas do ecoturismo (VELLOSO, et al, 2002; LEMOS, 2006; ÁVILA e MEDEIROS, 2014; LEUZINGER, et al, 2014; OLIVEIRA e CRUZ, 2015).

A Esec Aiuaba foi condicionada ao domínio público para conservação ambiental pelo Decreto Lei nº81.218, em 06 de janeiro de 1978. Entretanto, a Estação Ecológica de Aiuaba só foi criada oficialmente em 06 de fevereiro de 2001, pelo Decreto s/n. A Esec Aiuaba é consequência direta no Brasil da consciência à preservação da diversidade biológica por meio de áreas de proteção



Modelo Digital de Terreno da área da Esec Aiuaba (poligonal na cor vermelha) e entorno, gerado no CIEG para a pesquisa a partir de imagens ortorretificadas AVNIR-2 e ortomosaicos AVNIR-2; inclui material Jaxa; exagero vertical 5x; dados processados no QuantumGIS.

The Digital Terrain Model of the area Aiuaba ESEC (polygon in red) and surroundings generated in CIEG from AVNIR-2 orthorectified images and AVNIR-2 orthomosaics; includes Jaxa materials; 5x vertical exaggeration; data processed in QuantumGIS.



Mapa de Localização da Esec Aiuaba.

Location map of the Aiuaba ESEC.

integral e/ou de uso sustentável. Deixando, portanto, a Esec em conformidade com o Decreto N° 84.014/1979, com o artigo 225, da Constituição Federal de 1988 e com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC-2000) (LEMOS, 2006; ÁVILA e MEDEIROS, 2014; OLIVEIRA e CRUZ, 2015).

Entretanto, apesar de ser um grande refúgio para diversidade biológica da Caatinga, a Unidade favorece a proteção dos corpos hídricos e conservação do solo e a erosão. Contudo, a Esec de Aiuaba, não possui área de amortecimento, tampouco dispõe de corredores ecológicos; além de que o entorno da reserva está ocupada por áreas de uso direto de atividades agropastoris. No entanto, as fitofisionomias arbóreas, arbustivas e de espécimes endêmicas da Caatinga proporcionam à área o título de unidade de conservação mais arbórea da Caatinga, apesar da existência de alguns núcleos com perda e erosão do solo. Mas, em geral, a Esec de Aiuaba se encontra em bom estado de conservação (ÁVILA e MEDEIROS, 2014).

A criação da Esec teve o intuito de preservar os remanescentes de Florestas Secas do bioma Caatinga, a conservação do solo e a preservação da fauna, freando os vetores que

with article 225, of the Federal Constitution of 1988 and with the National System of Conservation Units (SNUC-2000) (LEMOS, 2006; ÁVILA e MEDEIROS, 2014; OLIVEIRA e CRUZ, 2015).

However, despite being a great refuge for biodiversity of the Caatinga, the Unit promotes the protection of water bodies and soil and erosion conservation. Nonetheless, Aiuaba ESEC does not have a buffer zone, nor ecological corridors; and their surroundings is occupied by agro-pastoral activities. The arboreal, shrub and endemic specimens of the Caatinga provide the area the title of the most arboreal unit of the Caatinga, despite the existence of some cores with soil loss and erosion. Yet, in general, the Aiuaba ESEC is in good condition (AVILA and MEDEIROS, 2014).

The creation of the ESEC aimed to preserve the Dry Forests remnants of Caatinga biome, soil conservation and the preservation of fauna, breaking the vectors that impacted the environment in the area. However, it should be mentioned that the ESEC should be provided with adequate infrastructure to facilitate the monitoring by the environmental agents, such as being bordered by fences to contain anthropic pressures and exotic animals that eventually contribute to environmental pressure. Considering that, the area of environmental preservation is 430 km far from Fortaleza, capital of Ceará. The access to Ecological Station is made by CE-020, CE-176, and CE-75, and then from the municipality of Aiuaba, only 3 km from ESEC (LEMOS, 2006; LEUZINGER et al., 2014).

The Ecological Station is part of the Ecoregion of the Northern Sertaneja Depression (VELLOSO, et al., 2002). Clearly, the geotectonic situation of the Conservation Unit is based on the influence of the geotectonic events produced during the effects of the Cariris Velhos and Brazilian tectonic systems, in the Early Proterozoic to the Early Ordovician, for the establishment of the Borborema Province. This geological domain comprises an area of over 400,000 km², located in the northeast of the South-American Platform, which covers the states of Bahia and Piauí, besides the eastern part of the Brazilian Northeast (SANTOS e NEVES, 1984; LEMOS, 2006).

The Aiuaba Ecological Station or Aiuaba ESEC is a Conservation Unit (CU) in the state of Ceará, northeastern Brazil. The ESEC occupies an area of 11,525.3ha in the region of Inhamuns, a southwest State area. The ecological station is located in the municipality of Aiuaba, between the coordinates 6° 36' 01" to 6° 44' 35" S and 40° 19' 19" W.

The Aiuaba Ecological Station is intended for the indirect use of their biological resources, academic purposes, environmental (re)education and ecotourism practices. Is under the administration of the Chico Mendes Institute for Biodiversity (ICMbio), governing body created to protect the biodiversity of Brazil. (VELLOSO, et al., 2002; LEMOS, 2006; ÁVILA e MEDEIROS, 2014; LEUZINGER, et al., 2014; OLIVEIRA and CRUZ, 2015).

The Decree-Law No. 81,218, on January 6, 1978, conditioned ESEC Aiuaba to public domain for environmental conservation. However, the Aiuaba Ecological Station was only officially established on February 6, 2001, by Decree s/n. The ESEC Aiuaba is a direct consequence of the awareness in Brazil on the preservation of biological diversity through areas of integral protection and/or sustainable use. Allowing, therefore, the ESEC in conformity with Decree No. 84.014/1979,

impactavam o ambiente na área. No entanto, valem ressalvas, a Esec deve ser atendida com uma infraestrutura mais adequada para facilitar a vigilância dos agentes ambientais, como ser margeada por cercas para conter as pressões antrópicas e de animais exóticos que, eventualmente, vem contribuindo para a pressão ambiental. A área de preservação ambiental se encontra distante 430 km de Fortaleza, capital do Ceará. O acesso a Estação Ecológica é feito pela CE-020, CE-176 e CE-75, de onde se chegará à sede do município de Aiuaba, distante apenas 3 km da Esec (LEMOS, 2006; LEUZINGER, et al, 2014).

A Estação Ecológica faz parte da ecorregião da Depressão Sertaneja Setentrional (VELLOSO, et al, 2002). Claramente, a situação geotectônica da Unidade de Conservação se assenta sobre a influência dos eventos geotectônicos produzidos durante os efeitos dos sistemas tectônicos Cariris Velhos e Brasileiro, no Proterozoico Superior ao Ordoviciano Inicial, para o estabelecimento da Província da Borborema. Este domínio geológico compreende uma área de mais 400 mil km², situada no Nordeste da Plataforma Sul-americana, do quais abrange parte dos Estados da Bahia e do Piauí, além da porção do Nordeste Oriental brasileiro (SANTOS e NEVES, 1984; LEMOS, 2006).

Os limites tectogênicos da província estão delineados na borda sul, ao fazer limite com o Cráton São Francisco, ao contrário dos demais limites do domínio Borborema. Sobre ela, esparsamente se encontram uma cobertura sedimentar, formada pelas bacias sedimentares intracratônicas interioranas, construindo ambientes de deposições clásticas, derrames magmáticos e incursões marinhas do Siluriano Inicial, até o Cretáceo. Desenvolvidas pelo ambiente instável, dos alívios de pressão, soerguimento crustal e pelos sistemas de subsidência ocorridos na província, muito embora, na área, existam indícios de Morros Residuais e de áreas inundáveis que evidenciam a presença de uma estrutura sedimentar Cenozoica e Mesozoica (SANTOS e NEVES, 1984; LEMOS, 2006; LEMOS e ZAPPI, 2012).

O Estado do Ceará, no qual se localiza a Esec de Aiuaba, se encontra sob a influência geoestrutural da Província Borborema, zona



Feições do relevo da Depressão Sertaneja Setentrional, e o pediplano sertanejo, localizadas no Esec de Aiuaba. Fotos: Moura e Freire, 2015.

Aspects of the Northern Sertaneja Depression relief, and the sertanejo pediplain, located in Aiuaba ESEC. Photos: Moura and Freire, 2015.



geológica que ocupa 70% do Estado, com formação no Período Paleoproterozoico e Neoproterozoico. Desde então, os eventos cíclicos de aplainamento e de dissecação da província, produziu uma compartimentação depressiva do relevo regional, na qual, se destaca a Depressão Sertaneja Setentrional, e o pediplano sertanejo (SANTOS e NEVES, 1984; JATOBÁ e LINS, 2008; LEMOS e ZAPPI, 2012; MORO et al., 2015).

Do qual, se formaram relevos de erosão, os maciços residuais ou os inselbergues, onde se coalesceu morfoesculturas desenvolvidas por pedimentação no pediplano nordestino. Esse compartimento regional apresenta topografia com cotas altimétricas suavemente ondulada, com altitude que variam de 200 a 400 metros. Muito embora a sua inclinação seja nula se comparada com o relevo adjacente. No entanto, a Esec de Aiuaba apresenta um relevo suavemente ondulado, com um aspecto

Paleoproterozoico and Neoproterozoic periods. Since then, cyclical planing events and the province dissection produced a depressive partitioning of the local relief, in which stands the Northern Sertaneja Depression, and the sertanejo pediplain (SANTOS and NEVES, 1984; JATOBÁ and LINS, 2008; LEMOS and ZAPPI, 2012; MORO et al., 2015).

From which, erosion reliefs were formed, the residual massifs or inselbergs where coalesced morphosculptures developed by pedimentation in the Northeastern pediplain. This regional compartment presents topography with gently undulating altitudinal heights, with elevations ranging from 200 to 400 meters, although its inclination is zero when compared with the adjacent relief. However, the Aiuaba ESEC presents a gently undulating relief, with an aspect of ascending, horst-shaped rocky blocks, longitudinal oriented (SANTOS and NEVES, 1984; VELLOSO et al., 2002; JATOBÁ and LINS, 2008; LEMOS and ZAPPI, 2012; MORO et al., 2015).

The climate of Aiuaba ESEC follows the regional climatic seasonality, influenced by a BShw' (hot, semi-arid) climate, Köppen classification, which presents a rainy period from October to April (summer-fall) and a dry period from May to September (winter-spring). The region is strongly influenced by the Intertropical Convergence Zone (ITCZ). However, if we consider that, the ESEC is influenced by the compartmentalization of the semiarid Northern Sertaneja Depression; precipitations are sparse and infrequent, with less than 600 mm. The average annual temperature is 26°C (LEMOS, 2006; JATOBÁ and LINS, 2008; LEMOS and ZAPPI, 2012).

The soils of Aiuaba Ecological Station follows the pedological mosaic of the subdivision of Northern Sertaneja Depression, which includes shallow and autochthonous rocky soils, these are characterized by being little-evolved soils, B horizon not existent or not evolved, with the presence of coarse mineral material, little weathered in source rock, in which represents a significant portion of the soil volume. The most common types of soils are litholic Neosoils, eutrophic litholic Neosoils, fluvic Neosoils, regolithic Neosoils, quartzarenic Neosoils, and Luvisols. However, there is the presence of well-developed soils on flat terrain



A

Feições do relevo da Depressão Sertaneja Setentrional, com compartimentação regional, no qual apresenta topografia com cotas altimétricas suavemente ondulada, com altitude que variam de 200 a 400 metros, localizadas no Esec de Aiuaba.

Fotos: Moura e Freire, 2015.

Physiognomies of the Northern Sertaneja Depression relief, with local fragmentation, which presents topography with gently undulating elevations, with altitude ranging from 200-400 meters, Aiuaba ESEC.

Photos: Moura and Freire, 2015.



B

de blocos rochosos escalonados ascendentes, em forma de “horst”, com sentido longitudinal (SANTOS e NEVES, 1984; VELLOSO et al., 2002; JATOBÁ e LINS, 2008; LEMOS e ZAPPI, 2012; MORO et al., 2015).

O clima da Esec de Aiuaba acompanha a sazonalidade climática regional, tendo influência de um clima BShw’ (quente e semiárido), classificação de Köppen, que apresenta o período chuvoso, que se estende de outubro a abril (verão-outono) e o período seco de maio a setembro (inverno-primavera). A região é muito influenciada pela Zona de Convergência Intertropical (Zcit). No entanto, se considerarmos que a Esec está sobre uma unidade influenciada pela compartimentação da Depressão sertaneja setentrional semiárida, as precipitações são esparsas e esporádicas com médias inferiores a 600 mm. A média da temperatura anual é de 26°C (LEMOS, 2006; JATOBÁ e LINS, 2008; LEMOS e ZAPPI, 2012).

Os solos da Estação Ecológica de Aiuaba acompanha o mosaico pedológico da compartimentação da Depressão Sertaneja Setentrional, do qual englobam solos rasos e pedregosos, de origem autóctone, estes se caracterizam por serem solos poucos evoluídos, horizonte B insipiente ou não evoluído, com presença de material mineral grosseiro, pouco intemperizado da rocha fonte, na qual compõe parcela significativa do volume do solo. Os tipos de solos mais encontrados são os Neossolos litólico, Neossolos litólicos eutróficos, Neossolos flúvicos, Neossolos regolíticos, Neossolos quartzarênicos, Luvisolos. No entanto, há a presença de solos bem desenvolvidos em ambiente de relevo plano e levemente ondulado dos platôs das elevações da Esec, apresentando os Latossolos e Argissolos vermelho-amarelados, dependendo das condições de saturação das bases (VELLOSO

environment and slightly undulating plateaus of the ESEC elevations, presenting Latossolos and red-yellowish Argissolos depending on the bases of the saturation conditions (VELLOSO et al., 2002; LEMOS, 2006; EMBRAPA, 2006; JACOMINE, 2009).

The water resources of the Aiuaba ESEC are subject to seasonality of the semi-arid northeast, following the low spectrum and sparse annual rainfall, with high rates of evaporation. Thus establishes that the corollary of the quality of groundwater and surface water has an inherent responsibility of geological and climatic aspects, with regard to the conservation unit, has the domain crystalline rocks and the severe atmospheric northeastern agents. The Aiuaba ESEC is drained by Gameleira and Boqueirão streams, with brackish water, intermittent flow, endorheic regime, with a dendritic drainage type (PEREIRA et al., 2006).

The ecological elements that are responsible for the distribution and behavior of the plant organisms of Dry Forests denounce the phenological and phenotypic behavior of the Caatinga specimens. For the study of the Caatinga, it is indispensable to consider the substrate of the Granitoid complex, the atmospheric and geomorphological factors, which configure the ecological adaptations, which imply the behavior and ecophysiological functioning of the Caatinga (SAMPAIO and RODAL, 2000; VELLOSO et al., 2002; LEMOS, 2006; FERNANDES, 2007; RODAL et al., 2008; LIMA et al., 2012).

Seasonality is a remarkable ecophysiological characteristic of the Caatinga vegetation, as well as a physiological and morphological condition that expresses the adaptation to the water deficit, which integrates a region conditioned by the continentally effects of the decrease of the



A



B



C



D

Feições do mosaico pedológico da compartimentação da Depressão Sertaneja Setentrional, A: Neossolos litólico, Neossolos litólicos eutróficos, B: Neossolos flúvicos, C: Neossolos regolíticos, D: Luvisolos, localizadas no Esec de Aiuaba. Fotos: Moura e Freire, 2015.

Pedological mosaic Aspects of Northern Sertaneja Depression, A: Litholic Neossolos, litholic eutrophic Neossolos, B: fluvic Neosols, C: regolithic Neosols, D: Luvisols, Aiuaba ESEC.

Photos: Moura and Freire, 2015.

et al., 2002; LEMOS, 2006; EMBRAPA, 2006; JACOMINE, 2009).

Os recursos hídricos da Esec de Aiuaba estão sujeitos à sazonalidade climática do semiárido nordestino, acompanha o espectro da baixa e esparsa precipitação anual, com altos índices de evaporação. Estabelece, portanto, que o corolário da qualidade das águas subterrâneas e superficiais tem intrínseca responsabilidade dos aspectos geológico e climático, se tratando que na unidade de conservação, tem o domínio de rochas cristalinas e dos agentes atmosféricos severos nordestinos. A Esec de Aiuaba é drenada pelos riachos da Gameleira e o Boqueirão, com águas salobras, regime intermitente, escoamento endorreico, com tipo de drenagem dendrítica (PEREIRA et al., 2006).

Os elementos ecológicos que são responsáveis pela distribuição e pelo comportamento dos organismos vegetais de Florestas Secas, denunciam os comportamentos fenológicos e fenotípicos dos espécimes da Caatinga. Para o estudo da Caatinga é indispensável considerarmos o substrato do complexo Granitoide, dos fatores atmosféricos e geomorfológicos, fatores estes, que configuram as adaptações ecológicas, que implicam no comportamento e funcionamento ecofisiológicos das plantas da Caatinga (SAMPAIO e RODAL, 2000; VELLOSO et al., 2002; LEMOS, 2006; FERNANDES, 2007; RODAL et al., 2008; LIMA et al., 2012).

A estacionalidade é uma característica ecofisiológica marcante da vegetação da Caatinga, e também condição fisiológica e morfológica que expressa à adaptação ao déficit hídrico, a qual integra uma região condicionada pelos efeitos da continentalidade da diminuição dos gradientes de precipitação para o interior da região, devido aos fatores topográficos (LEMOS, 2006; FERNANDES, 2007; RODAL, et al, 2008; LIMA, et al, 2012, LEMOS e ZAPPI, 2012).

Além disso, a heterogeneidade da vegetação do Domínio ou da Província das Caatingas é causada pelas diferenças do embasamento geológico regional e local, a província se localiza sobre o Nordeste da Plataforma Continental Sul-americana Atlântica que apresenta um complexo geoestrutural do Paleoproterozoico e



Feições da drenada dos riachos da Gameleira e o Boqueirão com águas salobras, regime intermitente, escoamento endorreico, com tipo de drenagem dendrítica, localizadas no Esec de Aiuaba. Fotos: Moura e Freire, 2015.

Neoproterozoico, do Complexo Granitoide do Embasamento Cristalino, bem como áreas sedimentares mesozoicas e cenozoicas, do qual compreende as Bacias intracratônicas interioranas do Nordeste brasileiro

Singulariza ainda mais o bioma Caatinga, as características fenológicas da flora, configurado também, pela latência nos baixos índices de precipitação do inverno austral, com a perda das folhas pelas espécies, ser garranchenta e espinhosa, sua fitofisionomia arbórea, arbustiva e subarbustiva decíduas, herbáceas ruderais, (SAMPAIO e RODAL, 2000; AB'SABER, 2003; FERNANDES, 2007; RODAL et al., 2008; LIMA, et al 2012; LEMOS e ZAPPI, 2012).

A Estação Ecológica de Aiuaba compreende uma área com vegetação *sensu stricto* do bioma Caatinga, da qual compreende uma área com compartimentação depressional, com o domínio de terras baixas, entre os domínios geomorfológicos dos planaltos e relevos residuais do Nordeste brasileiro, no qual é considerada como Depressão Sertaneja Setentrional. Portanto, as espécies encontradas na Unidade de Conservação são da Caatinga do cristalino, com ecofisiologia decídua e espinhosa, representando uma adaptação a estacionalidade climática e condições edáficas severas, para a maior parte do ano (VELLOSO et al., 2002; RODAL et al., 2008; LIMA et al., 2012; LEMOS e ZAPPI, 2012; MORO et al., 2015).



Drainage feature of the Gameleira and Boqueirão streams with brackish water, intermittent flow, endorheic regime, with dendritic drainage, Aiuaba ESEC. Photos: Moura and Freire, 2015.

precipitation gradients to the interior due to the topographic factors (LEMOS, 2006; FERNANDES, 2007; RODAL, et al, 2008; LIMA, et al, 2012, LEMOS e ZAPPI, 2012).

In addition, the heterogeneity of the vegetation of the Domain or Caatingas Province is caused by differences in regional and local geological foundations, the province is located on the northeast of the South-American Atlantic Shelf that presents a geostructural complex of the Paleoproterozoic and Neoproterozoic, the Granitoid Complex of the Crystalline Basement, as well as Mesozoic and Cenozoic sedimentary areas, which includes the intracratonic basins of Northeastern Brazil.

It highlights, even more, the Caatinga biome, the phenological characteristics of flora, also configured by the latency in low levels of precipitation in the southern winter, with the loss of leaves by the species, shrubby and thorny, its characteristics trees, shrubs and deciduous subshrubs, ruderal herbaceous, (SA and RODAL, 2000; AB know, 2003; Fernandes, 2007; RODAL et al., 2008; Lima, et al. 2012; WE READ and ZAPPI, 2012).

The Aiuaba Ecological station comprises an area of Caatinga biome vegetation *sensu stricto* of which comprises an area with the depressional subdivision, with lowland domain, between the geomorphological plateaus and residual relief of the Brazilian Northeast domains, which is considered as

Northern Sertaneja Depression. Therefore, the species found in the Conservation Unit are from the crystalline Caatinga, with deciduous and thorny ecophysiology, representing an adaptation to climatic seasonality and severe edaphic conditions, for most of the year (VELLOSO et al., 2002; RODAL et al., 2008; LIMA et al., 2012; LEMOS and ZAPPI, 2012; MORO et al., 2015).

The vegetation can be classified as Dry Forest of low size, presenting arboreal, shrub, subshrub and temporary herbaceous vegetation. The survey postulated that the floristic richness of the area comprises a rich diversity associated with the families Acanthaceae- *Ruellia asperula* (Mart. & Nees), Alismataceae- *Echinodorus grandiflorus* (Cham. & Schltdl.) Micheli, Anacardiaceae - *Myracrodruon urundeuva* Allemão, Spondias tuberosa Arruda, Schinopsis brasiliensis Engl., Asteraceae - *Egletes viscosa* (L.) Less., Tridax procumbens L., Boraginaceae - *Heliotropium elongatum* (Lehm.) I.M. Johnst., Bromeliaceae - *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f, Cactaceae - *Cereus jamacaru* DC., Opuntia inamoena K. Schum., Euphorbiaceae - *Croton heliotropiifolius* Kunth, *Croton sonderianus* Müll. Arg., *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill., Fabaceae - *Chamaecrista belemii* (H.S. Irwin & Barneby) H.S. Irwin and Barneby *Canavalia brasiliensis* Mart. ex Benth., *Indigofera suffruticosa* Mill., *Cenostigma gardnerianum* Tul., *Senna uniflora* (Mill.) H.S. Irwin & Barneby, Lamiaceae - *Hypenia salzmännii* (Benth.) Harley, Polygalaceae - *Polygala* sp., Pontederiaceae - *Eichhornia paniculata* (Spreng.) Solms, Plantaginaceae - *Angelonia biflora* Benth., Sapindaceae - *Serjania glabrata* Kunth.

The vegetation indexes calculated for Serra de Itabaiana Parna were the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) of 2014 and the SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index) of 2000 and 2014. The SAVI was considered the best indicator of biomass, as it allows the correction of soil reflectance.

It can be observed in the SAVI index images, an increase between 2000 and 2014 in areas with a greater presence of green vegetation, dense and uniform, represented in the dark green color - which demonstrates the good state of environmental conservation of



Feições do bioma Caatinga, com as características das fitofisionomias, influenciadas pelos caracteres edafoclimáticos: **A:** Arbórea, **B:** Arbustiva, **C:** Subarborescente decídua e **E:** Herbáceas ruderais, localizadas no Esec de Aiuaba. Fotos: Moura e Freire, 2015.

A vegetação pode ser classificada como Floresta Seca de porte baixo, dos quais apresentam fitofisionomia arbórea, arbustiva, subarborescente e herbáceas temporárias. A pesquisa postulou que a riqueza florística da área compreende uma diversidade rica associada as famílias de Acanthaceae - *Ruellia asperula* (Mart. & Nees), Alismaceae - *Echinodorus grandiflorus* (Cham. e Schltdl.) Micheli, Anacardiaceae - *Myracrodruon urundeuva* Allemão *Spondias tuberosa*, Arruda *Schinopsis brasiliensis* Engl. Asteraceae - *Egletes viscosa* (L.) Less., *Tridax procumbens* L., Boraginaceae - *Heliotropium elongatum* (Lehm.) I.M. Johnst. - *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. e Schult.f, Cactaceae - *Cereus jamacaru* DC. *Opuntia inamoena* K.Schum., Euphorbiaceae - *Croton heliotropiifolius* Kunth, *Croton sonderianus* Müll. Arg., *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill., Fabaceae - *Chamaecrista belemii* (H.S. Irwin & Barneby), H.S. Irwin & Barneby, *Canavalia brasiliensis*



Aspects of the Caatinga biome, with the characteristics vegetation types, influenced by edaphoclimatic characters: **A:** Arboreal, **B:** Shrub, **C:** Deciduous subshrub, **D:** Ruderal herbaceous, Aiuaba ESEC. Photos: Moura and Freire, 2015.

Mart. ex Benth., *Indigofera suffruticosa* Mill., *Cenostigma gardnerianum* Tul. (Benth.) L.P. Queiroz, *Senna uniflora* (Mill.) H.S. Irwin e Barneby, Lamiaceae - *Hypenia salzmannii* (Benth.) Harley, Polygalaceae - *Polygala* sp., Pontederiaceae - *Eichhornia paniculata*



Feições da vegetação sensu stricto do bioma Caatinga, localizadas no Esec de Aiuaba. Fotos: Moura e Freire, 2015.

(Spreng.) Solms, Plantaginaceae - *Angelonia biflora* Benth., Sapindaceae - *Serjania glabrata* Benth.

Os índices de vegetação calculados para a Esec Aiuaba foram o IVDN (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada) de 2014 e o IVAS (Índice de Vegetação Ajustado ao Solo) de 2000 e 2014, sendo que o IVAS foi considerado o melhor indicador de biomassa pois permite a correção de reflectância do solo.

Observa-se nas imagens IVAS o aumento entre 2000 e 2014 das áreas com maior presença de vegetação verde, densa e uniforme, representadas na cor verde escuro – o que demonstra o bom estado de conservação ambiental desta unidade, com recuperação de áreas significativas dentro dos limites da estação ecológica. Tal situação bastante favorável aos propósitos de criação desta UC foi, também, comprovada pelo mapeamento temático elaborado a partir das classificações supervisionadas, como já mencionado neste Capítulo.

Devido a Esec de Aiuaba estar distante de grandes centros urbanos e da capital Fortaleza, a área encontra-se isolada, mantendo um excelente estado de conservação. Contudo, os gestores da área também se encontram esquecidos pelo gerenciamento do ICMBio, e pelas instituições parceiras, como universidades Federais e Estaduais, que acordem uma melhor gestão e incentivos a pesquisa, na área.



Physiognomies of the sensu stricto vegetation from the Caatinga biome, Aiuaba ESEC. Photos: Moura and Freire, 2015.

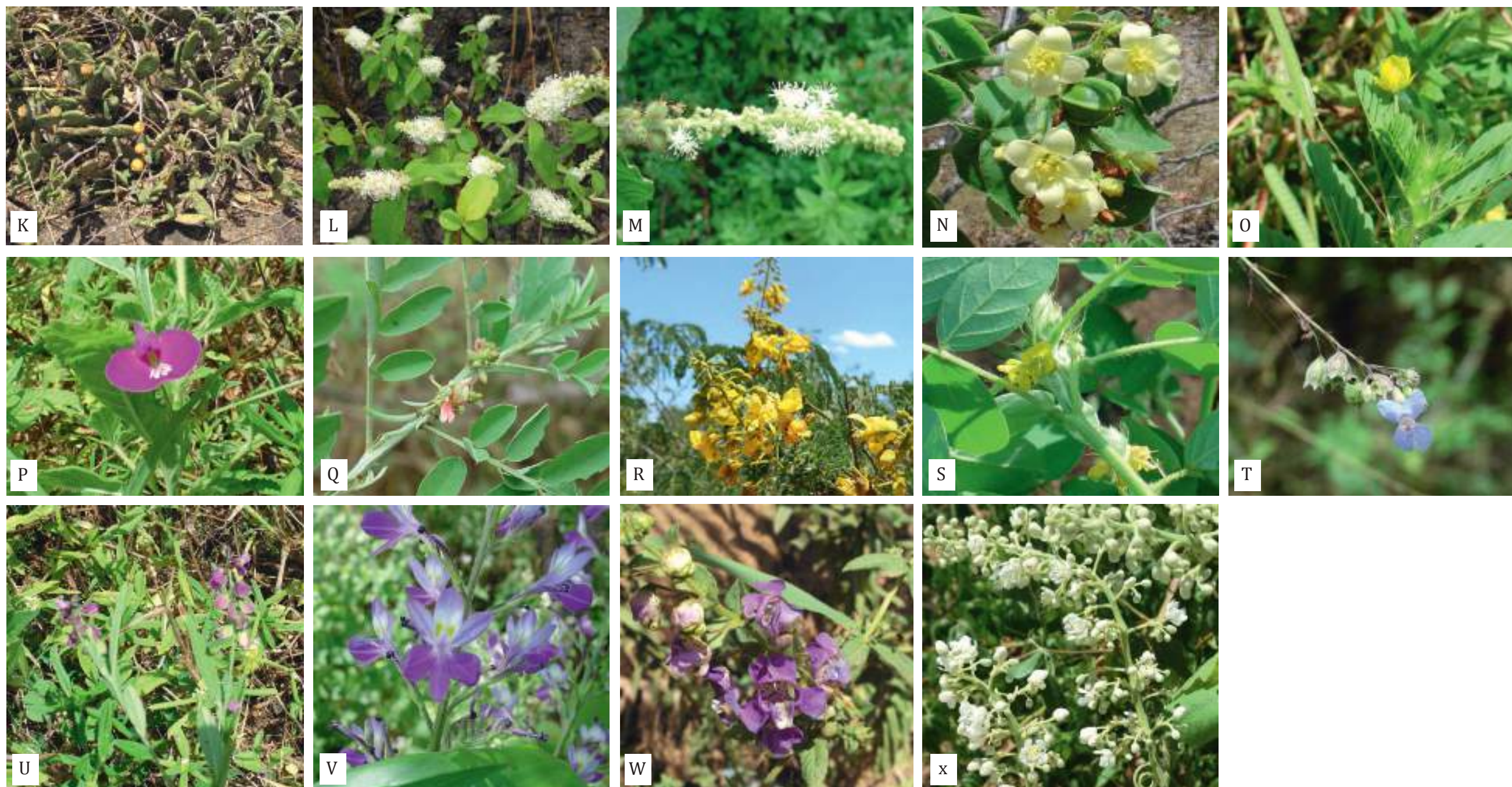
this unit, with the recovery of significant areas within the limits of the ecological station. Thematic mapping elaborated from supervised classifications, as already mentioned in this chapter, also proved such a favorable situation for the purposes of creating this CU.

Because of Aiuaba ESEC is far from large urban centers and the capital, Fortaleza, the area is isolated, maintaining excellent condition. However, the unit suffers from lack of resources by ICMBio, and partner institutions, such as Federal and State universities, that should agree on better management and research incentives for the area.

The ESEC area finds protected with remnants of native Caatinga vegetation, which includes Northern Sertaneja Depression, which allows plant species to adapt physiologically and anatomically to the abiotic conditions, and to the potential impacts generated on natural resources in the semi-arid region. However, this area is in good condition, even if in the surroundings, there are impacts generated by family farming and extensive livestock, but the relationship between the surrounding community and the management provides an area without environmental conflicts.

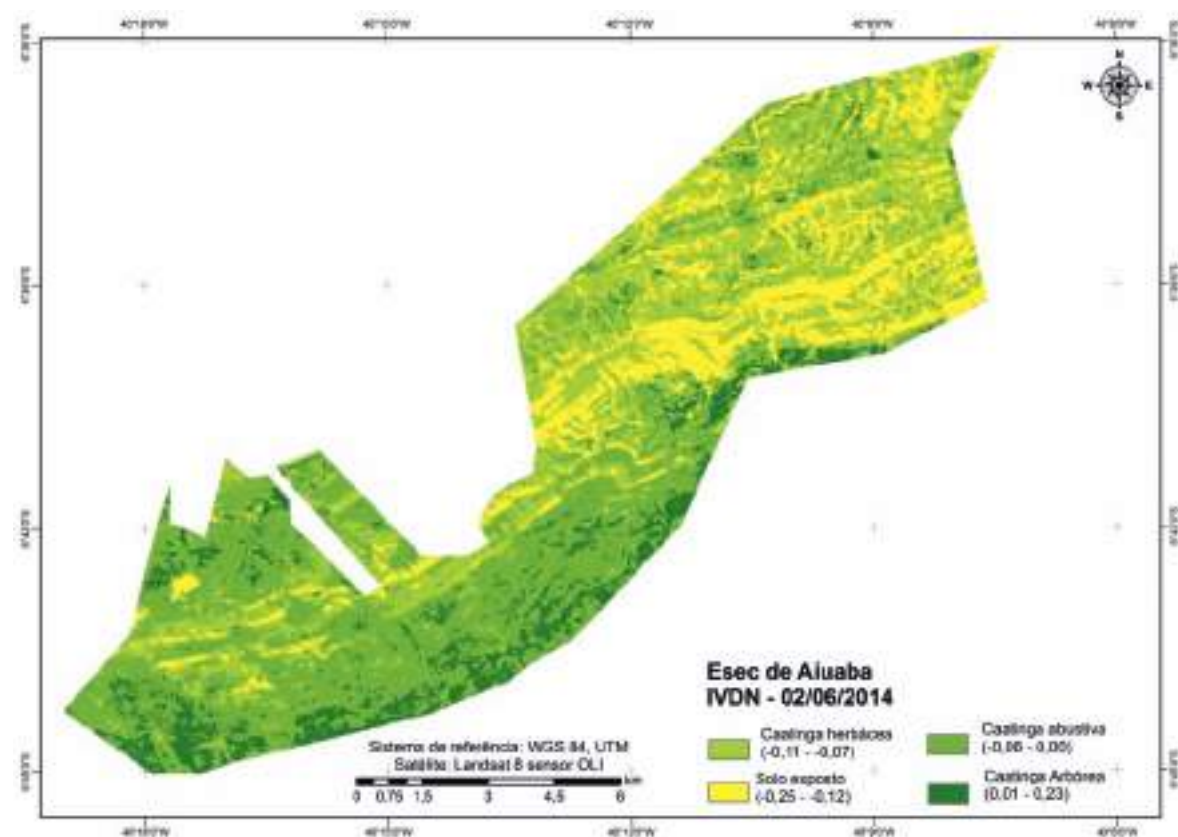
The Caatinga biome has great length (about 844,000 km²) and shows a patchy character due to conservation levels because it registers high biodiversity is also worth pointing out that, this is the world's most populous semi-arid region that uses their timber resources in a daily form, both for domestic as industrial. This kind of usage carries predatory deforestation of vegetation without the flora regeneration process, which occurs around the ESEC. However, the model of occupation in the area is made up of small communities of farmers that use timber harvesting (coal and wood) as a way of composing their energy needs in a context of few financial family resources, as demonstrated by the economic indicators already mentioned. This favors the predatory use of the surrounding vegetation of the ESEC, threatening, in medium and long-term, the current good state of conservation of the biodiversity of this full protection unit of the Caatinga biome.





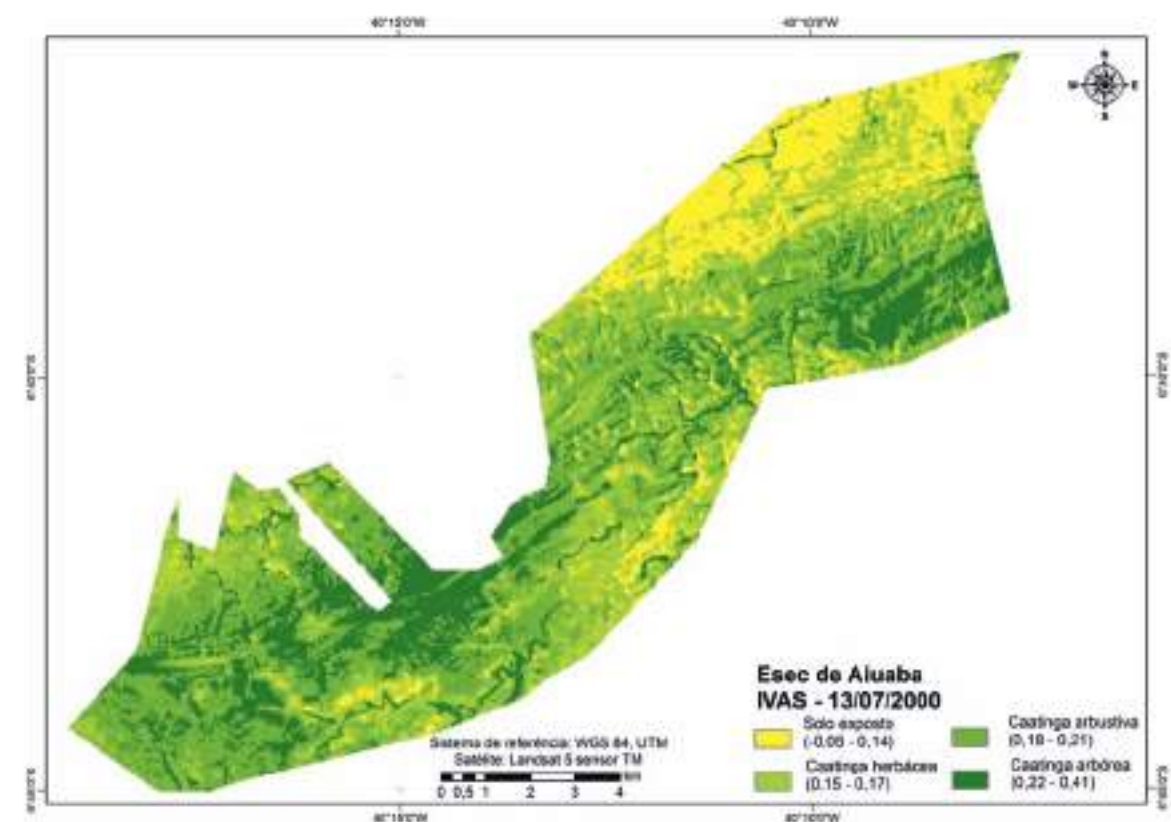
Feições da flora da vegetação sensu stricto do bioma Caatinga, **A:** Acanthaceae - *Ruellia asperula* (Mart. e Nees) Lindau, **B:** Alismataceae - *Echinodorus grandiflorus* (Cham. & Schldtl.) Micheli, **C:** Anacardiaceae - *Myracrodruon urundeuva* Allemão, **D:** *Spondias tuberosa* Arruda, **E:** *Schinopsis brasiliensis* Engl., **F:** Asteraceae - *Egletes viscosa* (L.) Less., **G:** *Tridax procumbens* L., **H:** Boraginaceae - *Heliotropium elongatum* (Lehm.) I.M. Johnst., **I:** Bromeliaceae - *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult.f., **J:** Cactaceae - *Cereus jamacaru* DC., **K:** *Opuntia inamoena* K.Schum., **L:** Euphorbiaceae - *Croton Heliotropium elongatum* (Lehm.) I.M. Johnst., **M:** *Croton sonderianus* Müll. Arg., **N:** *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill., **O:** Fabaceae - *Chamaecrista belemii* (H.S. Irwin e Barneby) H.S. Irwin e Barneby, **P:** *Canavalia brasiliensis* Mart. ex Benth., **Q:** *Indigofera suffruticosa* Mill., **R:** *Cenostigma gardnerianum* (Benth.) Gagnom & G.P. Lewis, **S:** *Senna uniflora* (Mill.) H.S. Irwin e Barneby, **T:** Lamiaceae - *Hypenia salzmannii* (Benth.) Harley, **U:** Polygalaceae - *Polygala* sp., **V:** Pontederiaceae - *Eichhornia paniculata* (Spreng.) Solms, **W:** Plantaginaceae - *Angelonia biflora* Benth., **X:** Sapindaceae - *Serjania glabrata* Kunth, localizadas no Esec de Aiuaba. Fotos: Moura e Freire, 2015.

Aspects of the sensu stricto vegetation of the Caatinga biome, **A:** Acanthaceae - *Ruellia asperula* (Mart. & Nees) Lindau, **B:** Alismataceae - *Echinodorus grandiflorus* (Cham. & Schldtl.) Micheli, **C:** Anacardiaceae - *Myracrodruon urundeuva* Allemão, **D:** *Spondias tuberosa* Arruda, **E:** *Schinopsis brasiliensis* Engl., **F:** Asteraceae - *Egletes viscosa* (L.) Less., **G:** *Tridax procumbens* L., **H:** Boraginaceae - *Heliotropium elongatum* (Lehm.) I.M. Johnst., **I:** Bromeliaceae - *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult. f., **J:** Cactaceae - *Cereus jamacaru* DC., **K:** *Opuntia inamoena* K. Schum., **L:** Euphorbiaceae - *Croton heliotropiifolius* Kunth, **M:** *Croton sonderianus* Müll. Arg., **N:** *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill., **O:** Fabaceae - *Chamaecrista belemii* (H.S. Irwin & Barneby) H.S. Irwin & Barneby, **P:** *Canavalia brasiliensis* Mart. ex Benth., **Q:** *Indigofera suffruticosa* Mill., **R:** *Cenostigma gardnerianum* Tul., **S:** *Senna uniflora* (Mill.) H.S. Irwin & Barneby **T:** Lamiaceae - *Hypenia salzmannii* (Benth.) Harley, **U:** Polygalaceae - *Polygala* sp., **V:** Pontederiaceae - *Eichhornia paniculata* (Spreng.) Solms, **W:** Plantaginaceae - *Angelonia biflora* Benth., **X:** Sapindaceae - *Serjania glabrata* Kunth, Aiuaba ESEC. Photos: Moura and Freire, 2015.



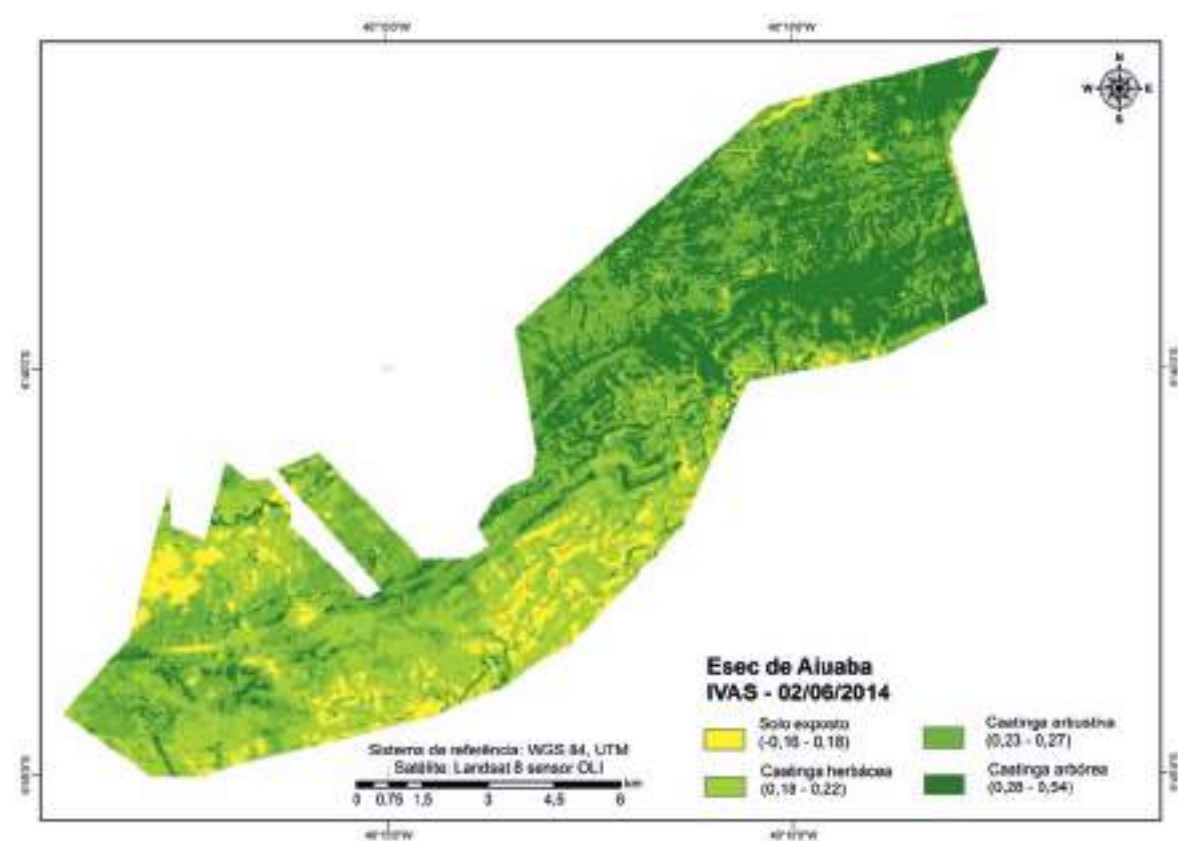
Carta-imagem temática do IVDN de 2014 da Esec Aiuaba. Fonte: elaborado pelos autores.

Photoimage thematic map of NDVI from 2014, Aiuaba ESEC. Source: developed by the authors.



Carta-imagem temática do IVAS de 2000 da Esec Aiuaba. Fonte: elaborado pelos autores.

Photoimage thematic map of SAVI from 2000, Aiuaba ESEC. Source: developed by the authors.



Carta-imagem temática do IVAS de 2014 da Esec Aiuaba. Fonte: elaborado pelos autores.

Photoimage thematic map of SAVI from 2014, Aiuaba ESEC. Source: developed by the authors

A área da Esec encontra-se protegida com remanescentes da vegetação nativa de Caatinga, que abrange Depressão Sertaneja Setentrional, e que permite às espécies vegetais adaptações fisiológicas e anatômicas aos condicionantes abióticos, e aos impactos potenciais, gerados sobre os recursos naturais no semiárido. Contudo, esta área encontra-se em bom estado de conservação, mesmo que no seu entorno haja modificações geradas pela agricultura familiar e pecuária extensiva, mais a relação de cumplicidade entre a comunidade de entorno e a gestão, proporciona uma área sem conflitos ambientais.

O bioma Caatinga tem grande extensão (aproximadamente 844 mil km²) e apresenta um caráter desigual a nível conservacionista, pois registra alta biodiversidade. Vale, ainda, salientar que se trata da região semiárida mais

populosa do mundo e que utiliza os recursos madeireiros de forma diária, tanto para o uso doméstico, como industrial. Este uso acarreta um desmatamento predatório da vegetação sem haver o processo de regeneração da flora, o que ocorre no entorno da Esec. Porém, o modelo de ocupação populacional na área é constituído por pequenas comunidades de agricultores familiares que usa o extrativismo madeireiro (carvão e lenha) como forma de compor suas necessidades energéticas num quadro de poucos recursos financeiros familiares, como demonstram os indicadores socioeconômicos já mencionados. Isto favorece o uso predatório da vegetação existente no entorno da Esec, ameaçando, a médios e longos prazos, o atual bom estado de conservação da biodiversidade desta unidade de proteção integral do bioma Caatinga.

Estação Ecológica Seridó

Desafios da conservação ambiental da Caatinga em áreas de desertificação

Seridó Ecological Station

Environmental conservation challenges in the Caatinga desertification areas

Esec do Seridó

RIO GRANDE DO NORTE

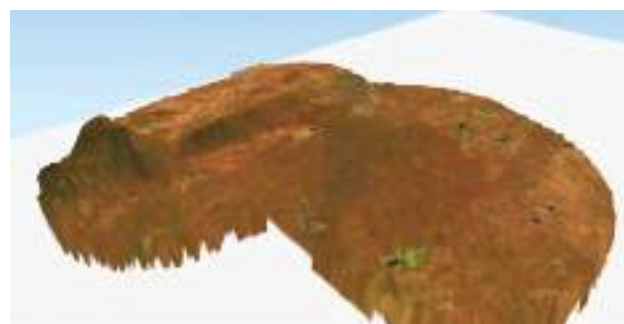


Estação Ecológica Seridó

Carta-imagem multiespectral em pseudocolor, satélite LandSAT 8, sensor OLI, bandas espectrais RGB 753, fusionadas com a banda 8 (pancromática) para obtenção de resolução espacial de 15m, com filtragem não linear morfológico (erosão) e realce de contraste não linear por Raiz Quadrada; ponto/órbita 215/65, data de aquisição da imagem 12808/2016. Sistema de Referência WGS 84; coordenadas geográficas. Elaborada no CIEG/Dipes/Fundaj em dezembro de 2017.

A Estação Ecológica do Seridó (Esec Seridó) é uma unidade de proteção integral do bioma Caatinga, localizada integralmente no município de Serra Negra do Norte, no Sudoeste estado do Rio Grande do Norte e possui 1.123,59 hectares de área. As sedes municipais mais próximas da Esec, além de Serra Negra do Norte, que dista 18 km da sede da unidade, são: Timbaúba dos Batistas (20 km), Caicó (32 km) e São João do Sabugi (45 km). Essa importante unidade de conservação se encontra sobre as coordenadas geográficas 6°34'00" – 6°37'00"S e 37°15' – 37°16'00"W (FERREIRA et al., 2009; LUCENA, 2016; SANTANA et al., 2016).

Na Esec, registra-se uma cobertura florística típica de Caatinga hiperxerófila, que compreende uma riqueza e diversidade vegetal, e que se adapta ao conjunto edáfico-climático encontrado da unidade em apreço. O território da unidade de conservação se encontra no município de Serra Negra do Norte, município polarizado pelo município de Caicó, contendo uma área de 1.166,38 hectares (FERNANDES, 2007; FERREIRA,



Modelo Digital de Terreno da área da Esec Seridó (poligonal na cor vermelha) e entorno, gerado no CIEG para a pesquisa a partir de imagens ortorretificadas AVNIR-2 e ortomosaicos AVNIR-2; inclui material Jaxa; exagero vertical 5x; dados processados no QuantumGIS. Fonte: Autores (2016).

The Digital Terrain Model of the area Seridó ESEC (red polygon) and surroundings generated in CIEG from AVNIR-2 orthorectified images and AVNIR-2 orthomosaics; includes Jaxa materials; 5x vertical exaggeration; data processed in QuantumGIS. Source: Authors (2016).

et al., 2009; LIMA, 2011; LUCENA, 2016; SANTANA et al., 2016).

A Esec Seridó foi criada pelo Decreto Lei nº 87.222 de 31 de maio de 1982, e atualmente está sobre a gerência do Instituto Chico Mendes para a biodiversidade. A área pertencia à Fazenda Solidão, na qual, observase resquício da ocupação antrópica e animal da antiga fazenda, onde as atividades agrícolas e pecuárias extensivas eram praticadas. Além da construção do antigo açude, que abastecia a antiga sede, encontram-se, na área, devido ao desmatamento da vegetação nativa, áreas degradadas com uma ocupação de espécies exóticas, como a Algoroba, *Prosopis juliflora* (Sw.) DC., que é a mais comum. A área foi desapropriada para criação da Unidade de Conservação, que resguarda, em seu interior, uma Caatinga com fitofisionomia arbustiva arbórea, herbácea e o carrasco (SCHENNI et al., 2004; SAMPAIO e RODAL, 2000; FERREIRA et al., 2009; SANTANA et al., 2016).

Em linhas gerais, a geologia da Estação Ecológica do Seridó faz parte da Província Estrutural da Borborema, sendo rochas

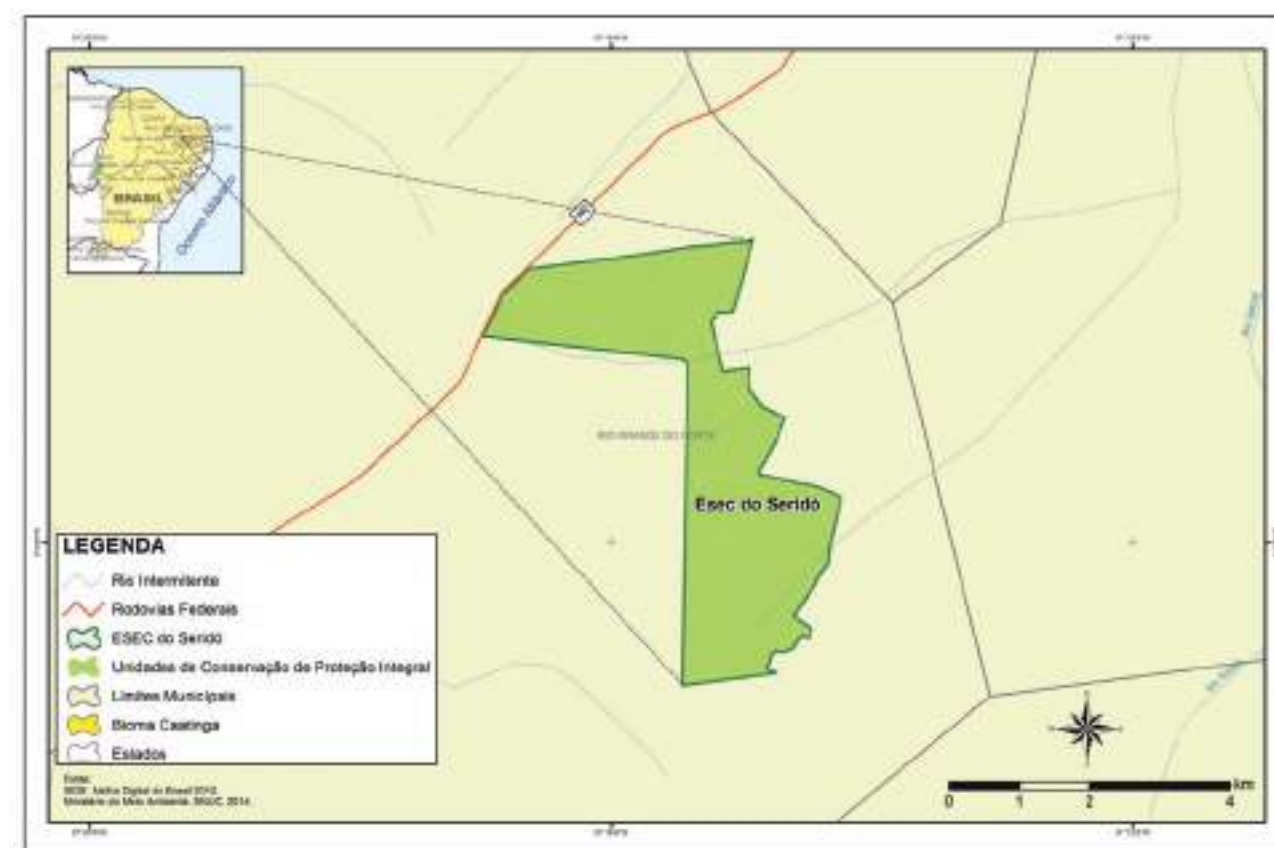
The Seridó ecological station (Seridó ESEC) is a unit of full protection of the Caatinga, located in the city of Serra Negra do Norte, Southeast of Rio Grande do Norte State and has 1,123.59 hectares of area. The nearest municipalities, besides Serra Negra do Norte 18 km far from the unit's headquarters are: Timbaúba dos Batistas (20 km), Caicó (32 km) e São João do Sabugi (45 km). This important conservation unit is on geographical coordinates 6°34'00" – 6°37'00"S e 37°15' – 37°16'00"W (FERREIRA et al., 2009; LUCENA, 2016; SANTANA et al., 2016).

At the ESEC, it's found a typical floristic cover of a hyperoxerophilous Caatinga, which includes richness and plant diversity, that adapts to the edaphoclimatic complex found in the unit. The territory of the conservation unit is located in the municipality of Serra Negra do Norte, municipality polarized by the municipality of Caicó, containing an area of 1,166.38 hectares (FERNANDES, 2007; FERREIRA et al., 2009; LIMA, 2011; LUCENA, 2016; SANTANA et al., 2016).



Vista panorâmica da Esec Seridó. Foto: Neison Freire (2015).

Panoramic view of Seridó ESEC. Photo: Neison Freire (2015).



Mapa de Localização da Esec Seridó. Fonte: Editado pelos autores (2016).

Location map of the Seridó ESEC. Source: Edited by the authors (2016).

cristalinas do Grupo Seridó, com imposição do Ciclo Brasileiro ou do evento tectônico-magmático, que nortearam a formação dos dobramentos das rochas do período Pré-cambriano, soerguidas em forma de abóbadas, as quais compreendem os terrenos antigos do sudeste potiguar, com idade mínima de 600 milhões de anos. O território da Esec pertence a uma importante unidade da Província Borborema, extremo norte do Nordeste brasileiro e da Plataforma Sul-americana, localizada na porção meridional da província em apreço (ALMEIDA e HASUI, 1984; FREIRE, 2006; CORRÊA et al., 2010).

Portanto, estando em conformidade com os litotipos do Complexo Granitoide do Embasamento Cristalino, ou seja, fazem parte desse sistema estrutural geológico as rochas de origem metassedimentos, magmatitos e ortognaisses, granodioríticos e ortognaisses, graníticos e tonalíticos, compreendendo rochas cristalinas do Complexo Caicó, da Faixa Seridó, da adjacência do Lineamento Patos.

Destarte, um embasamento Paleoproterozoico gnássico-migmatítico representa um conjunto diametralmente convencionado às características lito-estruturais e geocronológicas dos ciclos e eventos orogênicos Pan-africanos e Brasileiros do proterozoico.

A geomorfologia da Esec Seridó compreende uma particularidade ao ambiente morfológico da Depressão Sertaneja Setentrional do Nordeste brasileiro, uma



Feições dos litotipos do Complexo Granitoide do Embasamento Cristalino, localizados na Esec Seridó. Fotos: Freire, 2015.

Aspects of the Granitoid Complex of Crystalline Basement lithotypes, located in Seridó ESEC. Photos: Freire, 2015.



área típica dessa porção do Semiárido nordestino. Portanto, a área compreende um compartimento regional de uma ampla planície, que abrange a Depressão periférica regional, majoritariamente, uma área de relevo suave-ondulado, com relevos residuais de origem litotípica variada, dissecada e disseminada na paisagem regional. No entanto, não apresentam grandes compartimentos altimétricos regionais. A cota do terreno está em média de 350 a 400 mm (VELLOSO, 2002; JATOBÁ e LINS, 2008; FERREIRA et al., 2009; LUCENA et al., 2016).

O território da Estação Ecológica Seridó compreende uma área de clima Tropical quente e seco, do tipo semiárido Bsw', tendo, portanto, chuvas esporádicas e mal distribuídas ao longo do ano. As precipitações

The Seridó ESEC was created by Decree-Law No 87,222 on May 31, 1982, and is currently under the management of the Chico Mendes Institute for Biodiversity. The area belonged to the "Solidão" Farm, in which one can observe remnants of the anthropic and animal occupation of the old farm, where extensive agricultural and livestock activities were practiced. Besides the construction of the old dam, which supplied the former headquarters, there are, due to the deforestation of native vegetation, degraded areas occupied by exotic species such as *Algoroba*, *Prosopis juliflora* (Sw.) DC., the most common. The area was expropriated for the creation of the Conservation Unit, which protects, in your interior, a Caatinga with shrubby-arboreal, herbaceous and "carrasco" (shrub deciduous non-thorny vegetation) phytophysiology (SCHENNI et al., 2004; SAMPAIO and RODAL, 2000; FERREIRA et al., 2009; SANTANA et al., 2016).

In general, the geology of Seridó Ecological Station is part of the Borborema Structural Province, crystalline rocks of the Seridó Group, with the imposition of the zonation of the rocks folding of the Pre-Cambrian period, uplifted in the form of vaults, which comprise the ancient terrains of "Potiguar" Southeastern, with a minimum age of 600 million years. The ESEC territory belongs to an important unit of the Borborema Province, extreme north of the Brazilian Northeast and of the South-American Platform, located in the southern portion of the Borborema province (ALMEIDA e HASUI, 1984; FREIRE, 2006; CORRÊA et al., 2010).

Therefore, in accordance to the lithotypes of the Granitoid Complex of the Crystalline Basement, namely, which are part of this geological structural system, rocks originated from metasediments, magmatites, and orthogneisses, granodioritic and orthogneisses, granite and tonalite comprising crystalline rocks from Caicó Complex, adjacent to the "Patos" lineament.

Thus, a Gnassic-migmatite Paleoproterozoic basement represents a diametrically agreed set of the lithostructural and geochronological characteristics of the Pan-African and Brazilian cycles and orogeny events of the Proterozoic.



Vegetação rupestre no interior da Esec Seridó. Foto: Neison Freire (2015).

Rupestrian field in Seridó ESEC. Photo: Neison Freire (2015).



Feições do relevo da Depressão Sertaneja Setentrional, e o pediplano sertanejo, localizadas na Esec de Seridó. Fotos: Freire, 2015.

Aspects of the Northern Sertaneja Depression relief, and the sertanejo pediplain, located in Seridó ESEC. Freire, 2015.

apresentam uma variabilidade típica de regiões semiáridas, sujeitas a interferências de macros sistemas como a La Niña e o El Niño, Zona de Convergência Intertropical-ZCIT. Essa variabilidade climática que oscila a nível decenal e anual determina que a estação chuvosa ocorra no verão, estendendo-se de janeiro a maio, com média anual de 733,7 mm. Nesse período, mais de 80% das precipitações ocorrem no período observado. A temperatura média é de 29° nos meses de baixa precipitação, mas ocorre um ligeiro declínio nos meses após o período invernos (FERREIRA et al., 2009; LUCENA et al., 2016; SANTANA et al., 2016).

Observam-se no território da Esec Seridó solos típicos de áreas nordestinas, sobre a influência de baixo regime pluviométrico e intemperismo físico. Nesta Unidade de Conservação, os solos encontrados, em sua maioria, são de Luvisolos Crômicos, Neossolos Litólicos e Vertissolos. O primeiro deles, sendo de variada profundidade, apresentam-se pouco desenvolvidos, contendo horizonte B textural. Constituem, em seus horizontes, material mineral e pouca matéria orgânica, contudo possui uma base elevada de saturação (EMBRAPA, 2006; SANTANA et al., 2016).

As características da vegetação da Esec Seridó estão relacionadas ao bioma Caatinga. A diversidade florística registrada na área é adaptada às variabilidades edafoclimáticas, que apresentam caracteres fisiológicos que permitem a queda das folhas e revelam os troncos brancos das árvores e arbustos na paisagem seca (LEAL, 2003).

Essa vegetação é predominantemente heterogênea, com fitofisionomias arbustivas

, intercaladas com árvores esparsas, e herbáceas ruderais, que se mostram secas na estiagem, entretanto, ao cair das primeiras chuvas, rebrotam e florescem. Isso ocorre em decorrência de fatores abióticos da Caatinga, como as condições climáticas extremas, tais como: a alta radiação solar devido ao fato de encontrar-se em áreas tropicais, ou sub equatoriais, baixa nebulosidade, alta amplitude térmica, baixas taxas de umidade relativa e índice de evapotranspiração potencial elevada, e especialmente, precipitações irregulares e vulneráveis as estacionalidades (DINIZ E PEREIRA, 2015).

Essa sazonalidade climática possibilita que a região semiárida possua duas estações bem distintas: uma estação chuvosa curta, no máximo quatro meses, e uma longa estiagem, que, dependendo de fatores como o

The geomorphology of the ESEC Seridó comprises a special morphological environment of the Northern Sertaneja Depression in Brazil's northeast, a typical area of this portion of the northeastern semi-arid region. Therefore, the area comprises a regional compartment of a broad plain that covers the regional peripheral Depression, mainly, an area of smooth-undulating relief, with residual relief of several lithotypes origins, dissected and disseminated in the regional landscape. However, it does not have large regional altitudinal compartments. The terrain quota is on average 350 to 400 mm (VELLOSO, 2002; JATOBÁ e LINS, 2008; FERREIRA et al., 2009; LUCENA et al., 2016).

The territory of the Seridó Ecological Station comprises a warm and dry tropical climate area, of the Bsw 'semi-arid type,

thus having sporadic and poorly distributed rains throughout the year. The precipitations present a typical variability of semi-arid regions, subject to interferences of macro systems like La Niña and El Niño, Intertropical Convergence Zone (ITCZ) This climatic variability, which oscillates at 10-year and annual levels, determines that the rainy season occurs in the summer, from January to May, with an annual average of 733,7 mm. During this period, occurred over 80% of the observed rainfall. The average temperature is 29° in the months of low rainfall, but there is a slight decline in the months after the rainy winter period (FERREIRA et al., 2009; LUCENA et al., 2016; SANTANA et al., 2016).

Within the Seridó ESEC, typical soils of northeastern areas, over the influence of low rainfall and physical weathering regime, can be observed. In this Conservation Unit, the most part of the soils found, are Chromic Luvisols, Litholic Neosols, and Vertissols. The first one, from varied depth, presents little developed, containing textural B-horizon. Their horizons are constituted of mineral material and little organic matter, but with a high saturation base (EMBRAPA, 2006; SANTANA et al., 2016).

The vegetation characteristics of ESEC Seridó are related to the Caatinga biome. The floristic diversity registered in the area is adapted to edaphoclimatic variability, which has physiological characters that allow the leaves shed, revealing the white trunks of trees and shrubs in the dry landscape (LEAL, 2003).



Feições do mosaico pedológico da compartimentação da Depressão Sertaneja Setentrional, localizadas na Esec Seridó. A: Luvisolos Crômicos; e B: Neossolos Litólicos, Fotos: Freire, 2015.

Pedological mosaic Aspects from the compartmentalization of the Northern Sertaneja Depression, Seridó ESEC. A: Chromic luvisols; and B: Litholic Neosols, Photos: Freire, 2015.



Feições da vegetação *sensu stricto* do bioma Caatinga, localizadas na ESEC de Seridó. Fotos: Freire, 2015.



Aspects of the *sensu stricto* vegetation from the Caatinga biome, Seridó ESEC. Photos: Freire, 2015.

El Niño, pode se estender por vários anos. A partir desses fatores, estudiosos consideram que o bioma Caatinga apresenta formações fisionômica e florísticas distintas (ANDRADE LIMA, 1981; SOUZA et al, 2015), em que a configuração vegetacional é predominante xerófila.

Nesse sentido, a área da Esec Seridó possui os diferentes tipos fitofisionomias, contendo, nesta vegetação, espécies endêmicas. A “província das Caatingas” é originada a partir de alterações climáticas advindas na América do Sul durante o Pleistoceno Superior, que compita ao Arco do Pleistocênico. Contudo, sua origem se deve a este período climático glacial, que estende-se do interior da região Semiárida do Nordeste ao Sudeste do Brasil, até a confluência dos rios Paraguai e Paraná, na região sudeste da Bolívia e Noroeste da Argentina, além de áreas como os vales secos nos Andes do Peru ou Costa do Equador (PRADO, 2003).

Em decorrência desta amplitude a nível de extensão de Vegetação Seca, acredita-se que a composição florística da Caatinga possua uma conectividade com os remanescente das florestas sazonais secas, que estende-se desde a Argentina até a Colômbia e Venezuela, sendo mais próximas com o Arco Pleistocênico, do que com a vegetação do Chaco ou da Mata Atlântica (SAMPAIO e RODAL, 2000; VELLOSO et al., 2002; RODAL et al., 2008; PRADO, 2003).

A vegetação de Caatinga *sensu stricto* ocorre em terras baixas da Depressão Sertaneja Setentrional do Nordeste brasileiro, e em áreas Inter planálticas. Tal vegetação é típica de terrenos cristalinos, que compreendem duas

fitofisionomias, florística, fenologia (decidual).

Sendo assim, esta vegetação é caracterizada como florestas secas arbustivas – arbóreas, abarcando principalmente árvores e arbustos baixos. Essa vegetação na área da Esec Seridó surge em locais com afloramentos de rochas diabásicas, ou em Neossolos pouco desenvolvidos. Dessa maneira, ao associar a



Feições do bioma Caatinga, com as características das fitofisionomias, influenciadas pelos caracteres edafoclimáticos: A: Arbustiva, B: Arbórea, C e D: Herbáceas ruderais, localizadas na ESEC de Seridó. Fontes: Moura e Freire, 2015.

This vegetation is predominantly heterogeneous, with shrubby phytophysiognies, interspersed with sparse trees, and herbaceous ruderal, which dry-out in the dry season. However, when the first rains fall, they sprout and bloom. This is due to abiotic factors of Caatinga, such as extreme weather conditions, like high solar radiation, found in tropical or sub-equatorial areas, low cloud cover, high thermal amplitude, low relative humidity rates and high potential evapotranspiration rate, and especially, the irregular and vulnerable to seasonality precipitation (DINIZ AND PEREIRA, 2015).

This climatic seasonality allows the semi-arid region to have two distinct seasons: a short rainy season, four months maximum, and a long dry season, which, depending on factors such as El Niño, can last for several years. From these factors, experts consider that the Caatinga biome has distinct physiognomic and floristic species (ANDRADE LIMA, 1981;



Aspects of the Caatinga biome, with the characteristics vegetation types, influenced by edaphoclimatic characters: A: Shrubby, B: Arboreal, C and D: Ruderal herbaceous, Seridó ESEC. Source: Moura and Freire, 2015.

SOUZA et al., 2015), where the vegetation is predominant configuration xerophilic.

In this sense, the area of Seridó ESEC has the different types of phytophysiognomies, containing, in this vegetation, endemic species. The “Caatingas province” originates from the climatic changes that occurred in South America during the Late Pleistocene, which competes with the Pleistocene Arc. However, its origin is due to this glacial climatic period, which extends from the interior of the Semi-arid region of the Northeast to the Southeast of Brazil, until the confluence of the Paraguay and Paraná rivers, in the southeastern region of Bolivia and Northwest of Argentina, in addition to the dry valleys in the Andes of Peru or the Coast of Ecuador (PRADO, 2003).

As a result of the amplitude in the extent of Dry Vegetation, it is believed that the floristic composition of the Caatinga has a connectivity with the remnants of the seasonal dry forests, which extends from Argentina to Colombia and Venezuela, being closer to the Pleistocene Arc than with “Chaco” or the Atlantic Forest (SAMPAIO and RODAL, 2000; VELLOSO et al., 2002; RODAL et al., 2008; PRADO, 2003).

The Caatinga vegetation *sensu stricto* occurs in lowlands of the Northern Sertaneja Depression on Northeast of Brazil, and in Interplanar areas. Such vegetation is typical of crystalline terrains, comprising two phytophysiognomies, floristics, and phenology (deciduous).

Therefore, this vegetation characterizes as arboreal-shrub dry forests, housing mainly low trees and shrubs. This vegetation arises in places with outcrops of diabase rocks, or in undeveloped Neossolos. Thus, combining the pedological base with the existing vegetation in Seridó ESEC, it appears a shrubby-arboreal physiognomy, with a predominance of herbaceous Poaceae *Aristida adscensionis* L. (Capim panasco) that covers the ground, regardless drought.

However, the arboreal vegetation, dominated by species of “Pereiro” Asteraceae - *Centratherum punctatum* Cass., Apocynaceae - *Aspidosperma pyrifolium* Mart., Boraginaceae - *Heliotropium angiospermum* Murray, Varronia leucocephala (Moric.) J.S. Mill., Bromeliaceae - *Bromelia laciniosa* Mart. ex Schult. f.,



Feições da predominância da herbácea Poaceae *Aristida adscensionis* L. (Capim panasco), que cobrem o solo, independente do déficit hídrico, localizadas no ESEC de Seridó. Fotos: Freire, 2015.



Aspects of the predominance herbaceous Poaceae *Aristida adscensionis* L. (Capim panasco), covering the ground, independent of the water deficit, located in Seridó ESEC. Photos: Freire, 2015.

base pedológica com a vegetação existente na Esec Seridó, registra-se uma fisionomia arbustiva arbórea, com predominância da herbácea Poaceae *Aristida adscensionis* L. (Capim panasco), que cobre o solo, independente do déficit hídrico.

Contudo, na vegetação arbórea, predominam as espécies de Pereiro Asteraceae - *Centratherum punctatum* Cass., Apocynaceae - *Aspidosperma pyrifolium* Mart., Boraginaceae - *Heliotropium angiospermum* Murray, Varronia leucocephala (Moric.) J.S. Mill., Bromeliaceae - *Bromelia laciniosa* Mart. ex Schult. f., *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. f., Cactaceae - *Cereus jamacaru* DC., *Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley, *Tacinga inamoena* (K. Schum.) N.P. Taylor & Stuppy, Convolvulaceae - *Ipomoea asarifolia* (Desr.) Roem. & Schult., *Ipomoea nil* (L.) Roth, *Merremia aegyptia* (L.) Urb., Euphorbiaceae - *Cnidoscolus quercifolius* Pohl, *Cnidoscolus urens* (L.) Arthur, *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill., *Jatropha ribifolia* (Pohl) Baill., Fabaceae - *Senna macranthera* (DC. ex Collad.) H.S. Irwin & Barneby, *Zornia brasiliensis* Vogel, Malvaceae - *Herissantia tiubae* (K. Schum.) Brizicky, *Melochia tomentosa* L., *Pavonia cancellata* (L.) Cav., *Sida galheirensis* Ulbr., Rubiaceae - *Richardia grandiflora* (Cham. & Schltdl.) Steud., Turneraceae - *Piriqueta guianensis* Britton, Zygophyllaceae - *Kallstroemia tribuloides* (Mart.) Steud.

Com relação ao mapeamento temático temporal da Esec Seridó, as imagens do satélite

Encholirium spectabile Mart. ex Schult. f., Cactaceae - *Cereus jamacaru* DC., *Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley, *Tacinga inamoena* (K. Schum.) N.P. Taylor & Stuppy, Convolvulaceae - *Ipomoea asarifolia* (Desr.) Roem. & Schult., *Ipomoea nil* (L.) Roth, *Distimake aegyptius* (L.) A.R. Simões & Staples, Euphorbiaceae - *Cnidoscolus quercifolius* Pohl, *Cnidoscolus urens* (L.) Arthur, *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill., *Jatropha ribifolia* (Pohl) Baill., Fabaceae - *Senna macranthera* (DC. ex Collad.) H.S. Irwin & Barneby, *Zornia brasiliensis* Vogel, Malvaceae - *Herissantia tiubae* (K. Schum.) Brizicky, *Melochia tomentosa* L., *Pavonia cancellata* (L.) Cav., *Sida galheirensis* Ulbr., Rubiaceae - *Richardia grandiflora* (Cham. & Schltdl.) Steud., Turneraceae - *Piriqueta guianensis* Britton, Zygophyllaceae - *Kallstroemia tribuloides* (Mart.) Steud.

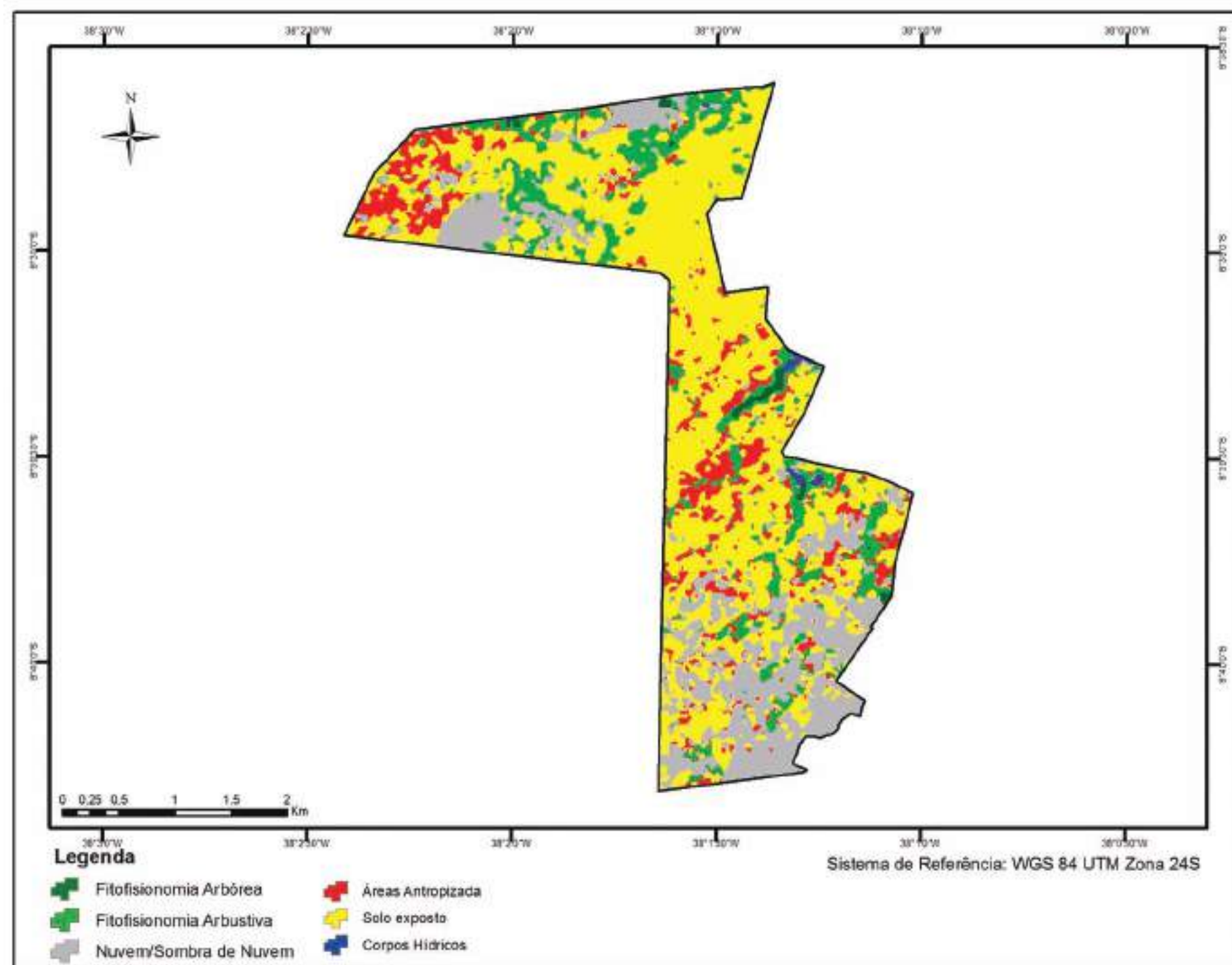






Feições da composição florística da vegetação sensu stricto do bioma Caatinga, localizadas na ESEC Seridó. **A:** Asteraceae - *Centratherum punctatum* Cass.; **B:** Apocynaceae - *Aspidosperma pyrifolium* Mart.; **C:** Boraginaceae - *Heliotropium angiospermum* Murray; **D:** Varronia leucocephala (Moric.) J.S. Mill.; **E:** Bromeliaceae - *Bromelia laciniosa* Mart. ex Schult. f.; **F:** Encholirium spectabile Mart. ex Schult. f.; **G:** Cactaceae - *Cereus jamacaru* DC.; **H:** Pilosocereus gounellei (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley; **I:** Tacinga inamoena (K. Schum.) N.P. Taylor & Stuppy; **J:** Convolvulaceae - *Ipomoea asarifolia* (Desr.) Roem. & Schult.; **K:** Ipomoea nil (L.) Roth; **L:** Merremia aegyptia (L.) Urb.; **M:** Euphorbiaceae - *Cnidoscolus quercifolius* Pohl; **N:** Cnidoscolus urens (L.) Arthur; **O:** Jatropha mollissima (Pohl) Baill.; **P:** Jatropha ribifolia (Pohl) Baill.; **Q:** Fabaceae - *Senna macranthera* (DC. ex Collad.) H.S. Irwin & Barneby; **R:** Zornia brasiliensis Vogel; **S:** Malvaceae - *Herissantia tiubae* (K. Schum.) Brizicky; **T:** Melochia tomentosa L.; **U:** Pavonia cancellata (L.) Cav.; **V:** Sida galheirensis Ulbr.; **W:** Rubiaceae - *Richardia grandiflora* (Cham. & Schltdl.) Steud.; **X:** Turneraceae - *Piriqueta guianensis* Britton; **Y:** Zygophyllaceae - *Kallstroemia tribuloides* (Mart.) Steud., Fotos: Moura e Freire, 2015.

Aspects of the sensu stricto vegetation from the Caatinga biome, Seridó ESEC. **A:** Asteraceae - *Centratherum punctatum* Cass.; **B:** Apocynaceae - *Aspidosperma pyrifolium* Mart.; **C:** Boraginaceae - *Heliotropium angiospermum* Murray; **D:** Varronia leucocephala (Moric.) J.S. Mill.; **E:** Bromeliaceae - *Bromelia laciniosa* Mart. ex Schult. f.; **F:** Encholirium spectabile Mart. ex Schult. f.; **G:** Cactaceae - *Cereus jamacaru* DC.; **H:** Pilosocereus gounellei (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley; **I:** Tacinga inamoena (K. Schum.) N.P. Taylor & Stuppy; **J:** Convolvulaceae - *Ipomoea asarifolia* (Desr.) Roem. & Schult.; **K:** Ipomoea nil (L.) Roth; **L:** Distimake aegyptius (L.) A.R. Simões & Staples; **M:** Euphorbiaceae - *Cnidoscolus quercifolius* Pohl; **N:** Cnidoscolus urens (L.) Arthur; **O:** Jatropha mollissima (Pohl) Baill.; **P:** Jatropha ribifolia (Pohl) Baill.; **Q:** Fabaceae - *Senna macranthera* (DC. ex Collad.) H.S. Irwin & Barneby; **R:** Zornia brasiliensis Vogel; **S:** Malvaceae - *Herissantia tiubae* (K. Schum.) Brizicky; **T:** Melochia tomentosa L.; **U:** Pavonia cancellata (L.) Cav.; **V:** Sida galheirensis Ulbr.; **W:** Rubiaceae - *Richardia grandiflora* (Cham. & Schltdl.) Steud.; **X:** Turneraceae - *Piriqueta guianensis* Britton; **Y:** Zygophyllaceae - *Kallstroemia tribuloides* (Mart.) Steud., Photos: Moura and Freire, 2015.



Mapa Temático de Uso e Ocupação da ESEC Seridó, elaborado a partir de imagem LandsAT 7 ETM+ de 27/08/2001.

Landuse/landcover Thematic Map of Seridó ESEC, elaborated from Landsat 7 ETM + 8/27/2001.

LandsAT 7 ETM+ foram utilizadas para de 2001, enquanto que as imagens do satélite LandsAT 8 OLI foram utilizadas para 2016. Várias técnicas de Processamento Digital de Imagens foram empregadas no software Spring 5.5 a fim de se obter uma Classificação Supervisionada para ambas as datas.

A Esec Seridó, estando no bioma Caatinga e abrangendo a Depressão Sertaneja Setentrional, mesmo apresentando significativos estágios de regeneração de sua cobertura vegetal (como pode ser evidenciado por meio

das imagens satelitais utilizadas nessa pesquisa), sofre pressões das atividades agropastoris no seu entorno – o que ocasiona conflitos entre a gestão da UC e os proprietários rurais.

A vegetação de Caatinga encontrada na Esec é típica de terrenos cristalinos que compreende duas fitofisionomias distintas: a arbustiva arbórea e as herbáceas ruderais, caracterizadas por uma flora decidual. Sendo assim, esta vegetação é caracterizada como florestas secas, que apresentam

espécies vulneráveis às mudanças bruscas da antropização, como o pastoreio de caprinos e bovinos, conhecido popularmente como “Fundo de Pasto”, decorrente da população circunvizinha. Registra-se, portanto, que a gestão da Esec Seridó realiza estratégias para não romper o elo entre o homem do campo e o equilíbrio ecológico da área. Contudo, ao traçar estratégias de inovação e conciliação entre a população do entorno, a equipe de gestão assegura a proteção da biodiversidade, que é fundamental para minimizar os conflitos ambientais.

Regarding the temporal thematic mapping of ESEC Seridó, images from Landsat 7 ETM + were used for thematic mapping of 2001, while the images of the satellite Landsat 8 OLI were used for 2016. Several Digital Images Processing Techniques were employed in the software Spring 5.5, in order to obtain a supervised classification for both dates.

The ESEC Seridó, being in the Caatinga biome and covering the Northern Sertaneja Depression, even presenting significant regeneration stages of its vegetation cover (as evidenced by the satellite images), is under pressure from agropastoral activities in its surroundings - which causes conflicts between the management of the CU and the rural landowners.

The Caatinga vegetation found in ESEC is typical of crystalline terrains that comprise two distinct phytophysiognomies: shrubby-arboreal and ruderal herbaceous, characterized by deciduous flora. Thus, this vegetation is characterized as dry forests, which present species vulnerable to abrupt changes in anthropization, such as goat and cattle grazing, popularly known as “Fundo de Pastagem,” regarding the surrounding population. It is worth mentioning that, the management of Seridó ESEC carries out strategies not to break the link between the rural man and the ecological balance of the area. However, by plotting innovation and reconciliation strategies among the surrounding population, the management team ensures the biodiversity protection, which is critical to minimize the environmental conflicts.

Reserva Biológica Serra Negra

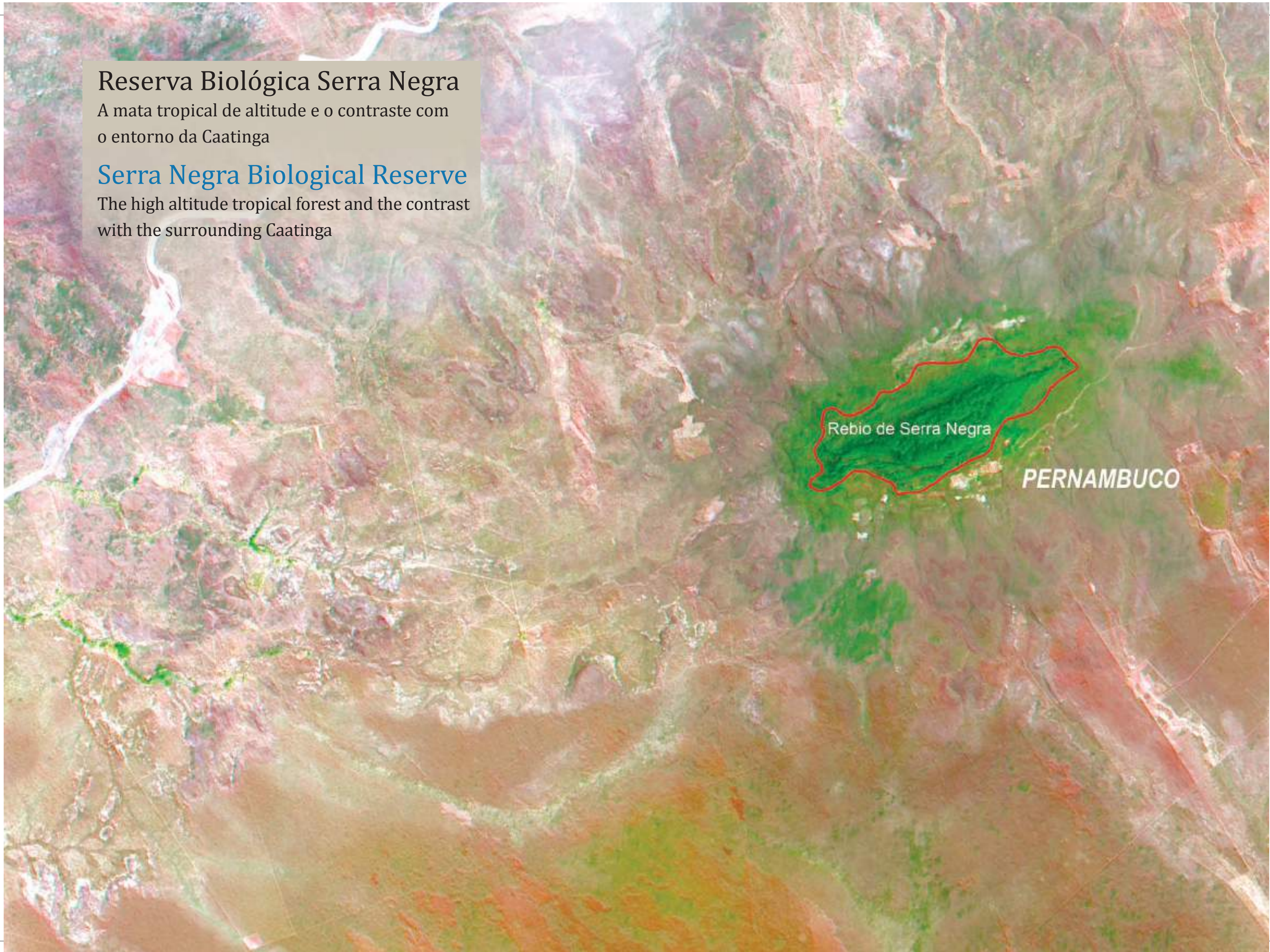
A mata tropical de altitude e o contraste com o entorno da Caatinga

Serra Negra Biological Reserve

The high altitude tropical forest and the contrast with the surrounding Caatinga

Rebio de Serra Negra

PERNAMBUCO





Reserva Biológica Serra Negra

Carta-imagem multiespectral em pseudocolor, satélite LandSAT 8, sensor OLI, bandas espectrais RGB 754, fusionadas com a banda 8 (pancromática) para obtenção de resolução espacial de 15m, com filtragem não linear e realce de contraste não linear por Raiz Quadrada; ponto/órbita 216/66, data de aquisição da imagem 20/09/2016. Sistema de Referência WGS 84; coordenadas geográficas. Elaborada no CIEG/Dipes/Fundaj em dezembro de 2017.

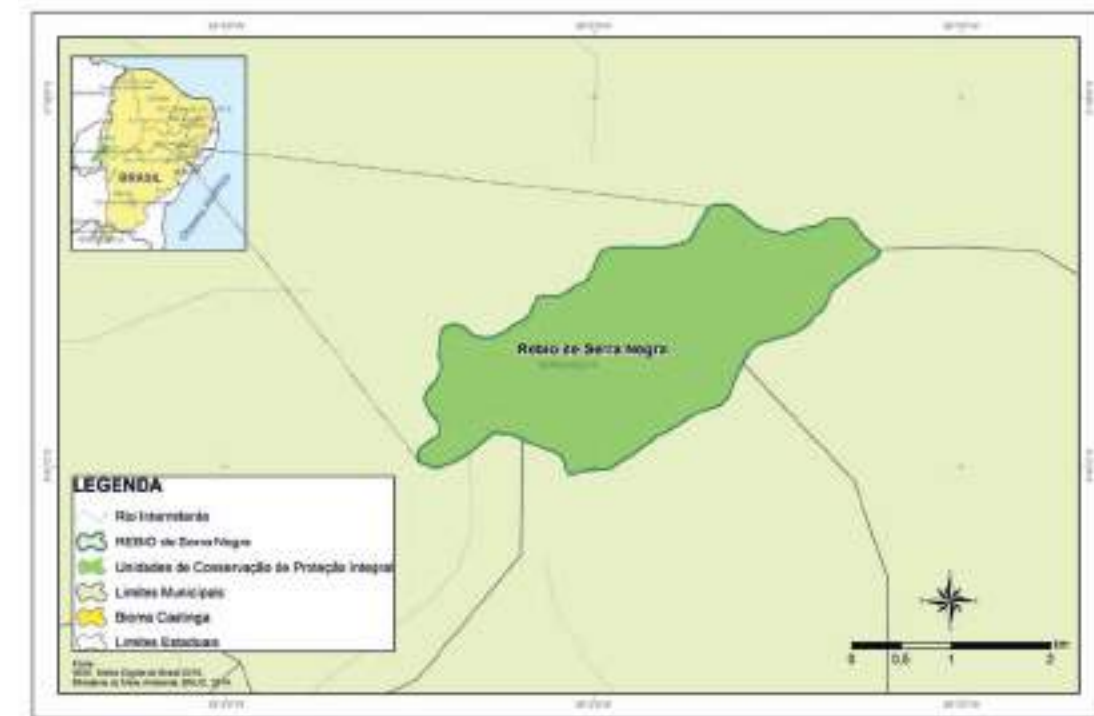
A Reserva Biológica de Serra Negra (Rebio Serra Negra) é uma Unidade de Conservação (UC) localizada na Região Nordeste, na mesorregião do semiárido pernambucano. Ocupa uma área de 1.044 ha (6,24 km²), compreendendo os municípios de Floresta, Inajá e Tacaratu. A UC de proteção integral está sob o gerenciamento do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), sendo a segunda menor da região Nordeste.

Contudo, a área se sobressai no Estado de Pernambuco, por apresentar características fisiográficas de vegetação de Floresta Atlântica, além de ser a única área de preservação federal de floresta pluvial serrana (ANDRADE-LIMA, 1966; Brasil, 2011).

Objetivando o monitoramento e proteção deste ecossistema, a Rebio Serra Negra foi criada por meio do Decreto-Lei nº 87.591, de 20 de setembro de 1982. A área possui um valor singular para a conservação da biodiversidade ao estar localizada em um brejo de altitude com espécies vegetais

de mata atlântica, sendo contornada pelo bioma Caatinga. A área é considerada especial quanto à sua formação geoambiental pelas características fisiográficas, mas também pelos aspectos antropológicos, históricos e culturais de ocupação humana nessa região.

Adiciona-se à particularidade de proteção da Rebio Serra Negra o nível de conservação da vegetação de Floresta Atlântica serrana, que se destaca como uma reserva de floresta de altitude, abrigando várias espécies endêmicas da flora e da fauna associada, além da área se estabelecer em área considerada sagrada pelas culturas indígenas dos povos Kambriwá e Pipipã. Neste local são conferidas as características do “sagrado” pelos índios, onde são realizados seus rituais, destacando-se o “Ouricuri”. Estas características tornam a Rebio imensurável em valoração da paisagem natural e da cultura brasileira (RODAL e NASCIMENTO, 2002; BRASIL, 2011; LÉO NETO e ALVES, 2016).



Mapa de Localização da Rebio Serra Negra.

Location map of the Serra Negra Rebio.



Feição da geoforma sedimentar que confere a beleza cênica e a identidade da Rebio Serra Negra.
Foto: Moura e Freire, 2015.

Aspect of a sedimentary geoform that gives the scenic beauty and the identity of Serra Negra Rebio.
Photo: Moura and Freire, 2015.

The Serra Negra Biological Reserve (Serra Negra Rebio) is a conservation unit (CU) located in the Northeast Region, in the semi-arid Mesorregion of Pernambuco State. It occupies an area of 1,044 ha (6.24 km²), comprising the municipalities of Floresta, Inajá, and Tacaratu. The full protection CU is under the management of the Chico Mendes Institute for biodiversity conservation (ICMBio), being the second smallest of the northeastern region.

However, the area stands out in the State of Pernambuco, as it presents physiographic Aspects of Atlantic Forest vegetation, as well as being the only federal preservation area of highland rainforest (ANDRADE-LIMA, 1966; Brazil, 2011).

Aiming the protection and monitoring of this ecosystem, the Serra Negra Rebio was created through Decree-Law nº 87,591, of 20 September 1982. The area has a unique value for biodiversity conservation due to be located in an altitude marsh with plant species of Atlantic forest, wrapped by the Caatinga biome. The area is considered special as regards its geoenvironmental formation

and physiographic characteristics, but also by the anthropological, historical and cultural aspects of human settlement in this region.

Added to the particularity of protection of Serra Negra Rebio is the conservation level of the High altitude Atlantic Forest vegetation, which stands out as an altitude forest reserve, housing several endemic species of the associated flora and fauna, besides it's being established in an area considered sacred by the indigenous cultures of Kambriwá and Pipipã peoples. In this place, the indigenous realize their “sacred” rituals, standing out the “Ouricuri.” These characteristics make the Rebio immeasurable in the valuation of the natural landscape and Brazilian culture (RODAL and NASCIMENTO, 2002; BRASIL, 2011; LÉO NETO and ALVES, 2016).

Unlike other CUs in the Caatinga biome that declared social-environmental conflicts between traditional populations and the management of ICMBio (such as armed conflicts with indigenous populations remaining in the Catimbau Parna, in Pernambuco State, and with the religious practices of African matrix in the Parna Serra



Área delimitada da Rebio Serra Negra.
Foto: Freire, 2015.

Serra Negra Rebio bounded area.
Photo: Freire, 2015.

Ao contrário de outras UCs no bioma Caatinga que possuem conflitos socioambientais declarados entre populações tradicionais e a gestão do ICMBio (tais como os conflitos armados com populações indígenas remanescentes no Parna do Catimbau, em Pernambuco, e com as práticas religiosas de matriz africana no Parna Serra de Itabaiana, em Sergipe), na Rebio Serra Negra esse tipo de conflito se dá muito mais pela precariedade nas condições de vida das tribos indígenas que moram no interior e no entorno da UC.

Vivendo abaixo da linha de pobreza, os povos indígenas das tribos Kambiwá e Pipipã (este último em estágio de delimitação de Terra Indígena que poderá, segundo o ICMBio, sobrepor-se à área da Rebio Serra Negra) sofrem com a degradação ambiental do entorno da UC – local sagrado e território de identidade desses povos.

Nessas tribos, como já mencionado, há um importante ritual chamado “Ouricuri”. Essa manifestação religiosa “dá sentido à terra, à família, à identidade, à chefia, enquanto princípio organizador; estrutura a vida perceptível mediante a ordenação do sagrado, do misterioso, do intangível, daquele reduto da vida indígena que a sociedade nacional não consegue dominar”¹. Denomina-se “Ouricuri” o complexo ritual, associado ao local onde se realiza. É praticado por vários grupos indígenas do nordeste. As festividades duram aproximadamente 15 dias, entre os

¹ Disponível em: <https://pib.socioambiental.org/pt/povo/kariri-xoko/680> Acesso em: 31 jul. 2017.



Espécies da flora do bioma Mata Atlântica presentes na Rebio Serra Negra. Fotos: Freire, 2015.

Species of the Atlantic forest flora present in Serra Negra Rebio. Photos: Freire, 2015.

meses de janeiro e fevereiro - época onde há fartura de alimentos. O ritual é realizado numa clareira na mata, chamada o “limpo”, sendo construídas pequenas habitações em tijolo ou taipa para abrigar as pessoas durante sua permanência:

O corpo ritual do Ouricuri se constitui num conjunto de cantos e danças e na ingestão de jurema, infusão feita da entrecasca da raiz desta árvore, posta a macerar para produzir o vinho. O clímax do ritual é o transe resultante do uso da jurema. Neste estado, os participantes dizem romper as barreiras entre passado, presente e futuro numa comunhão com seus ancestrais e suas divindades. (Vera Lúcia Calheiros Mata, 1999).

Na Rebio Serra nossa pesquisa de campo encontrou vestígios dessas precárias construções dentro dos limites da UC. Segundo relatos de moradores dessas tribos, a prática do ritual tem sido violada por agentes externos ao grupo, bem como o desmatamento de áreas do entorno tem prejudicado o sentido religioso dado ao local de realização do Ouricuri.

A Rebio Serra Negra se localiza na região semiárida do Estado de Pernambuco; sua posição geográfica ocorre numa



de Itabaiana, in Sergipe State), in the Serra Negra Rebio, this type of conflict is mostly due to the poor living conditions of the indigenous tribes that live inside and around the CU.

Living below the poverty threshold, indigenous peoples of the Kambiwá and Pipipã tribes (the latter in a stage of Indigenous Land delimitation that may, according to ICMBio, overlap with the Serra Negra Rebio area) suffer from the environmental degradation of the CU surroundings - a sacred place and an identity territory for these peoples.

In these tribes, as already mentioned, there is an important ritual called “Ouricuri.” This religious manifestation “gives meaning to Earth, family, identity, leadership, while organizing principle; the structure perceivable through the life of the sacred ordination, the mysterious, intangible, that stronghold of the Indian national society life can’t dominate.”¹ “Ouricuri” is a ritual complex connected to the place where it is located. Several indigenous groups in the Northeast practice it. The festivities last for approximately 15 days, between the January and February - a season where there is plenty of food. The ritual is performed in a gap in the forest, called the “limpo,” and small houses are built in brick or “taipa” (rammed earth technique) to shelter people during their stay:

The ritual body of Ouricuri consists of a group of songs and dances, and ingestion of jurema, an infusion made from the inner bark of the root of this tree, which is then macerated to produce the wine. The climax of the ritual is the trance resulting from the use of jurema. In this state, participants say they break the barriers between past, present, and future in communion with their ancestors and their deities. (Vera Lúcia Calheiros Mata, 1999).

In Serra Negra Rebio, our field research found traces of these poorly constructions within the limits of UC. According to reports from residents of these tribes, the ritual has been violated by agents external to the group, as well as, the deforestation of the surrounding areas has undermined the religious sense given to the place of performance of Ouricuri.

¹ Available in: <https://pib.socioambiental.org/pt/povo/kariri-xoko/680> access: July 31 2017.

importantíssima bacia sedimentar do Brasil, a Bacia do Jatobá, de base sedimentar do Devoniano. Para este período está sobreposta a Formação Inajá, do Grupo Jatobá. A Formação Inajá exibe uma estratificação cruzada e é composta por arenitos finos, com cores creme amarelada, cinza esverdeado e vermelho ferruginosa, intercalados por arenitos grosseiros, margas, níveis calcíferos e lâminas de calcário (ANDRADE-LIMA, 1966; BRASIL, 2011).

Na formação Inajá se destacam os siltitos de cores amarelas e róseas ou esverdeadas. Entretanto, os folhelhos exibem uma tonalidade cinza esverdeada, com material intemperizado argiloso: os micáceos. Este material se sobressai na borda sul da Bacia do Jatobá. Contudo, no período Siluriano/Devoniano, houve uma transição do Grupo Jatobá, através das Formações Tacaratu e Cariri (BRASIL, 2011; SANTOS, 2012).

Como dito, a Rebio está assentada na Bacia do Jatobá, que compõe a fossa sedimentar, relacionando-a ao período Cretáceo, com acentuada geomorfologia. Entretanto, a Bacia do Jatobá expõe uma extensão máxima de 155 km e largura de 15 km, compreendendo, aproximadamente, uma área de 6.200 km². Situam-se nesta porção os municípios de Petrolândia, Inajá, Buíque, Ibimirim, ou seja, aqueles que limitam a Rebio Serra Negra (SANTOS 2012).

Por meio dos estudos de Santos (2012) e Batista e Demétrio (2016), observa-se que o pacote sedimentar compõe e atinge uma profundidade de 3.800 m na região de Ibimirim. Estes sedimentos do Grupo Jatobá estão constituídos da base para o platô, compreendendo os períodos do paleozóico (Silúrio Devoniano) e mesozóico do Super Grupo Bahia.

A Bacia do Jatobá ocupa uma extensão de aproximadamente 5.600 km², com direção de NE-SW, e encontra-se inserida na Província Borborema, no domínio meridional entre os Estados de Pernambuco e Alagoas. Estudos de Costa et al. (2007), Guzmán et al. (2015) e Batista e Demétrio (2016) apontam que a Bacia do Jatobá, assim como a Sub-bacia do Tucano (Norte), representam os limites setentrionais do sistema Rife – Recôncavo – Tucano – Jatobá. Sendo que este sistema Rife

é de origem relacionada à extensão crustal, que fragmentou o Supercontinente Gondwana e sequenciou a origem ao Oceano Atlântico, entre o final do período do Jurássico e o final do Cretáceo.

A compartimentação geomorfológica é constituída pela Depressão Sertaneja, com suas superfícies suaves à plana. Entretanto, podem ocorrer formas de pediplanação com segmentos de relevo ondulado. Estas áreas de pediplanação compreendem altitudes relativas de 50m, desde a margem do rio São

The Serra Negra Rebio is located in the semiarid region of the State of Pernambuco; geographically positioned in an important sedimentary basin in Brazil, Jatoba Basin, of the Devonian sedimentary base. For this period, superimposed on Inajá Formation (Jatobá Group) the Inajá Formation exhibits a cross-stratification and is composed of fine sandstones, yellowish cream, greenish gray and ferruginous red, interspersed by coarse sandstones, marls, calciferous levels and limestone slabs (ANDRADE-LIMA, 1966, BRAZIL, 2011).

In Inajá Formation, the yellow, pink or greenish siltstones stand out. However, shale's exhibit a greenish gray tonality, with weathered clay materials: the micaceous. This material emerges in the southern edge of Jatobá Basin. However, during Silurian/Devonian, there was a transition from Jatobá Group, through the Tacaratu and Cariri Formations (BRAZIL, 2011; SANTOS, 2012).

As already said, the Rebio is settled on the Jatobá Basin, which composes the sediment sump, related to the Cretaceous period, with sharp geomorphology. However, the Jatobá Basin has 55 km of maximum extension and 15 km of width, comprising approximately an area of 6,200 km². In that are the municipalities of Petrolândia, Inajá, Buíque, Ibimirim, that boundary Serra Negra Rebio, are located (SANTOS 2012).

Through the study of Santos (2012), and Batista and Demetrius (2016), the sedimentary package composes and reaches a depth of 3,800 m in Ibimirim region. These sediments of Jatobá Group consist of the base for the plateau, comprising the periods of the Paleozoic (Devonian Silurian) and Mesozoic of Bahia Super Group.

The Jatoba Basin occupies a length of approximately 5,600 km², NE-SW oriented, and is inserted into the Borborema Province, in the southern area between the states of Pernambuco and Alagoas. Studies from Costa et al. (2007), Guzman et al. (2015) and Batista and Demetrius (2016) indicate that the Jatobá Basin, as well as Tucano (North) Sub-basin, represents the northern limits of the Reconcavo - Tucano - Jatoba rift system. This rift system is source-related to crustal extension, which fragmented the Gondwana Supercontinent and sequenced the origin to the Atlantic Ocean, between the end of the Jurassic period and the end of the Cretaceous.

The geomorphological compartmentalization consists of the Sertaneja Depression, with its smooth to flat surfaces. However, forms of pediplanation with corrugated relief segments may occur. These pediplanation areas comprise relative altitudes of 50m, from the São Francisco Riverbank, reaching 355m. However, among the planed areas, the inselbergs stand out, due to the uplift of the Jatobá basin. Thus, these testimony hills have



Feição da estratificação cruzada que é composta por arenitos finos. Bacia do Jatobá, de base sedimentar do Devoniano, localizada na Rebio Serra Negra. Fotos: Moura e Freire, 2015.

Cross-stratification feature composed of fine sandstone. Jatobá Basin presenting a sedimentary base of the Devonian, located in the Serra Negra Rebio. Photos: Moura and Freire, 2015.



Feição do relevo que estão sobre o Domínio das Superfícies Aplainadas da Bacia do Jatobá - A: Depressão Sertaneja e B: entre as áreas aplainadas, destacam-se os Inselbergues, testemunhos possuem litologia originários mais resistentes, que conservar-se na área isoladamente ou compondo grupos elevados, localizado na Rebio Serra Negra. Fotos: Moura e Freire, 2015.



Aspects of the relief over the domain of the planation surfaces of Jatobá Basin - A: Sertaneja Depression and B: between the planation surfaces, the Inselbergs stands out, testimonies that have the most resistant lithology, which can be conserved in the area alone or composing high groups, located in Serra Negra Rebio. Photos: Moura and Freire, 2015.

Francisco, podendo atingir 355m. Contudo, entre as áreas aplainadas, destacam-se os Inselbergues, em decorrência do soerguimento da bacia do Jatobá. Destarte, estes testemunhos possuem litologia originária mais resistente, que se conservará na área isoladamente ou compondo grupos elevados; destacam-se, pelo processo de erosão diferencial, circundante ou da própria tectônica, proporcionando a formação de um relevo ondulado e forte ondulado, ainda podendo atingir altitudes entre de 360 a 710m (BARRETO et al, 2013; MISSURA, 2013).

A morfologia da Bacia sedimentar do Jatobá, representada pelas Formações Inajá e Tacaratu, apresenta uma deposição discordante do Embasamento Cristalino, aflorando de forma contínua. Esta sedimentação resulta em um relevo bastante irregular, com encostas abruptas, em função da sua composição litológica arenosa, onde se sobressaem os arenitos grosseiros, micáceos e conglomeráticos, ou muito silicificados, especialmente em zonas de falha, que, em função do intemperismo físico, esculpe formas excepcionais, de feição ruiforme (CPRM, 2004; SANTOS, 2012; MISSURA, 2013; BATISTA e DEMÉTRIO, 2016).

A Rebio Serra Negra apresenta unidades pedológicas oriundas da base litológica sedimentar de arenito. Estes solos ocorrem nas áreas com manchas extensas de

Planossolos Háplicos e Nátricos, Neossolos Regolíticos, além daqueles que apresentam pouca profundidade: os Neossolos Quartzarênicos e os Neossolos Litólicos. Porém, os Neossolos Litólicos oferecem pouca disposição no armazenamento de água. Contudo, ao proporcionar o maior escoamento hídrico, favorecem a suscetibilidade à erosão. A ocorrência destas manchas de solos é marcante nas áreas de base e encostas da Serra Negra. Entretanto, no platô ocorrem pequenos mosaicos, com associação de Argissolos Vermelho-Amarelos, Argissolos Vermelhos.

more resistant original lithology, which will be conserved in the area alone or composing high groups; are distinguished, by the process of differential erosion, surrounding or the tectonics itself, providing the formation of a corrugated and strongly corrugated relief, still being able to reach altitudes between 360 to 710m (BARRETO et al, 2013; MISSURA, 2013).

The morphology of Jatobá sedimentary Basin, represented by Inajá and Tacaratu Formations, presents a discordant deposition of the Crystalline Basement, continuously

surfacing. This sedimentation results in a rather irregular relief, with abrupt slopes, due to its sandy lithological composition, where the coarse sandstones, micaceous and conglomerate, or very silicified stand out, especially in zones of fault, that, due to the physical weathering, it sculpts exceptional forms, of ruiniform feature (CPRM, 2004; SANTOS, 2012; MISSURA, 2013; BATISTA e DEMÉTRIO, 2016).

The Serra Negra Rebio presents pedological units derived from a sedimentary lithological base of sandstone. These soils occur in the areas with extensive spots of Haplic and Natric Planossols and Regolith Neosols, in addition to those that present little depth: the Quartzarenic Neosols and the Litholic Neosols. The Litholic Neosols offers little water storage capacity. However, by providing greater water drainage, they favor susceptibility to erosion. The occurrence of these soils is striking in the base areas and slopes of Serra Negra. However, in the plateau, there are small mosaics, in association with Red-Yellow Argisols, Red Argisols. But only in the areas of the plateau, where there is a rainforest vegetation cover, there is the formation of soils with organic matter. The remaining soil classes provide low organic matter (CPRM, 2004; SANTOS, 2012; MISSURA, 2013).

The area has a climatological performance related to the mechanisms



Feição das unidades pedológicas oriundas das litoestratificações, com os litotipos mais encontrados que são os Arenitos, que apresentam pouca profundidade, tais como, A: os Neossolos Quartzarênicos, e B: os Neossolos Litólicos - feições estas localizadas na Rebio Serra Negra. Fotos: Moura e Freire, 2015.



Aspects of the pedological units deriving from the lithostratigraphy, with the most found lithotypes - Sandstones that presents little depth, such as, A: quartzarenic Neosols, and B: Litholic Neosols, located in Serra Negra Rebio. Photos: Moura and Freire, 2015.

Mas, apenas nas áreas de platô, em que existe a cobertura vegetal arbórea pluvial, existe a formação de solos com matéria orgânica. As demais classes de solos proporcionam baixo teor de matéria orgânica (CPRM, 2004; SANTOS, 2012; MISSURA, 2013).

A área da Rebio apresenta um desempenho climatológico conexo aos mecanismos dos sistemas meteorológicos de escala global, que influenciam na região Nordeste do Brasil. Em decorrência da posição geográfica da Rebio, situada na região semiárida setentrional, da depressão Sertaneja, desacatam-se os seguintes mecanismos meteorológicos: ENOS (El Niño Oscilação Sul), a ZCIT (Zona de Convergência Intertropical), os VCANs (Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis) e os DOLs (Distúrbios Ondulatórios de Leste) ou simplesmente Ondas de Leste (KAYANO, 2009; NÓBREGA et al, 2016). Esses mecanismos determinam as variabilidades climáticas interanuais e decadais para a região continental do Nordeste.

Ao analisar as características climáticas específicas da Rebio, destaca-se o fator topográfico, em decorrência da orografia, sendo de grande influência no clima. Segundo Andrade (1964), a Rebio é classificada como um brejo de altitude. Isto significa que as áreas dos brejos nordestinos resultantes de combinações de exposição e de altitude, possuem uma topografia que interfere no percurso das massas de ar úmidas. Tais massas anualmente concentram-se sobre a região semiárida (PEREIRA, 2009; PESSEDA et al, 2010), mas nas áreas de brejos de altitude, a vegetação úmida ocupar o platô de elevação. Nota-se na Rebio Serra Negra, como em demais brejos nos Estados de Alagoas, Pernambuco e Paraíba, que nas áreas com posição orográfica a barlavento, sob o alcance de massas de ar convectivo, há uma maior abundância na precipitação oculta e pluvial – o que restringe os efeitos característicos da exposição. Contudo, a altimetria entre 800 e 1.200m e a posição orográfica a barlavento, favorecem a exposição de entrada de ar úmido (ANDRADE, 1965; MISSURA, 2013).

A variabilidade climática no semiárido, que abrange todo o bioma Caatinga, oferece médias de precipitações baixas e irregulares, que variam de acordo com mecanismos



Feição da Floresta Subperennifolia, ou Floresta Atlântica Pluvial submontana, classificada segundo a posição orográfica a Barlavento, localizada na Rebio Serra Negra. Fotos: Moura e Freire, 2015.

atmosféricos de escala global (MARENGO et al, 2009, NÓBREGA et al, 2016). Entretanto, nas áreas de brejos de altitude contrariam as médias pluviométricas de evapotranspiração potencial do entorno. Porém, a posição orográfica a barlavento proporciona uma média pluviométrica que varia entre 1.500 a 2.000 mm por ano (VELLOSO et al., 2002, MARENGO et al, 2009) – o que explica a ocorrência de espécies do bioma de mata atlântica nesta UC, como será visto adiante.

Com base nas características edafoclimáticas e geológicas, na região Nordeste encontra-se um mosaico vegetacional de Florestas úmidas e secas, que conota desde uma vegetação muito úmida (Floresta Atlântica) até uma vegetação Estacional e Savânica, como a hiperxerófila (Caatinga), e a hipoxerófila do Cerrado e a Floresta Estacional Decídua.



Feição das Florestas Estacionais ou Sazonais Decíduas, classificadas segundo a posição orográfica a Sotavento e sopé das encostas, onde são registradas as espécies de Caatingas, localizadas na Rebio Serra Negra. Fotos: Moura e Freire, 2015.



Feature of Subperennifolia Forest, or Submontane Atlantic Rain Forest, classified according to the orographic position to the windward side, located in Serra Negra Rebio. Photos: Moura and Freire, 2015.

Estes agrupamentos vegetacionais e florísticos se desenvolvem sobre terrenos fanerozoico do (Complexo granitoide do Embasamento Cristalino) ou sobre terrenos sedimentares oriundas da Bacia do Parnaíba, e na Resbio de Serra Negra, da Bacia do Jatobá, representadas pelas Formações Inajá e Tacaratu. Contudo, acrescenta-se a estas formações vegetacionais as condições climáticas, edáficas e topográficas, que consubstanciam o favorecimento de áreas de clímax dos ecossistemas da Caatinga e da Mata Atlântica, bem como ecotónos e encraves de ambos os ecossistemas encontrados (PEREIRA, 2009, SOUZA et al, 2015).

Ao tratar da diversidade biológica do semiárido nordestino, nota-se que a mesma é extremamente significativa, assim como, comparada a outros biomas estacionais e decíduos da Planeta, (VELLOSO et al., 2002;



Aspects of Seasonal or Seasonal Deciduous Forests classified according to orographic leeward side and foothills of the slopes, where are recorded the species Caatingas, Serra Negra Rebio. Photos: Moura and Freire, 2015.

of weather systems on a global scale that influences in northeastern Brazil. As a result of the geographical position of Rebio, located in the northern semi-arid region of the Sertaneja Depression, the following meteorological mechanisms are highlighted: El Niño–Southern Oscillation (ENSO), Intertropical Convergence Zone (ITCZ), UTCVs (Upper Tropospheric Cyclonic Vortex), and EWD (Easterly Wave Disturbances) or simply easterly wave (KAYANO, 2009; NÓBREGA et al, 2016). These mechanisms determine the interannual and decadal climatic variability for the continental Northeast region.

When analyzing the specific climatic characteristics of Rebio, the topographic factor is highlighted, as a result of the orography, being of great influence in the climate. According to Andrade (1964), the Rebio is classified as an altitude marsh. This means that areas of Northeastern marshes resulting from combinations of exposure and altitude have a topography that interferes in the course of humid air masses. Such masses annually concentrate on the semi-arid region (PEREIRA, 2009; PESSEDA et al., 2010), but in the areas of altitude marshes, wet vegetation occupies the elevational plateau. It is noted in Serra Negra Rebio, as in other swamps in the States of Alagoas, Pernambuco, and Paraíba, that in areas with an orographic windward side, under the reach of convective air masses, there is a greater abundance in the occult and pluvial precipitation - which restricts the characteristic effects of exposure. However, the altitude between 800 and 1,200m and the orographic windward side, favors the input exposure of moist air (ANDRADE, 1965; MISSURA, 2013).

The climate variability in the semiarid region that covers the entire Caatinga biome offers on average low and irregular rainfall, which varies according to global scale atmospheric mechanisms (MARENGO et al., 2009 NÓBREGA et al., 2016). However, the areas of altitude swamps contradict the pluviometric average of potential evapotranspiration of the surroundings. Nonetheless, the orographic windward side provides an average rainfall ranging between 1,500 to 2,000 mm per year (VELLOSO et al., 2002, MARENGO et al., 2009) – which explains the occurrence of species of the Atlantic forest biome in this CU, as will see below.



Feição da Floresta Subperennifolia, ou Floresta Atlântica Pluvial submontana, características arbóreas de formação densa e alta, podendo alcançar de 20 a 30m de altitude, localizadas na Rebio Serra Negra. Fotos: Moura e Freire, 2015.



The Subperennifolia Forest or Submontane Atlantic Rain Forest, has arboreal characteristics of high dense formation, reaching 20 to 30 meters in height, Serra Negra Rebio. Photos: Moura and Freire, 2015.

SILVA, 2003, MORO et al., 2015). Ao analisar os Refúgios Florestais Úmidos ou Brejos Altitude do semiárido brasileiro, Marques et al., (2014) configuram a diversidade de brejos de altitude, com base na altimetria e posição orográfica, que pode ser explicado pela Exposição a barlavento, onde estes recebem maior influência das massas de ar úmidas, de Posição, onde ocorre devido a pediplanação e maior concentração de umidade e condensação ou (sopé de serra). Contudo, os brejos modificam a paisagem vegetal e florística, do entorno, que é marcado pelo bioma Caatinga, nas regiões semiáridas no Nordeste do Brasil.

As formações de Refúgios Florestais Úmidos ou Brejos Altitude estão presentes nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Alagoas e Pernambuco, abrangendo uma área de aproximadamente 18.500km² (TABARELLI e SANTOS, 2004; MORO et al., 2015). Segundo Velloso et al. (2002) e MMA (2011), a ocorrência deste mosaico vegetal úmido está conexas à ocorrência

do Planalto da Borborema – Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte, que possui uma posição submontana na parte continental da região Nordeste, paralela a existência das florestas ombrófilas do Domínio Atlântico.

Através de estudos realizados por alguns botânicos, constata-se que a vegetação em áreas localizadas no Estado de Pernambuco, principalmente dos Refúgios Florestais Úmidos no Estado de Pernambuco podem ser citados por Andrade Lima (1961 e 1966); Rodal e Nascimento, 2002; Pereira et al., 2009; Castelo Branco, 2015. Estes estudos classificam e caracterizam o mosaico vegetal existentes nos brejos, com base em caracteres edafoclimáticos e topográficos.

A partir das variáveis pluviométricas ou condicionantes climáticas foi possível classificar a formação, segundo a posição orográfica a Barlavento, ou seja, área mais úmida como Floresta Subperennifolia, ou

Based on the edaphoclimatic and geological characteristics, in the Northeast region, there is a floristic mosaic of humid and dry forests, which means from very humid vegetation (Atlantic Forest) to a seasonal and Savanna vegetation, such as the hyperxerophilous (Caatinga), and hyperxerophilous of Cerrado and Seasonal Deciduous Forest.

These vegetation and floristic groups develop on Phanerozoic (Granitoid Complex of the crystalline basement) terrains or sedimentary terrains from the Paraíba Basin, and in Serra Negra Rebio, Jatobá Basin, represented by the Inajá and Tacaratu Formations. These vegetation formations together with climatic, edaphic, and topographic conditions, confirm the favoring of climax ecosystem areas of Atlantic Forest and Caatinga, as well as, the ecotones and enclaves from both ecosystems (PEREIRA, 2009, SOUZA et al., 2015).

The biological diversity of the northeastern semi-arid region, it is extremely significant when compared to other seasonal and deciduous biomes of the Planet (VELLOSO et al., 2002; SILVA, 2003, MORO et al., 2015). When analyzing the Humid Forests or Altitude Marshes Refuges of the semi-arid Brazilian, Marques et al., (2014) classified its diversity based on altimetry and orographic side, which can be explained by Exposure to windward side, where they receive greater influence of humid air masses, and by position, where it occurs due to pediplains and a highest concentration of humidity and condensation or (foothills). However, the marshes modify the landscape vegetation and floristics of the surroundings, the Caatinga biome, in the semi-arid region of Northeast Brazil.

The formations of Humid Forests or Altitude Marshes Refuges are located in the States of Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Alagoas, and Pernambuco, covering an area of approximately 18,500 km² (TABARELLI and SANTOS, 2004; MORO et al., 2015). According to Velloso et al. (2002) and MMA (2011), the occurrence of this humid vegetation mosaic is related to the Borborema-Alagoas Plateau, Pernambuco, Paraíba, and Rio Grande do Norte, which has a submontane position in the continental side of Northeast region, parallel

to the existence of the Ombrophilous Forests from the Atlantic Domain.

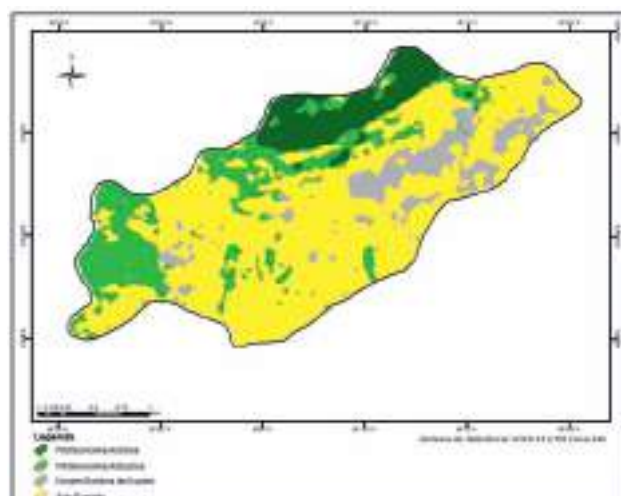
Through studies carried out by Andrade Lima (1961 and 1966); Rodal and Nascimento, 2002; Pereira et al., 2009; Castelo-Branco, 2015, it can be observed Humid Forest Refuges in some areas located in the State of Pernambuco. These studies classify and characterize the mosaic of vegetation found in the swamps, based on edaphoclimatic and topographic characters.

From rainfall variables or climatic conditions, it was possible to classify the formation according to the orographic side to windward, i.e., more humid area such as Subperennifolia Forest (semi-evergreen), or Submontane Atlantic Rain Forest, because it presents an increased water availability and Seasonal or Seasonal Deciduous Forests. For this Seasonal or Seasonal Deciduous Forest, it is worth mentioning the orographic leeward side and foothills of the slopes, where the species of Caatinga are registered, existing in the physiographic zones of the Depression.

The Subperennifolia Forest or Submontane Atlantic Rain Forest has arboreal characteristics of high dense formation, reaching 20 to 30 meters in height. These humid environments or humidity refuges are islands, around the seasonal deciduous vegetation of the Caatinga. It is important to note that the floristic richness found in small areas of highland marshes is also recorded in remnants of the Humid Coastal Forests (RODAL and NASCIMENTO, 2002; PEREIRA et al., 2009, NASCIMENTO et al., 2012).

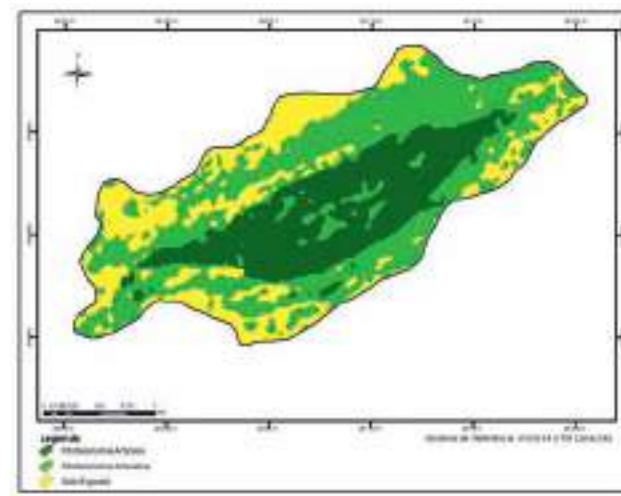
Studies carried out in several Subperennifolia Forests, or subtropical and lowland Atlantic Rainforests in the states of Sergipe, Alagoas, Pernambuco and Paraíba, point to a floristic similarity of the arboreal stratum, suggesting a floristic union with the Atlantic Rainforests of the Atlantic and Amazonian Domain (RODAL and NASCIMENTO, 2002; SANTOS, 2002; CAVALCANTI and TABARELLI, 2004; PEREIRA et al., 2009, NASCIMENTO et al., 2012; SILVA, 2016).

These results confirm the statements of Rodal and Nascimento (2002), Prado (2003), Rodal et al. (2005) that the areas of Altitude Swamps, located in continental regions of the



Mapa Temático de Cobertura do Solo da Rebio Serra Negra, elaborado a partir de imagem Landsat 7 ETM+, de 22/09/2002.

Landuse/landcover Thematic Map of Serra Negra Rebio, elaborated from Landsat 7 ETM + images, dated 9/22/2002.



Mapa Temático da Cobertura do Solo da Rebio Serra Negra, elaborado a partir de imagem Landsat 8 OLI, de 20/09/2016.

Landuse/landcover Thematic Map of Serra de Ubajara Parna, elaborated from Landsat 8 ETM images, on 9/20/2016.

Floresta Atlântica Pluvial submontana, pois esta se apresenta com maior disponibilidade de água, e Floresta Estacionais ou Sazonais Decíduas. Para esta Floresta Estacional ou Sazonal Decídua, merece destaque a posição orográfica a Sotavento e sopé das encostas, que são registradas as espécies de Caatingas, existentes nas zonas fisiográficas da Depressão.

A Floresta Subperenifólia, ou Floresta Atlântica Pluvial submontana, possui características arbóreas de formação densa alta, podendo alcançar 20 a 30m de altitude. Esses ambientes úmidos ou refúgios de umidade são ilhas, em torno da vegetação estacional decídua da Caatinga. Destarte, convém mensurar que a riqueza florística existente em pequenas áreas dos brejos de altitude também é registrada em remanescentes das Florestas Úmida Costeira (RODAL e NASCIMENTO, 2002; PEREIRA et al, 2009, NASCIMENTO et al, 2012).

Estudos realizados em diversas Florestas Subperenifólias, ou Florestas Atlânticas Pluviais submontanas e de terras baixas nos estados de Sergipe, Alagoas, Pernambuco e Paraíba, apontam para uma similaridade florística do estrato arbóreo, sugerindo um ajuntamento florístico com as Florestas Úmidas do Domínio Atlântico e Amazônico (RODAL e NASCIMENTO, 2002;

SANTOS, 2002; CAVALCANTI e TABARELLI, 2004; PEREIRA et al, 2009, NASCIMENTO et al, 2012; SILVA, 2016).

Tais resultados confirmam as afirmações de Rodal e Nascimento (2002), Prado (2003), Rodal et al. (2005), de que as áreas de Brejos de Altitude, por estarem localizadas em regiões de continentalidade do Planalto da Borborema, foram ocupadas no período no Quaternário tardio, entre 200.000 e 10.000 anos AP, época em que o clima da Terra era determinado por Glaciações severas. Nessas áreas, a flora restringia-se a áreas exclusivamente úmidas e períodos Interglaciais, em que as condições climáticas eram mais quentes e úmidas; distintamente da atualidade, onde esta floresta úmida se expandiu. Este mosaico florestal úmido apresenta uma distribuição de espécies cosmopolitas e disjuntas de Domínios Amazônicos e Atlânticos, devido às características ecológicas favoráveis das áreas e, também, à história evolutiva da espécie, ou seja, possuem as potencialidades adaptativas às paisagens tropicais quentes e úmidas.

Para a confecção dos mapas temáticos de cobertura do solo na Rebio Serra Negra foram aplicadas técnicas de Classificação Supervisionada a partir de imagens multiespectrais dos satélites Landsat 7 ETM+ e 8 OLI.

Devido às características da cobertura do solo da área restrita da Rebio (6,24 km²), apenas quatro classes temáticas foram definidas: fitofisionomia arbórea, fitofisionomia arbustiva, nuvem/sombra e solo exposto. Foram processadas as classificações para as datas de 2002 e 2016 e posteriormente quantificadas suas respectivas áreas em km².

Após as classificações das duas datas, procedeu-se à análise espacial, com o desenvolvimento de algoritmo em linguagem LEGAL, objetivando a comparação entre as classes temáticas.

A Rebio Serra Negra é a única unidade de conservação da Administração Federal com floresta pluvial serrana no bioma Caatinga. Apresenta características fisiográficas de vegetação de Floresta Atlântica, sendo também a segunda menor UCs para a região Nordeste. A Rebio necessita urgentemente de melhores condições de infraestrutura (a sede do ICMBio, por exemplo, funciona numa sala cedida pela Covesf em Ibimirim-PE), além de precisar de demarcação, apoio administrativo e operacional, fiscalização ambiental, instalações físicas e equipamentos.

A Rebio Serra Negra é a segunda menor UCs da Região Nordeste, além de estar circunscrita aos territórios indígenas Kambiwá e Pipipã, havendo uma dualidade de interesses entre o Natural (representado pelo Estado através do órgão gestor ICMBio) e o Cultural (representado pela Funai). Contudo, nota-se uma disparidade de apropriação de território, gerando conflitos socioambientais pelo direito de acesso à área sagrada. Entretanto, constata-se que a Rebio, sendo uma categoria de UC de uso mais restrito, mantém-se em excelente estado de conservação de sua biodiversidade, graças, principalmente, a ser um território de ancestralidade e espiritualidade dos povos indígenas que ali habitam. Tal fato proporciona uma proteção territorial por vias indiretas à Política Nacional de Meio Ambiente, por meio dos inter-relacionamentos ecológico-culturais.

A Rebio ainda apresenta uma vulnerabilidade no reconhecimento territorial e ambiental no que concerne aos conflitos socioambientais, gerados por concepções antagônicas de apropriação territorial entre Terra Indígena versus Reserva Biológica. O Mapeamento e a Análise Espectro-temporal

Borborema Plateau, were occupied during the late Quaternary, between 200,000 and 10,000 years BP, a time when Earth's climate was determined by severe glaciations. In these areas, the flora is restricted to areas exclusively humid and from Interglacial periods, in which the conditions were hot and humid, distinct from today, where this humid forest has expanded. This humid forest mosaic showed a broad distribution of species and disjoined from Amazonian and Atlantic Domains, due to favorable environmental characteristics of the areas, and also the evolutionary history of the species, that is, to have the adaptive capabilities to hot and humid tropical landscapes.

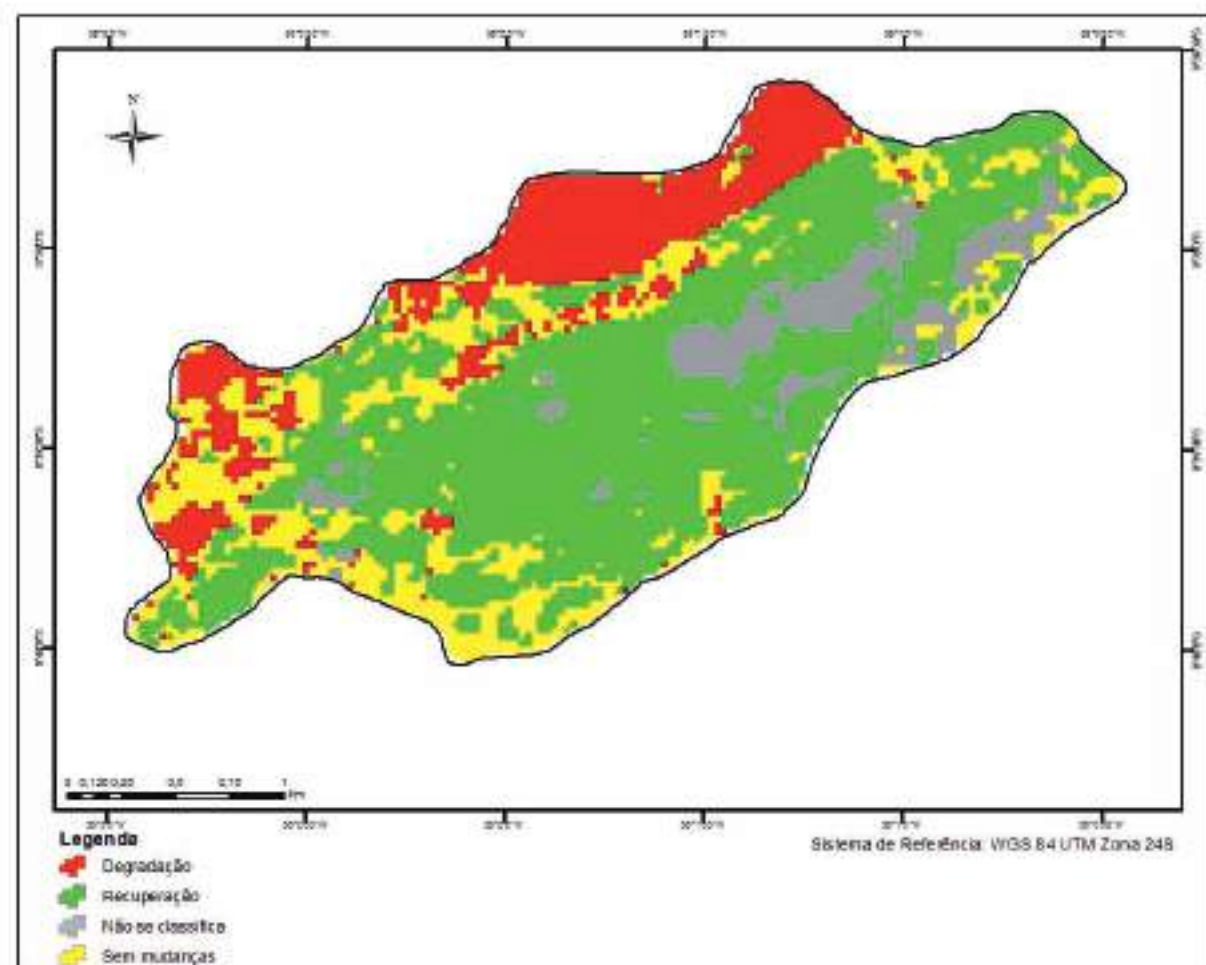
To prepare the thematic maps of land cover in Serra Negra Rebio Supervised Classification techniques from multispectral satellite images Landsat 7 ETM + and 8 OLI were employed.

Because of land cover characteristics of the Rebio area (6,24 km²), only four thematic classes were defined: arboreal vegetation type, shrubby vegetation type, cloud/shadow and exposed soil. The classifications were processed for the dates of 2002, and 2016 and their respective areas in km² were quantified subsequently.

After the classifications of the two dates, we proceeded to the spatial analysis, with the development of an algorithm in LEGAL language, aiming at the comparison between the thematic classes.

The Serra Negra Rebio is the only Federal Conservation Unit, covered with Montane Rainforest in Caatinga biome. It presents physiographic characteristics of Atlantic Forest vegetation, being also the second smaller CU in the Northeast region. The Rebio urgently needs better infrastructure (headquarters, for example), as well as demarcation, administrative and operational support, environmental inspection, physical facilities, and equipment.

The Serra Negra Rebio is the second smaller CU of the Northeast, besides being circumscribed to the Kambiwá and Pipipã indigenous territories, where is a duality of interests between the Natural (represented by the State through the ICMBio governing body) and the Cultural (represented by Funai) In



Mapa Temático das Mudanças na Cobertura do Solo da Rebio Serra Negra entre 2002 e 2016 (em km²).

Thematic map of land cover changes in Serra Negra Rebio between 2002 and 2016 (in km²).

dessa unidade de conservação vem subsidiar a investigação, o delineamento e o conhecimento científico sobre a real situação de conservação da biodiversidade. Também busca fornecer as condições necessárias para contribuir com a solução de conflitos socioambientais, em especial aqueles diretamente envolvidos com os interesses dos povos indígenas, consolidando estas áreas de conservação ambiental como base para o desenvolvimento sustentável da região, notadamente para as populações locais que vivem e dependem dos recursos florestais oriundos destas áreas.

No mapeamento ambiental feito a partir de imagens satelitais de 2002 e 2016, a pesquisa concluiu que, embora tenha havido uma forte degradação ambiental (devido, principalmente, à redução de fisionomias de vegetação na porção norte da Rebio), houve, no balanço geral das áreas, uma recuperação maior que a degradação ambiental. As áreas na cor vermelha do mapa temático das mudanças na cobertura do solo coincidem, na maior parte do território, com as áreas habitadas pelos povos indígenas já mencionados neste capítulo. Daí as dificuldades relatadas pelos indígenas

em realizar seus rituais, como o “Ouricuri”, pois este necessita de áreas bem preservadas de mata para sua realização conforme suas tradições ancestrais já mencionadas.

Recomenda-se, pois, não só uma melhor assistência aos povos indígenas, como também a adoção de práticas de recuperação ambiental nessas áreas, além de fiscalização para o combate ao desmatamento (convém lembrar que a Rebio é um brejo de altitude, portanto contém espécies da flora de mata atlântica de alto valor comercial).

Apesar de ser das uma das menores Unidades de Conservação de Proteção integral, a área apresenta peculiaridades ecológicas que merecem destaque. Como exemplo, observa-se a diversidade florística da Floresta Subperenifolia, ou Floresta Atlântica Pluvial Submontana, que possui uma similaridade florística do estrato arbóreo com espécies cosmopolitas e disjuntas a Florestas Úmidas do Domínio Atlântico e Amazônico. Todavia, a composição florística e fitofisionômica da área está relacionada a ambientes úmidos ou refúgios, que são ilhas de umidade, em torno da vegetação estacional decídua da Caatinga.

addition, there is a land ownership disparity, generating environmental conflicts for the right of access to a sacred area. However, being a category of UC with more restricted use, remains in an excellent state of conservation of its biodiversity, mainly because is a territory of ancestry and spirituality of the indigenous peoples who live there. This fact provides indirect territorial protection, of a different via from the National Environmental Policy, through ecological-cultural inter-relationships.

The Rebio still presents vulnerability in the territorial and environmental recognition regarding the socioenvironmental conflicts, caused by antagonistic conceptions of territorial appropriation between Indigenous Land and Biological Reserve. The Mapping and the Spectro-temporal Analysis of this Conservation Unit will subsidize the research, the delineation and the scientific knowledge about the real situation of biodiversity conservation. It also seeks to provide the necessary conditions to contribute to the solution of environmental conflicts, especially those directly involved with the interests

of indigenous peoples, consolidating these areas of environmental conservation as a basis for sustainable development of the region, especially for local people who live and dependent on forest resources from these areas.

In the environmental mapping made from satellite images from 2002 and 2016, the survey found that, although there was a strong environmental degradation (due mainly to the reduction of vegetation physiognomies in the northern portion of Rebio), there was, in general, a greater recovery of environmental degradation. The red areas of the thematic map of changes in soil cover (**figure 22**) match, in most of the territory, with the areas inhabited by indigenous peoples already mentioned in this chapter. Hence, the difficulties reported by the natives in carrying out their rituals, such as the “Ouricuri,” since it needs well-preserved areas of forest for its fulfillment according to its ancestral traditions, also already mentioned.

It is recommended, therefore, not only better assistance to indigenous peoples, but also, the adoption of environmental recovery practices in these areas, as well as, enforcement to combat deforestation (it should be remembered that the biological reserve is an altitude marsh, therefore contains species from the Atlantic rainforest flora of high commercial value).

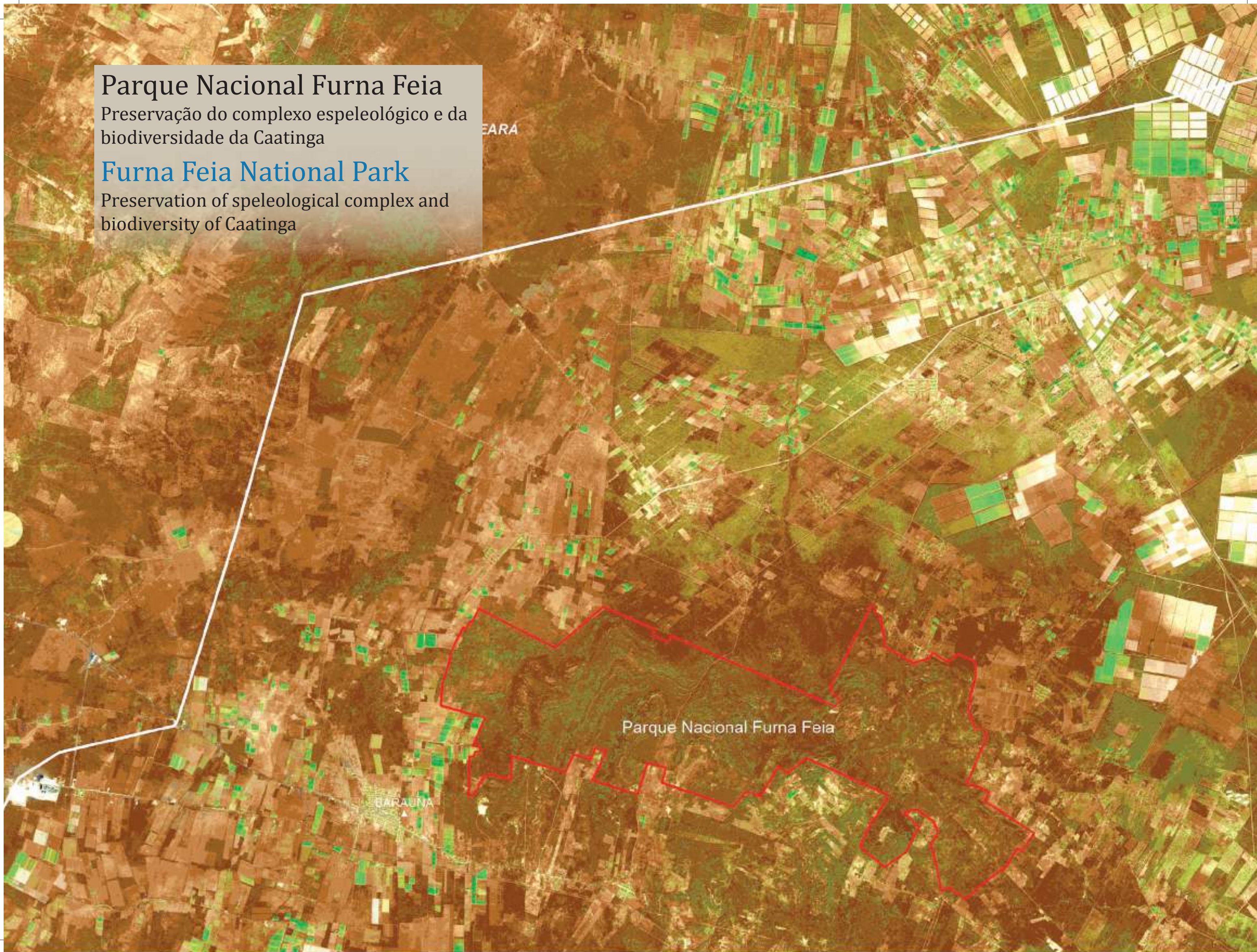
Despite being one of the the smallest Strict Protection Conservation Units, the area presents ecosystemic peculiarities that are worth mentioning. As an example, the floristic diversity of Subperennifolia Forest or Submontane Atlantic Rainforest, that has a floristic similarity with the arboreal stratum with cosmopolitan species and disjoint to the Atlantic and Amazon rainforest domain. However, the florist and the phytophysiological composition are related to humid environments or refuges, which are islands of humidity around the seasonal deciduous vegetation of the Caatinga.

Parque Nacional Furna Feia

Preservação do complexo espeleológico e da biodiversidade da Caatinga

Furna Feia National Park

Preservation of speleological complex and biodiversity of Caatinga





RIO GRANDE DO NORTE

GRANDEZINHA

Parque Nacional Fumaça

Carta-imagem multiespectral em pseudocolor, satélite LandSAT 8, sensor OLI, bandas espectrais RGB 654, fusionadas com a banda 8 (pancromática) para obtenção de resolução espacial de 15m, com realce de contraste linear; ponto/órbita 216/63, data de aquisição da imagem 03/08/2016. Sistema de Referência WGS 84; coordenadas geográficas. Elaborada no CIEG/Dipes/Fundaj em dezembro de 2017.

O Parque Nacional Furna Feia (RN) é uma importante Unidade de Conservação (UC) do bioma Caatinga, administrada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Sua criação confere a proteção integral do ecossistema da Caatinga, bem como aos afloramentos rochosos de calcários e de grutas e cavernas.

Conforme registra o Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas – CECAV, o Rio Grande do Norte possui 563 cavidades registradas, sendo estas 469 cavernas, 54 abrigos, 36 abismos e 4 dolinas. Com esta riqueza de cavidades, o estado é o segundo com maior número de cavidades conhecidas no Nordeste, posicionando-se atrás da Bahia, e sendo o sétimo no Brasil. Destas, 514 cavernas ocorrem no Parna Furna Feia, na Bacia Sedimentar de Calcário, na Formação Jandaíra.

A área do Parna guarda em seu interior, a história dos eventos geológicos da bacia Potiguar e do homem pré-histórico. O Parna Nacional Furna Feia é conhecido como, a área que mais abriga cavernas do Brasil, ou seja, o local que possui maior quantidade (VELLOSO, 2002; SCHENNI, 2004; CRUZ, 2010; LIMA, 2011; MOURA-LIMA, et al, 2011; BENTO, et al, 2013; DIAS, 2013).



*Vista panorâmica do Parna Furna Feia.
Foto: Isis Rodrigues, 2015.*



Parte da área da UC pertencia à antiga fazenda Maísa - grande produtora de frutas do Rio Grande do Norte. O Parna Furna Feia pertence aos municípios de Baraúnas e Mossoró, localizados no noroeste do Rio Grande do Norte. Sua posição geográfica compreende: 5°3'30"S; 37°30'39"W (BENTO et al, 2013; DIAS, 2013).

O Parna foi criado pelo Decreto Lei S/N, de 5 de junho de 2012, esta criação teve o intuito de resguardar a preservação de uma importante reserva da flora da Caatinga nordestina, como associada ao Complexo Espeleológico Potiguar. O Parque Nacional Furna Feia abrange uma área que compreende a 8.517,63 hectares de reserva

*Panoramic view of Furna Feia Parna.
Photo: Isis Rodrigues, 2015.*



Feições dos afloramentos rochosos de calcários e de grutas e cavernas, localizadas no Parna de Furnas Feia. Fotos: Isis Rodrigues, 2015.

*Aspects of the limestone rocky outcrops, and grottoes, and caverns, Furna Feia Parna.
Photos: Isis Rodrigues, 2015.*

The Furna Feia National Park (Rio Grande do Norte State) is an important conservation unit – CU of Caatinga biome, administered by the Chico Mendes Institute for Biodiversity (ICMBio). Its creation confers the integral protection of the Caatinga ecosystem, as well as the rocky outcrops of limestone, grottoes, and caves.

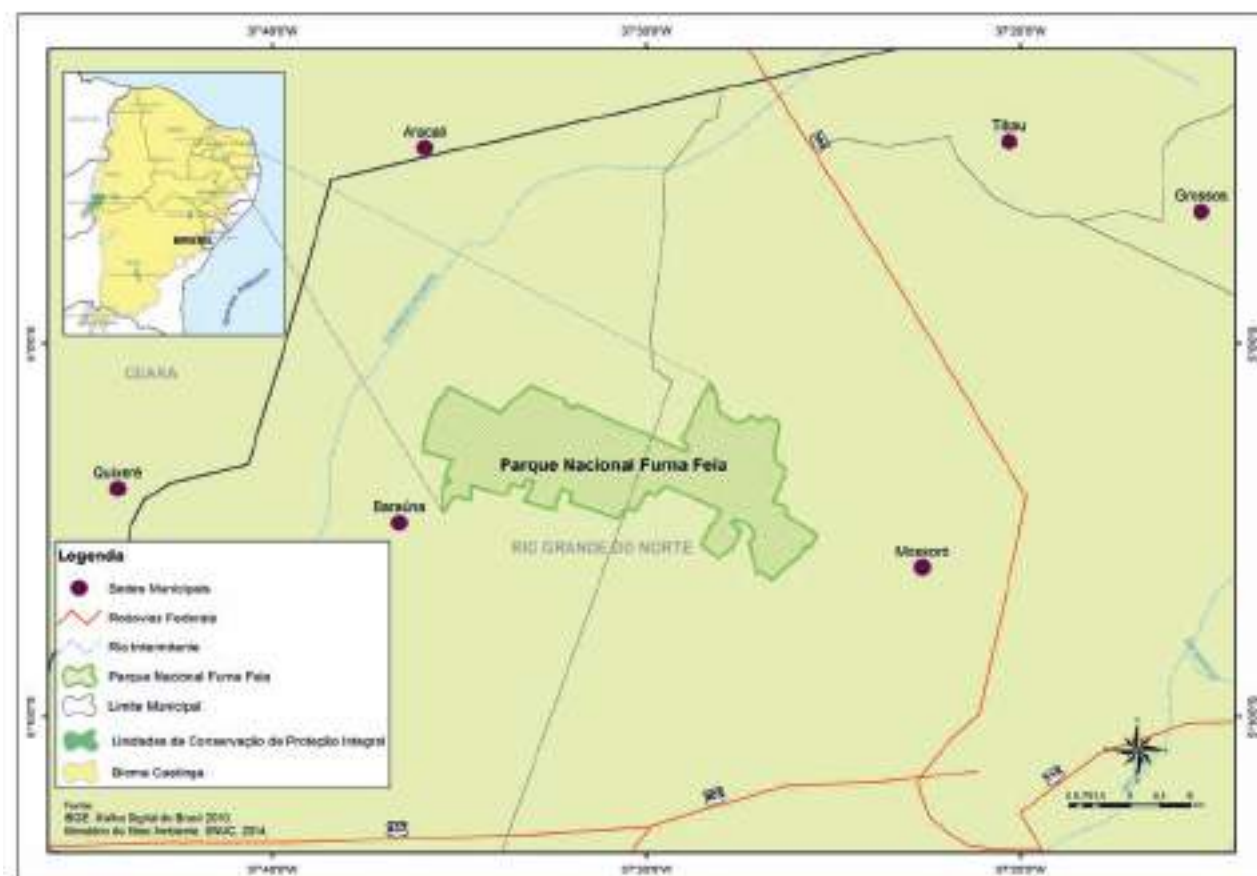
According to the National Center for Research and Conservation of Caves (CECAV), Rio Grande do Norte State has 563 cavities registered, 469 of which are caves, 54 shelters, 36 abysses, and 4 dolines. With this great number of cavities, the State is the second with the largest number of known cavities in the Northeast, ranking behind Bahia, and the seventh in Brazil. Of these, 514 caverns occur in Furna Feia Parna, the Sedimentary Basin of Limestone in Jandaíra Formation.

The area of the Parna keeps in its interior, the history of geological events of the Potiguar Basin and the prehistoric man. The Furna Feia National Park is known as the area that houses more caves in Brazil, namely, the place that has the greatest amount (**figures 2 A and B**) (VELLOSO, 2002; SCHENNI, 2004; CRUZ, 2010; LIMA, 2011; MOURA-LIMA, et al, 2011; BENTO, et al, 2013; DIAS, 2013).

Part of the CU belonged to an old farm named “Maísa” - Rio Grande do Norte major producer of fruits. The Furna Feia Parna belongs to the municipalities of Baraúnas and Mossoró municipalities, located in the northwest of Rio Grande do Norte. Its geographical position comprises 5°3'30"S; 37°30'39"W (BENTO et al, 2013; DIAS, 2013).

The Parna was created by a Decree-Law dated June 5, 2012, and was intended to safeguard the preservation of an important reserve of the northeastern Caatinga flora, as associated with the Speleological Potiguar Complex. The Furna Feia National Park covers an area comprising 8,517.63 hectares of the Caatinga biome reserve, showing species adapted to the climatic seasonality, being characterized by a hyperoxerophilic and hypoxerophilic Caatinga, in the foothills of some elevations and in the banks of streams and lagoons of the Parna (FERNANDES, 2007; MATOS, et al, 2010; MOURA-LIMA, et al, 2011; LIMA, 2011; BENTO, et al, 2013; DIAS, 2013).

The Parna has a sedimentary geological base, which comprises the area under the influence of the depositional Potiguar Basin (PB), with 48 thousand km², in the case, the area of the calcareous sedimentary basin. This basin obtained its Tectonic Evolution in the Mesozoic. The accumulation of sediments of the Potiguar Basin, composed of siliciclastic and carbonate, comprises the period of the opening of the South Atlantic Ocean. This period is divided into three phases of tectonic evolution: the first one is related to the *rift* phase, in which the Formations of “Pendência” and “Pescada” are settled; the transition phase, established by Alagamar Formation; the second, results of fluvio-marine transgressed sequences, presented by the Formations of Açú, Ponta do Mel, Quebradas, and Jandaíra, and the regressive phase, by the Formations of Ubarana, Guamaré, Tibau and Barreiras, characterized by the continental drift or *Drifte* (MOURA-LIMA, et al, 2011; LIMA, 2011; DIAS, 2013).



Mapa de Localização do Parna Furna Feia.

Location map of the Furna Feia Parna.

do bioma Caatinga, apresentando espécies adaptadas a estacionalidade climática, sendo caracterizado por uma Caatinga hiperxerófila e hipoxerófila, nos sopés de algumas elevações e nas margens de córregos e lagoas do Parna (FERNANDES, 2007; MATOS, et al, 2010; MOURA-LIMA, et al, 2011; LIMA, 2011; BENTO, et al, 2013; DIAS, 2013).

O Parna possui como base geológica sedimentar, que compreende a área sob influência deposicional da Bacia Potiguar (BP), com 48 mil km², se tratando da área emersa da bacia sedimentar de Calcário. Esta bacia obteve sua Evolução Tectônica no Mesozóica. A acumulação de sedimentos da Bacia Potiguar, que é composta por siliciclásticas e carbonáticas, compreende o período da abertura do Oceano Atlântico Sul. Esse período foi dividido em três fases de evolução tectônica: a primeira relaciona-se à fase *rifte*, na qual estão assentadas as formações Pendência e Pescada; a fase de transição, instituída pela Formação Alagamar; a segunda, resulta da sequências flúvio-marinhas transgressiva, que é apresentada pela formações Açú, Ponta do Mel, Quebradas

e Jandaíra e a fase regressiva, pela formações Ubarana, Guamaré, Tibau e Barreiras, sendo todas, caracterizadas pela deriva continental, ou *Drifte* (MOURA-LIMA, et al, 2011; LIMA, 2011; DIAS, 2013).

A Bacia Potiguar está localizada e margeia a borda norte da Plataforma Sul-americana, de origem Cretácea, a 80 milhões de anos. Como exemplo, registra-se a Formação Barreiras, do Terciário, que é o importante núcleo sedimentar da borda oceânica atlântica do Nordeste brasileiro. A bacia a que referimos, representa um conjunto de grábens assimétricos, onde os terrenos Pré-cambrianos do Planalto da Borborema os separam entre si, o qual caracteriza-se como um Rife Intracontinental (MENEZES, 1996; CRUZ, 2010; MATOS, et al, 2010; MOURA-LIMA, et al, 2011; LIMA, 2011; DIAS, 2013, SANTOS, et al, 2014).

A base do terreno do Parna compreende os litotipos sedimentares, sendo assim, calcários, arenitos, calcilutitos bioclásticos, evaporitos, conglomerados, argilitos, estes que variam das cores cinzas claro, amarelas,

The Potiguar Basin borders the north edge of the South American Platform of Cretaceous origin, 80 million years old. As an example, registers the formation of the Tertiary Barriers, which is the sedimentary core of the Atlantic Ocean border of northeast Brazil. This basin represents a set of asymmetrical grabens, where the pre-Cambrian terrains of the Borborema Plateau separate them from each other, which is characterized as an Intracontinental Rift (MENEZES, 1996; CRUZ, 2010; MATOS, et al, 2010; MOURA-LIMA, et al, 2011; LIMA, 2011; DIAS, 2013, SANTOS, et al, 2014).

The base of the Parna terrain comprises the sedimentary lithotypes, as, limestones, sandstones, bioclastic calcilutites, evaporites, conglomerates, and argillites, varying from light gray, yellow, reddish, with rock inscriptions. This sediment base comprises three groups: "Areia Branca," "Apodi" and "Agulha" (MENEZES, 1996; CRUZ, 2010; MOURA-LIMA, et al, 2011; MATOS et al., 2010; LIMA, 2011; DIAS, 2013, SANTOS, et al, 2014).

The geological records in the Furna Feia Parna confirm that this conservation unit was in the past a large area of alluvial deposition - a type of shallow marine deposition and Tidal Channels, with representativeness for

a transgressed sea-flow sequence area and as examples, Jandaíra Formation, Cretaceous Potiguar Basin, and Barreiras Formation, all of Tertiary origin.

The Apodi Group is the most important for the Potiguar Basin, and to Furna Feia Parna, composed by the Açú, Ponta do Mel, Jandaíra, and Ubarana Formations. This way, it should be noted that in the Jandaíra Formation is found almost 90% of speleological formations (figures 8 A and B) of Rio Grande do Norte, consequently, the Furna Feia Parna. Shown by the content of carbonate rocks and the number of fossils found (MENEZES, 1996; CRUZ, 2010; MATOS, et al, 2010; MOURA-LIMA, et al, 2011; LIMA, 2011; DIAS, 2013, SANTOS, et al, 2014)

The Furna Feia National Park presents a typical Tropical Warm and Dry climate, northeastern semi-arid type, classified as BSw in Köppen climatic classification. The characteristics of this climate type are high temperatures and low humidity, which drags on for a long period of the year, stopped when the sporadic and sparse rainfalls get back to the region. The average annual rainfall is 695,8 mm, the rainy season occurs in summer and fall, between February and April. The average annual temperature in the region is 27,4 C° with a slight increase



Feições da base geológica sedimentar de Calcário, dos depósitos da Bacia Potiguar (BP), com 48 mil km², localizadas no Parna de Furnas Feia. Fotos: Isis Rodrigues, 2015.

Aspects of the geological sedimentary limestone base, the deposits of the Potiguar Basin (PB), with 48,000 km², Furna Feia Parna. Photos: Isis Rodrigues, 2015.





Feições dos litotipos sedimentares, sendo estes, calcários, arenitos, calcilutitos bioclásticos, evaporitos, conglomerados, argilitos, estes que variam das cores **A**: cinza claros, **B**: amarelas, localizadas no Parna de Furnas Feia. Fotos: Isis Rodrigues, 2015.

Aspects of sedimentary lithotypes, such as limestone, sandstones, bioclastic calcilutites, evaporates, conglomerates, and argillites, varying from **A**: light gray, **B**: yellow, Furna Feia Parna. Photos: Isis Rodrigues, 2015.

avermelhadas, contendo inscrições rupestres. Esta base sedimentar compreende três grupos: Areia Branca, Apodi e Agulha (MENEZES, 1996; CRUZ, 2010; MOURA-LIMA, et al, 2011; MATOS et al, 2010; LIMA, 2011; DIAS, 2013, SANTOS, et al, 2014).

Os registros geológicos no Parna Furna Feia confirmam que esta unidade de conservação foi, no passado, uma grande área de deposição aluvionar – um tipo de deposição marinha rasa e Canais de Maré, com representatividade para uma área de sequência flúvio-marinha transgressiva. Ressalta-se, como exemplo, a Formação Jandaíra, da Bacia Potiguar Cretácea, e da Formação Barreiras, de origem Terciária.

O Grupo Apodi enquadra-se como o mais importante para a bacia Potiguar e para o Parna Furna Feia, do qual é composto pelas formações Açú, Ponta do Mel, Jandaíra e Ubarana. Deste modo, ressalta-se que na formação Jandaíra encontra-se quase 90% das formações espeológicas do Rio Grande do Norte, consequentemente, a do Parna Nacional Furna Feia. Denota-se pelo conteúdo de rochas carbonáticas e pelo número de fósseis encontrados (MENEZES, 1996; CRUZ, 2010; MATOS, et al, 2010; MOURA-LIMA, et al, 2011; LIMA, 2011; DIAS, 2013, SANTOS, et al, 2014).

O Parna Nacional Furna Feia apresenta clima típico Tropical Quente e Seco, do tipo semiárido nordestino, com classificação climática de Köopen, do tipo BSw. As



características deste tipo climático são as altas temperaturas e baixa umidade, que se arrasta por um longo período do ano, interrompida quando as chuvas esporádicas e esparsas voltam a cair na região. A média pluviométrica anual é de 695,8 mm, onde o período chuvoso ocorre no verão e outono, entre os meses de fevereiro e abril. A média anual da temperatura na região é de 27,4 C° com ligeiro aumento da umidade relativa do ar, devido aos efeitos da maritimidade, (MENEZES, 1996; SAMPAIO e RODAL, 2000, JATOBÁ e LINS, 2008; CRUZ, 2010; MOURA-LIMA, et al, 2011; DIAS, 2013, SANTOS, et al, 2014).

O Parna localiza-se em áreas que apresentam uma morfologia de terrenos baixos, que estão situados em áreas interplanálticas, ou seja, entre a borda do Planalto da Borborema e da Chapada do Apodí. A Chapada do Apodí compreende um relevo suavemente plano a ondulado, em que é recortada pelas bacias dos rios Apodi-Mossoró e Piranhas-Açú (CRUZ, 2010; MOURA-LIMA, et al, 2011; DIAS, 2013; SANTOS et al, 2014).

As condições pedológicas do Parna compreendem solos dos tipos Latossolos Vermelho-Amarelo, Argissolos Vermelho-Amarelo, Neossolos Litólicos, Chernossolos, Neossolos Flúvicos, Neossolos Quartzarênicos e Cambissolos. No tocante aos solos, estes são de horizontes profundos a rasos, com boa fertilidade. A granulometria apresentam textura argilosa e argilo-arenosa, apresentando

in the relative humidity due to the effects of the maritime dimension (MENEZES, 1996; SAMPAIO e RODAL, 2000, JATOBÁ e LINS, 2008; CRUZ, 2010; MOURA-LIMA, et al, 2011; DIAS, 2013, SANTOS, et al, 2014).

The Parna is located in areas that present low land morphology, in Interplanar areas, i.e., between the edges of Borborema and Apodi Plateaus. The Apodi Plateau comprises a smoothly flat to corrugated relief, indented by the basins of Apodi-Mossoró and Piranha-Açú Rivers (CRUZ, 2010; MOURA-LIMA, et al., 2011; DIAS, 2013; SANTOS et al., 2014).

The Parna pedological conditions include Red-Yellow Latosols, Red-Yellow Argisols, Litolic Neosols, Chernossols, Fluvic Neosols, Quartzarenic Neosols and Cambisols. Regarding the soils, there are from deep to shallow horizons, with good fertility. The granulometry presents clay to sandy clay texture, showing considerable permeability and porosity (EMBRAPA, 2006; CRUZ, 2010; LIMA, 2011; DIAS, 2013).



A

Feições dos litotipos sedimentares, da formação Jandaíra, que encontra-se quase 90% das formações espeológicas **A**: de Cavernas e **B**: Grutas, localizadas no Parna de Furnas Feia. Fotos: Isis Rodrigues, 2015.

Aspects of sedimentary rock lithotypes, Jandaíra Formation, speleological formations **A**: Caverns and **B**: Grottoes, Furna Feia Parna. Photos: Isis Rodrigues, 2015.



Located in the central portion of the Northeast is the Semi-arid, which is occupied by the Caatinga biome. This vegetation presents arboreal-shrub and shrub phytoecological characteristics with sparse trees and with the presence of annual herbs that are cyclic and zonal. Based on studies of Daniel (s.d.), these are “natural areas of Savannah and fields,” namely the “Domínio das Caatingas” (Caatinga domains).

This biome presents distinct ecosystems, such as the tree communities of Riparian Forests, those of the “Brejos de Altitude,” the “Veredas,” and the floodplains of the São Francisco River, in the Peruaçu River sub-basin, where are the Deciduous Seasonal Forests or Dry Forests. However, the vegetation of Caatinga *sensu stricto*, with a deciduous and thorny flora, consist of a semi-open shrub community with the development of herbaceous species, especially on gently rolling relief areas, under the influence of the Tropical Warm and Dry climate.

Based on the geoenvironmental dynamics of this semi-arid region, the atmospheric elements, together with the edaphic ones, deriving from a Granitoid Complex and Sedimentary, determines in the adaptation in different types of Caatinga. The ecosystems that are associated with the Caatinga biome provide a potential for formation of phytomass, density, and diversity, associated with ecological characters. However, according to Vasconcelos-Sobrinho (1971), this is the result of vegetation species that evolved according to numerous periods of seasonal indexes and climate change. The flora of the Caatinga is close to the tolerable limits,



Feições da morfologia, que compõem áreas de terrenos baixos, que estão situados em áreas interplanálticas, ou seja, entre a borda do Planalto da Borborema e da Chapada do Apodí, localizadas no Parna de Furnas Feia. Fotos: Isis Rodrigues, 2015.

considerável permeabilidade e porosidade (EMBRAPA, 2006; CRUZ, 2010; LIMA, 2011; DIAS, 2013).

Localizado na porção central da região Nordeste, encontra-se o Semiárido, que é ocupado pelo bioma de Caatinga. Esta vegetação apresenta características fitoecológicas arbóreo-arbustiva e arbustiva com árvores esparsas e com presença de ervas anuais que são cíclicas e zonais. Com base nos estudos de Andrade Lima (s.d.), estas são “áreas naturais de savana e campos”, que foram denominadas por “Domínio das Caatingas”.

Este bioma Caatinga apresenta ecossistemas distintos, como as comunidades arbóreas de Matas ciliares, as dos Brejos de Altitude, das Veredas das planícies de inundação do rio São Francisco, na sub bacia do rio Peruaçu, onde encontra-se as Florestas Estacionais Deciduais, ou Matas Secas. Entretanto, a vegetação de Caatinga *sensu stricto*, a qual registra uma flora decídua e espinhosa, consistem em uma comunidade arbustiva semiaberta, com desenvolvimento de espécies herbáceas, principalmente sobre uma área de relevo suavemente ondulado, sob a influência do Clima tropical quente e Seco.

Com base na dinâmica geoambiental desta região semiárida, os elementos atmosféricos, juntos com os edáficos, oriundos de uma geologia seja do Complexo Granitóide e Sedimentar, determina na adaptação em diferentes tipos de Caatinga. Estes ecossistemas que estão associados ao bioma Caatinga proporcionam potencialidades para

Aspects of morphology, comprising lowland areas, situated in Interplanar areas, between the edge of the Borborema and Apodi Plateau, Furna Feia Parna. Photos: Isis Rodrigues, 2015.



a constituição de fitomassa, adensamento e diversidade, associados aos caracteres ecológicos. Contudo, segundo Vasconcelos Sobrinho (1971), esta vegetação resulta de espécies que evoluíram conforme inúmeros períodos de índices estacionais e mudanças climáticas. A flora da Caatinga situa-se próxima dos limites suportáveis, adaptada ao estresse por déficit hidroclimático (VELLOSO et al, 2002, TROVÃO et al, 2007; SOUZA et al, 2015).

Como Floresta Seca, a Caatinga apresenta propriedades no seu mosaico vegetacional que a torna particular e a distingue dentre os outros biomas. A riqueza florística possibilita a sustentação de diversas atividades econômicas, as quais mantém o homem no campo. No entanto, o manejo de algumas atividades agrícolas induz à degradação da vegetação e, em consequência, ao solo e à rede de drenagem (PAUPITZ, 2010). Neste aspecto, convém ressaltar que a área do Parna Furna Feia antes de ser reserva era uma área agrícola.

Contudo, o processo de regeneração de espécies em áreas sedimentares de Calcário, por apresentar maior índice hídrico subterrâneo, propicia à flora local um rápido desenvolvimento. Entretanto, o entorno da área do Parna permanece com produção de fruticultura para exportação Segundo Lima e Barbosa (2014), o amplo processo de degradação ambiental poderá agravar a regeneração da Caatinga, induzida pelo uso intensivo e insustentável de seus recursos naturais. Assim, tal situação poderá propiciar

adapted to the stress due to the hydroclimatic deficit (VELLOSO et al., 2002, TROVÃO et al., 2007; SOUZA et al., 2015).

As a dry forest, the Caatinga shows properties in the vegetation mosaic that makes particular and distinguishes it from the other biomes. The floristic richness enables the support of various economic activities, which keeps the man in the field. However, some agricultural activities induce the degradation of vegetation and, in consequence, to the soil and drainage network (PAUPITZ, 2010). In this regard, it should be emphasized that the area of Furna Feia Parna before being a reserve was an agricultural area.

However, the species regeneration process in sedimentary Limestone areas, due to its higher underground water content, gives the local flora a rapid development. Nevertheless, the surroundings of the Parna remains with fruit production for export according to Lima and Barbosa (2014), the broad process of environmental degradation can exacerbate the Caatinga regeneration, induced by intensive and unsustainable use of their natural resources. Thus, such a situation



Feições pedológicas do Parna compreende principalmente os solos dos tipos, Neossolos Litólicos, localizadas no Parna de Furnas Feia. Fotos: Isis Rodrigues, 2015.

Pedological Aspects of the Parna comprises mainly Litholic Neossols. Photos: Isis Rodrigues, 2015.

can provide serious and irreversible damage to biodiversity, resulting in the collapse of your contribution, or gene flow, and may favor the existence of areas in the process of desertification (Souza et al., 2015).

Analyzing the floristic composition of the Parna arboreal-shrub stratum, one can note that the phytophysiognomy structure of the Caatinga has different land-use historical. Therefore, even though the area goes through a long period of drought, it was registered a floristic diversity of sparse shrubs and trees or extremely short species. According to Cruz et al. (2010); Maia-Silva (2013); Dias (2013); Fagundes (2016); and Teixeira (2016), a diversified arboreal flora was found, and following stand out: Anacardiaceae - *Myracrodruon urundeuva* Allemão, *Spondias tuberosa* Arruda, Apocynaceae - *Aspidosperma pyrifolium* Mart., Burseraceae - *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B. Gillett, Celastraceae - *Maytenus rigida* Mart., Fabaceae - *Erythrina velutina* Willd., *Cenostigma bracteosum* (Tul.) Gagnon & G.P. Lewis, Malvaceae - *Pseudobombax marginatum* (A. St.-Hil., Juss. & Cambess.) A. Robyns, Rhamnaceae - *Ziziphus joazeiro* Mart.

However, over time, the Caatinga vegetation in the CU has been tossed to other forms of land use, from subsistence farming to agribusiness. Thus, it was adopted a diversification of agriculture, resulting in exhaustion of the soil and lower regeneration index of the surrounding vegetation (NDAGIJIMANA et al., 2015). Because of the intensity of these economic activities, the Caatinga biome is mischaracterized. The economic activities that further pressure exerts on the Caatinga are mining and agropastoral activities.

Based on this concept, Pareyn et al. (2015) point out that the vegetation cover in the Caatinga biome experienced several pressures, varying in intensity due to its location, composition, and size of the remnants. Given this, Kumazaki (1992) proposes that, due to the anthropic pressure on the forest remnants of the Caatinga, the smaller the forested area, the higher the impacts on them, turning in many cases, its conservation irreversible. It results from this desertification process. Thus, in semi-arid regions, when the native vegetation

sérios e irreversíveis danos à biodiversidade, tendo como resultado o colapso da sua contribuição, ou fluxo genético, podendo favorecer a existência de áreas em processo de desertificação (Souza et al., 2015).

Analisando a composição florística do estrato arbustivo-arbóreo da vegetação do PARNA nota-se que a estrutura fitofisionômica da Caatinga possui diferentes históricos de uso. Contudo, apesar da área passar por um longo período de estiagem, registrou-se a uma diversidade florística de arbustos e árvores esparsas, ou de espécies extremamente baixa. Segundo os estudos de Cruz et al. (2010); Maia-Silva (2013); Dias (2013); Fagundes (2016); Teixeira (2016), foi identificada uma flora diversificada arbórea, onde se destacam: Anacardiaceae - *Myracrodruon urundeuva* Allemão, *Spondias tuberosa* Arruda, Apocynaceae - *Aspidosperma pyrifolium* Mart., Burseraceae - *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B. Gillett, Celastraceae - *Maytenus rigida* Mart., Fabaceae - *Erythrina velutina* Willd., *Cenostigma bracteosum* (Tul.) Gagnoh & G.P. Lewis, Malvaceae - *Pseudobombax marginatum* (A. St.-Hil., Juss. & Cambess.) A. Robyns, Rhamnaceae - *Ziziphus joazeiro* Mart.

Entretanto, ao longo do tempo, a vegetação de Caatinga na área da UC foi revolvida para outras formas de uso da terra, passando de agricultura de subsistência para o agronegócio. Assim, foi sendo adotada a diversificação da agricultura, com a consequente exaustão do solo e o menor índice de regeneração da vegetação do entorno (NDAGIJIMANA et al 2015). Devido a intensidade dessas atividades econômicas, o bioma Caatinga se encontra descaracterizado. As atividades econômicas que maior pressão exerce sobre a Caatinga são a mineração e as atividades agropastoris.

Com base neste conceito, Pareyn et al. (2015) ressaltam que a cobertura vegetal existente no bioma Caatinga passou por diversas pressões, variando de intensidade em função de sua localização, composição e tamanho dos remanescentes. Diante disto, Kumazaki (1992) propõe que, em decorrência da pressão antrópica sobre remanescentes florestais da Caatinga, quão menor seja a área florestada maiores serão os impactos sobre os mesmos, tornando-se, em muitos



Feições da área do Parna Furna Feia, em processo de regeneração de espécies da Caatinga, em base geológica sedimentar de Calcário. Fotos: Isis Rodrigues, 2015.

The regeneration process of Caatinga species in a calcareous sedimentary geological base, Furna Feia Parna. Photos: Isis Rodrigues, 2015.



casos, irreversível sua conservação. Resulta desse processo a desertificação. Destarte, nas regiões semiáridas, quando os índices de vegetação nativa diminuem e a degradação aumenta, implicarão no grau de regeneração do componente arbóreo, proporcionando a expansão de arbustivas pioneiras sucessionais (SAMPAIO e RODAL, 2000, RODAL et al, 2008; VELOSO et al, 2002).

Tomando como base o processo de regeneração da vegetação Caatinga no Parna de Furna Feia foi registrado pela pesquisa que a fitofisionomia arbustiva-herbácea é dominante na área, apresentando uma riqueza florística de Bromeliaceae - *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. f., *Bromelia laciniosa* Mart. ex Schult.f., Convolvulaceae - *Ipomoea asarifolia* (Desr.) Roem. & Schult., *Jacquemontia* sp., Cactaceae - *Cereus jamacaru* DC., *Tacinga inamoena* (K.Schum.) N.P.Taylor & Stuppy, Euphorbiaceae - *Croton sonderianus* Müll. Arg., *Jatropha molissima* (Pohl) Baill., *Jatropha mutabilis* (Pohl) Baill., Fabaceae - *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir., Malvaceae - *Sida galheirensis* Ulbr.

indexes decrease and degradation increases, will involve the regeneration degree of the arboreal component, providing the expansion of successional pioneer shrub (SAMPAIO and RODAL, 2000, RODAL et al, 2008; VELOSO et al, 2002).

Taking as a base the regeneration process of the Caatinga vegetation in the Furna Feia Parna, the research showed that the shrub-herbaceous phytophysiognomy is dominant in the area, presenting a floristic richness of Bromeliaceae - *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. f., *Bromelia laciniosa* Mart. ex Schult. f., Convolvulaceae - *Ipomoea asarifolia* (Desr.) Roem. & Schult., *Jacquemontia* sp., Cactaceae - *Cereus jamacaru* DC., *Tacinga inamoena* (K. Schum.) N.P. Taylor & Stuppy, Euphorbiaceae - *Croton sonderianus* Müll. Arg., *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill., *Jatropha mutabilis* (Pohl) Baill., Fabaceae - *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir., Malvaceae - *Sida galheirensis* Ulbr.



Feições do entorno da área do Parna Furna Feia que permanecem com produção de fruticultura para exportação, localizadas no Parna de Furna Feia. Fotos: Isis Rodrigues, 2015.

Fruit production for exportation in the surrounding area of the Furna Feia Parna. Photos: Isis Rodrigues, 2015.





A



B



C



D



E



F



G



H

Feições da diversidade de arbóreas, **A:** Anacardiaceae - *Myracrodruon urundeuva* Allemão, **B:** *Spondias tuberosa* Arruda, **C:** Apocynaceae - *Aspidosperma pyrifolium* Mart., **D:** Burseraceae - *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B. Gillett, **E:** Celastraceae - *Maytenus rigida* Mart., **F:** Fabaceae - *Erythrina velutina* Willd., **G:** *Cenostigma bracteosum* (Tul.) L.P. Queiroz, **H:** Malvaceae - *Pseudobombax marginatum* (A. St.-Hil., Juss. & Cambess.) A. Robyns. Fotos: Moura e Freire, 2015.

Aspects of the shrubby-arboreal diversity, **A:** Anacardiaceae - *Myracrodruon urundeuva* Allemão, **B:** *Spondias tuberosa* Arruda, **C:** Apocynaceae - *Aspidosperma pyrifolium* Mart., **D:** Burseraceae - *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B. Gillett, **E:** Celastraceae - *Maytenus rigida* Mart., **F:** Fabaceae - *Erythrina velutina* Willd., **G:** *Cenostigma bracteosum* (Tul.) Gagnon & G.P. Lewis, **H:** Malvaceae - *Pseudobombax marginatum* (A. St.-Hil., Juss. and Cambess.) A. Robyns. Photos: Moura and Freire, 2015.



A



B



C



D



E



F



G



H

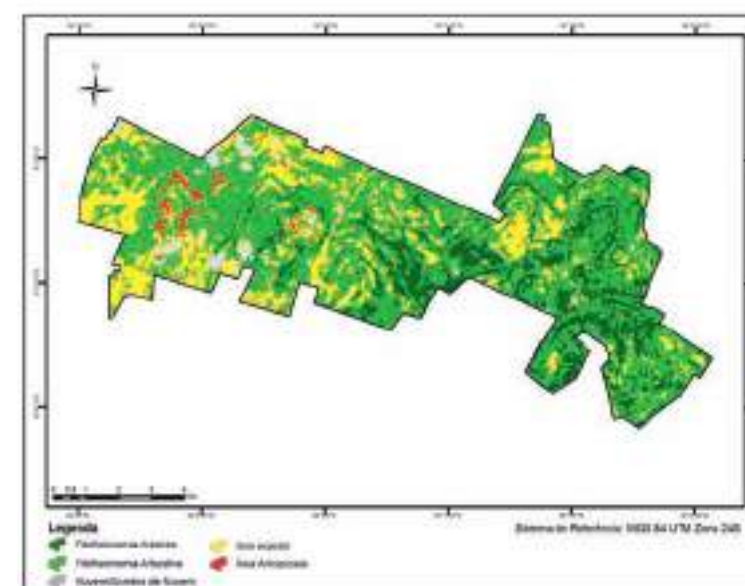


I



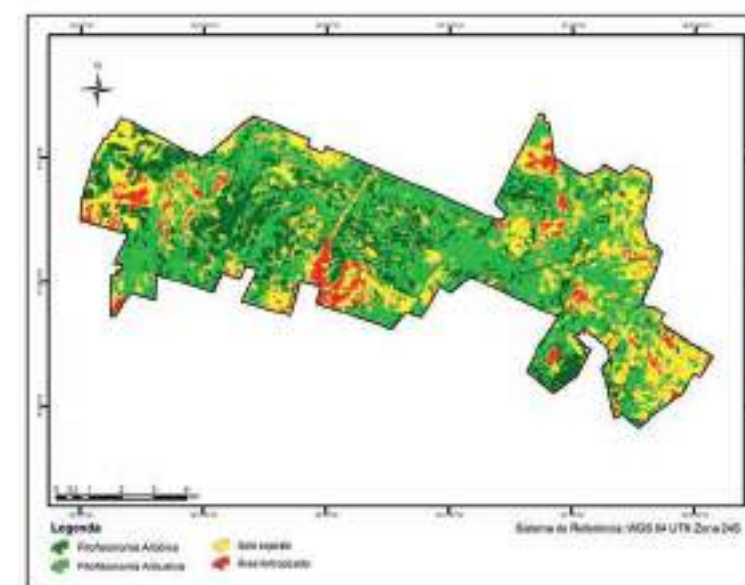
Feições da riqueza florística: **A:** com fitofisionomia arbustiva-herbácea, que é dominante na área, **B:** Bromeliaceae - *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. f., **C:** Bromelia laciniosa Mart. ex Schult. f., **D:** Convolvulaceae - *Ipomoea asarifolia* (Desr.) Roem. & Schult., **E:** Jacquemontia sp., **F:** Cactaceae - *Cereus jamacaru* DC., **G:** Tacinga inamoena (K.Schum.) N.P.Taylor e Stuppy, **H:** Euphorbiaceae - *Croton sonderianus* Müll. Arg., **I:** *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill., **J:** *Jatropha mutabilis* (Pohl) Baill., **K:** Fabaceae - *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir., **L:** Malvaceae - *Sida galheirensis* Ulbr., localizadas no Parna de Furnas Feia. Fotos: Moura, 2015.

Some species of the flora of the Furna Feia National Park: **A:** the dominant shrub-herbaceous vegetation, **B:** Bromeliaceae - *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. f., **C:** Bromelia laciniosa Mart. ex Schult. f., **D:** Convolvulaceae - *Ipomoea asarifolia* (Desr.) Roem. & Schult., **E:** Jacquemontia sp., **F:** Cactaceae - *Cereus jamacaru* DC., **G:** Tacinga inamoena (K. Schum.) N.P. Taylor & Stuppy, **H:** Euphorbiaceae - *Croton sonderianus* Müll. Arg., **I:** *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill., **J:** *Jatropha mutabilis* (Pohl) Baill., **K:** Fabaceae - *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir., **L:** Malvaceae - *Sida galheirensis* Ulbr. Photos: Moura, 2015.



Mapa Temático de Uso e Ocupação do Parna Furna Feia, elaborado a partir de imagem Landsat 7 ETM+ de 31/08/2000.

Thematic Map of Use and Occupation of Parna Furna Feia, elaborated from Landsat 7 ETM + on 08/31/2000.



Mapa Temático de Uso e Ocupação do Parna Furna Feia, elaborado a partir de imagem Landsat 8 OLI de 03/08/2016.

Thematic Map of Use and Occupation of Furna Feia Parna, elaborated from image Landsat 8 OLI + 10/15/2006.

Para o mapeamento temático temporal do Parna Furna Feia as imagens do satélite Landsat 7 ETM+ foram utilizadas para o mapeamento temático de 2000, enquanto que as imagens do satélite Landsat 8 OLI foram utilizadas para 2016. Várias técnicas de Processamento Digital de Imagens foram empregadas no software Spring 5.5 a fim de se obter uma Classificação Supervisionada para ambas as datas.

A partir da análise desses mapas temáticos, observa-se um discreto aumento das áreas com degradação ambiental no Parna Furna Feia entre os anos de 2000 e 2016. Este aumento está, provavelmente, relacionado à prolongada seca pela qual passou a região onde se localiza a UC.

Mas de um modo em geral, a pesquisa constatou durante a expedição de campo à UC que a unidade está em bom estado de conservação de sua biodiversidade e vem cumprindo sua determinação legal em proteger o bioma Caatinga nesta porção do território nacional.

Regarding the temporal thematic mapping of Ubajara Parna, images from Landsat 7 ETM + were used for thematic mapping of 2000, while the images of the satellite Landsat 8 OLI were used for 2016. Several Digital Images Processing Techniques were employed in the software Spring 5.5, in order to obtain a supervised classification for both dates.

From the analysis of these thematic maps, there is a slight increase in the environmental degradation in the Furna Feia Parna between 2000 and 2016. This increase is probably related to the prolonged drought undergone in the region where the CU is located.

But in general, the research found during the field expedition to the CU that the biodiversity is well-preserved, and the unit has been fulfilling its legal determination to protect the Caatinga biome in this part of the national territory.





Caatingas em risco: os desafios à
conservação da sua biodiversidade

Caatingas at risk: the challenges to
the biodiversity conservation



Como já foi mencionado, o bioma caatinga é o único bioma exclusivamente brasileiro e ainda hoje, paradoxalmente o menos conhecido e estudado nos seus variados aspectos. Ao longo do processo de ocupação europeia e dos recentes processos de industrialização que se desenvolveram de forma heterogenia dentro dessa vasta área, cerca de 80% da sua cobertura original foi modificada. Dessa área total de 844 mil quilômetros quadrados, apenas 36% estão em unidades de conservação de categorias variadas e apenas 1% dentro das áreas de proteção integral, que são as áreas mais protegidas dentro do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), do Ministério do Meio Ambiente (MMA).

Durante as 15 expedições de campo realizadas nessa pesquisa foram percorridos cerca de 20 mil km apenas no interior das unidades mapeadas; o acervo gerado conta com 15.720 mil fotografias e mais de 4h de vídeos; foram utilizadas 520 imagens dos satélites LandSAT 5 TM, 7 ETM+ e 8 OLI, adquiridas diretamente do site do *United States of Geological Services* (USGS), dos Estados Unidos; foram também adquiridos e instalados no Centro Integrado de Estudos

Georreferenciados Mario Lacerda de Melo (Cieg) da Fundaj dois servidores “Geodata” e “Geoserver”.

O gráfico 1 mostra a totalização das áreas degradadas nas 14 UC's mapeadas e analisadas em km². O gráfico mostra que as maiores degradações ambientais para o período mapeado (que vai de 2000 a 2017 – o que coincide com o período de criação e gestão do SNUC) ocorreram nas unidades de Serra da Capivara, Chapada Diamantina e Serra das Confusões.

Coincidentemente, estas mesmas unidades foram as que mais áreas regeneradas registraram na pesquisa (gráfico 2). A comparação entre degradação e regeneração pode ser vista por meio do gráfico apresentado no gráfico 3, onde o destaque se dá na Serra das Confusões pela sua expressiva área territorial em comparação com as demais unidades.

Entretanto, ao fazermos o gráfico percentual mostrado no gráfico 4 a situação muda completamente. Nesse gráfico, podemos observar um maior equilíbrio entre as áreas degradadas e regeneradas, onde algumas unidades se regeneraram mais que outras

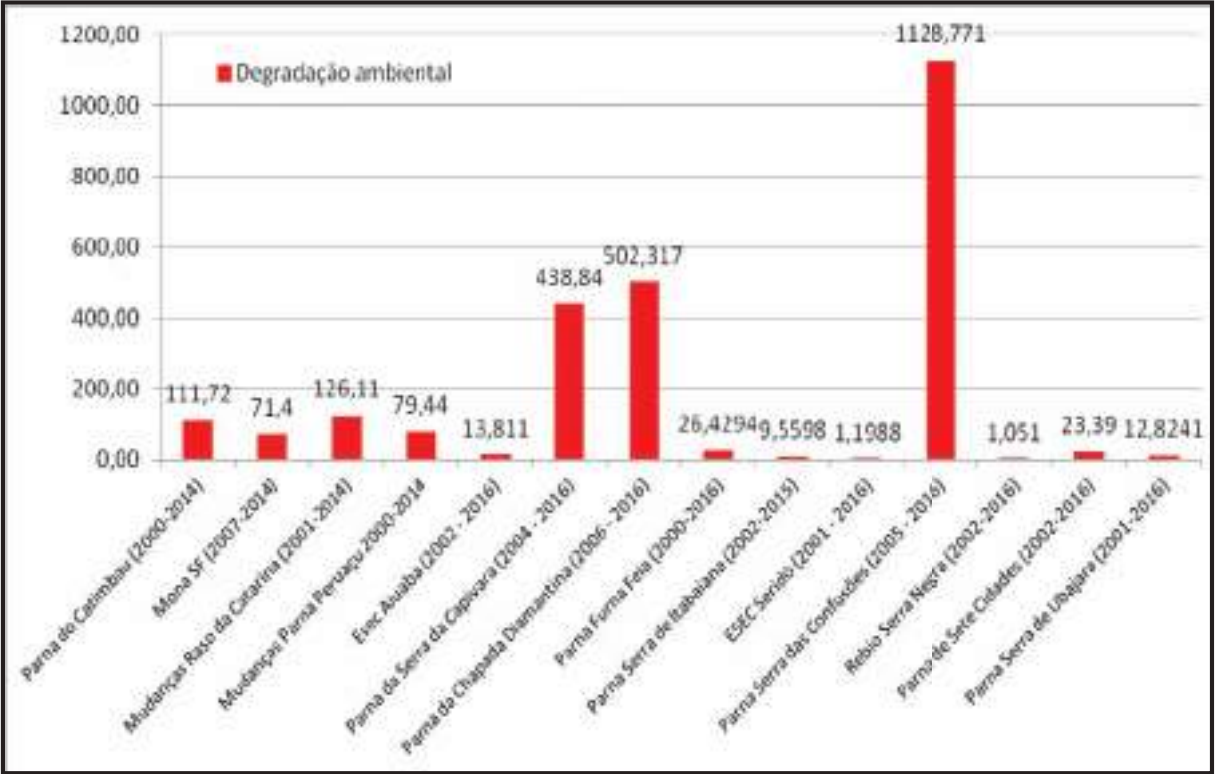


Gráfico 1: áreas km² com degradação ambiental das 14 UC's.

Graphic 1: areas, in km², with environmental degradation of the 14 CU's.

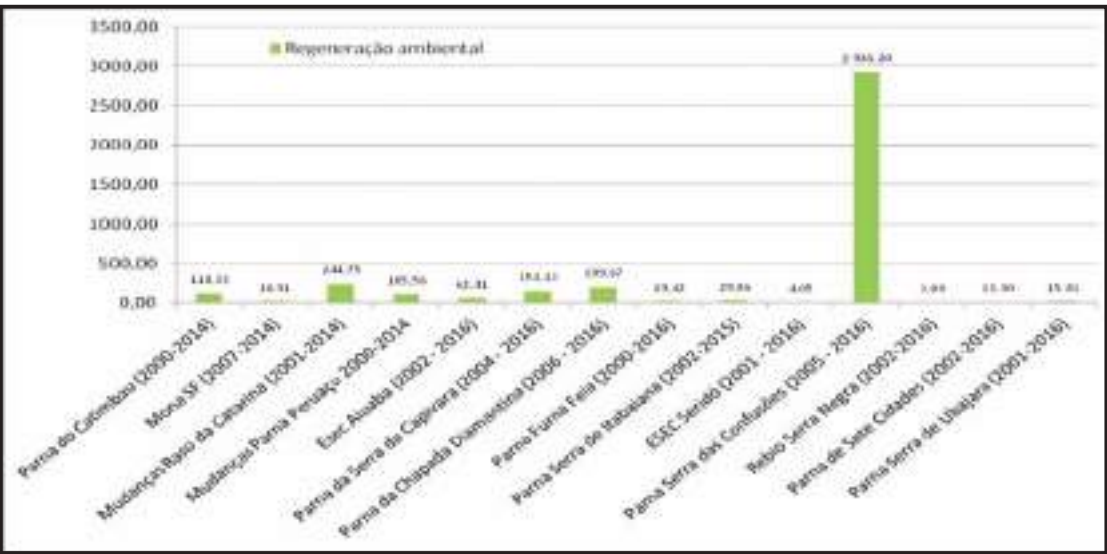


Gráfico 2: áreas em km² com regeneração ambiental das 14 UC's.

Graphic 2: areas, in km², with environmental regeneration of the 14 CU's.

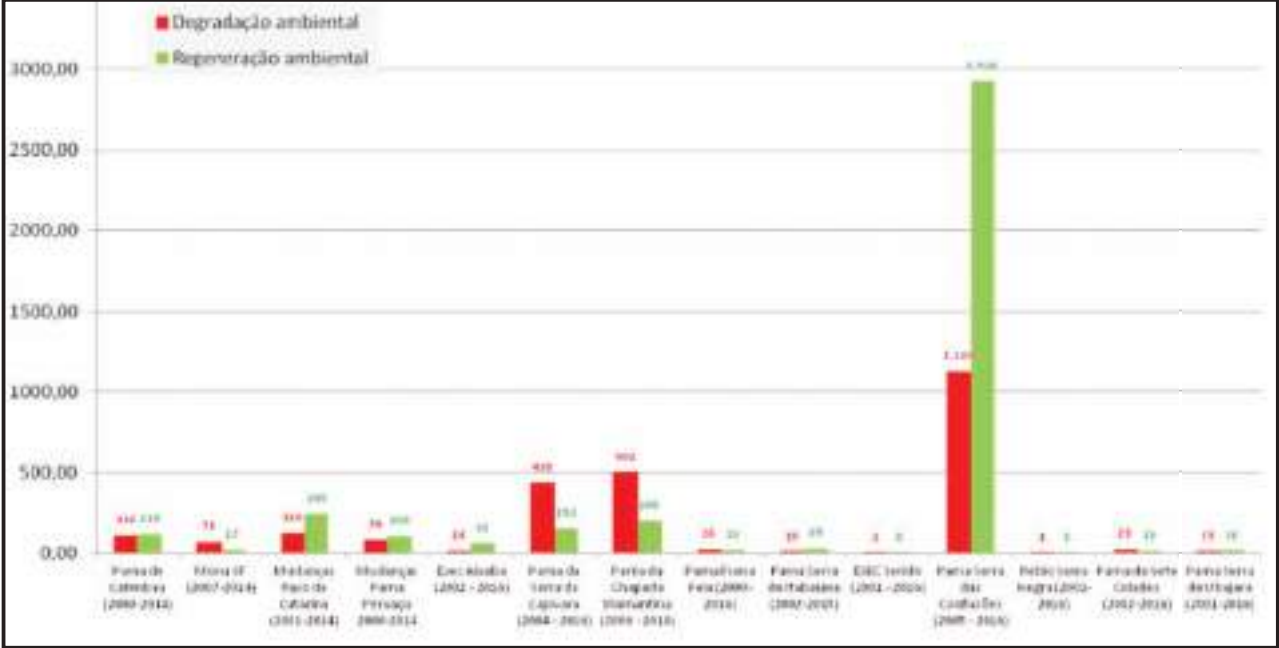


Gráfico 3: comparativo das áreas em km² com degradação e recuperação ambientais das 14 UC's.

Graphic 3: comparison of areas, in km², with environmental degradation and recovery of the 14 CU's.

Even today the Caatinga biome, the only biome exclusively Brazilian, still the least studied. Throughout the process of European occupation and the recent industrialization processes that have developed in many ways within this vast area, about 80% of its original coverage has been modified. From a total area of 844,000 square kilometers, only 36% are protected in different types of conservation units, and only 1% in full protection units, the most restrictive type under the National System of Conservation Units (SNUC) federal law.

The survey included the following scientific team:

- a) 6 professors (2 Fundaj; 2 UFCEG; 1 UEPB; 1 UFPE);
- b) 6 scholarships students (Pibic/CNPq Fundaj);
- c) 12 trainees (Fundaj).

Regarding the terrestrial part, during the 15 field expeditions realized in that period, approximately 20,000 km were covered only inside the mapped units; the collection has 15,720 thousand photos and more than 4 hours of videos; 520 images of the LandSAT 5 TM, 7 ETM + and 8 OLI satellites were acquired directly from the United States of

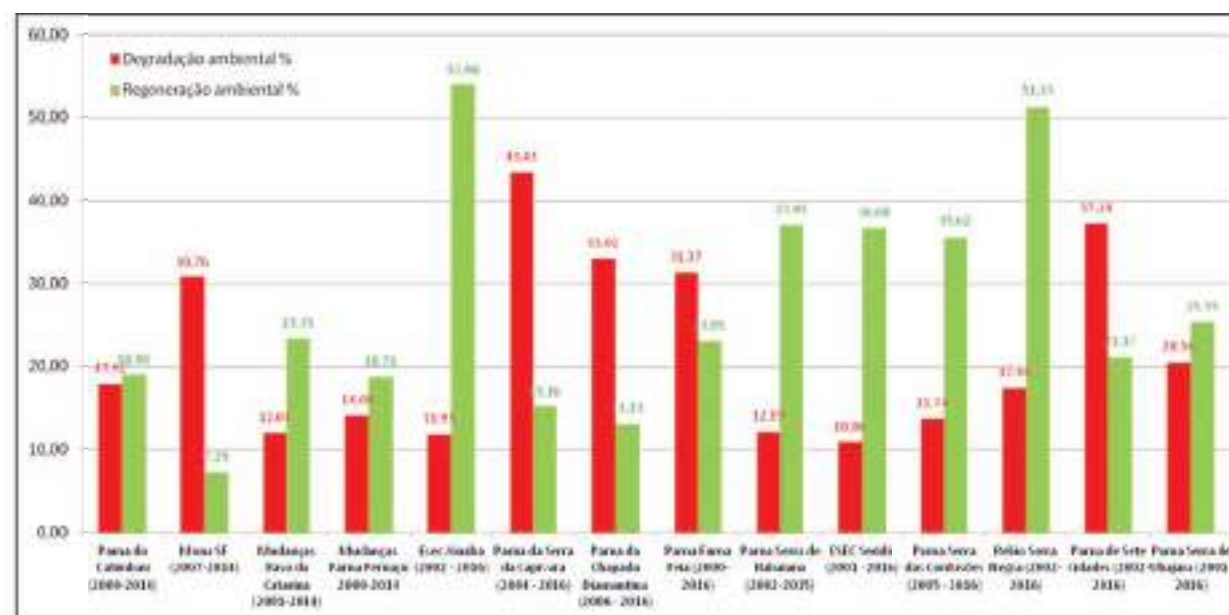


Gráfico 4: percentual comparativo das áreas com degradação e recuperação ambientais das 14 UC's.

Graphic 4: comparison of areas, in percentage, with environmental degradation and recovery of the CU's 14.

(Catimbau, Raso da Catarina, Cavernas do Peruaçu, Aiuaba, Serra de Itabaiana, Seridó, Serra das Confusões, Serra Negra e Ubajara), enquanto outras tiveram mais perdas que ganhos de fitomassa (São Francisco, Serra da Capivara, Chapada Diamantina, Fuma Feia e Sete Cidades) – todas em graus variados.

O gráfico 5 mostra o somatório das áreas por classes temáticas oriundas das diversas Análises Espaciais realizadas nas 14 UC. Neste gráfico podemos constatar que dos 13.634,46 km² das UC mapeadas:

- 18,68% das áreas sofreram distintos processos de Degradação Ambiental;
- 28,69% das áreas obtiveram Regeneração Ambiental no que se refere à produção de fitomassa; e,
- 44,38% das áreas não tiveram mudanças entre as diversas datas mapeadas e analisadas.

Assim, embora as áreas regeneradas sejam maiores que as degradadas, torna-se evidente a preocupação com a degradação de 2.546,86 km² em unidades de proteção integral.

De modo geral, concluímos que:

- 1) Há graves conflitos socioambientais entre as populações tradicionais e do entorno

em características antropológicas, com intensidades e graus variados.

- 2) Existe pouca ou nenhuma integração com as escolas públicas dos municípios do entorno;

- 3) Baixos indicadores socioeconômicos municipais, em especial a educação e a renda, interditam grande parte da população à educação ambiental e ao desenvolvimento sustentável, torando impossível a formulação, implantação e monitoramento de políticas públicas neste setor;

- 4) Faltam recursos humanos e financeiros, infraestrutura local, manutenção das instalações e agentes de fiscalização para os gestores das UC's;

- 5) Pouco ou nenhum conhecimento por parte da população local da importância da conservação da biodiversidade do Bioma Catinga nestas UC's;

- 6) Enfim, UC's praticamente abandonadas, sem regularização fundiária, demarcação, fiscalização precária, faltam especialistas em fauna e flora, significativa redução de brigadistas e número insuficiente de servidores ICMBio para gerir áreas naturais de grandes dimensões!

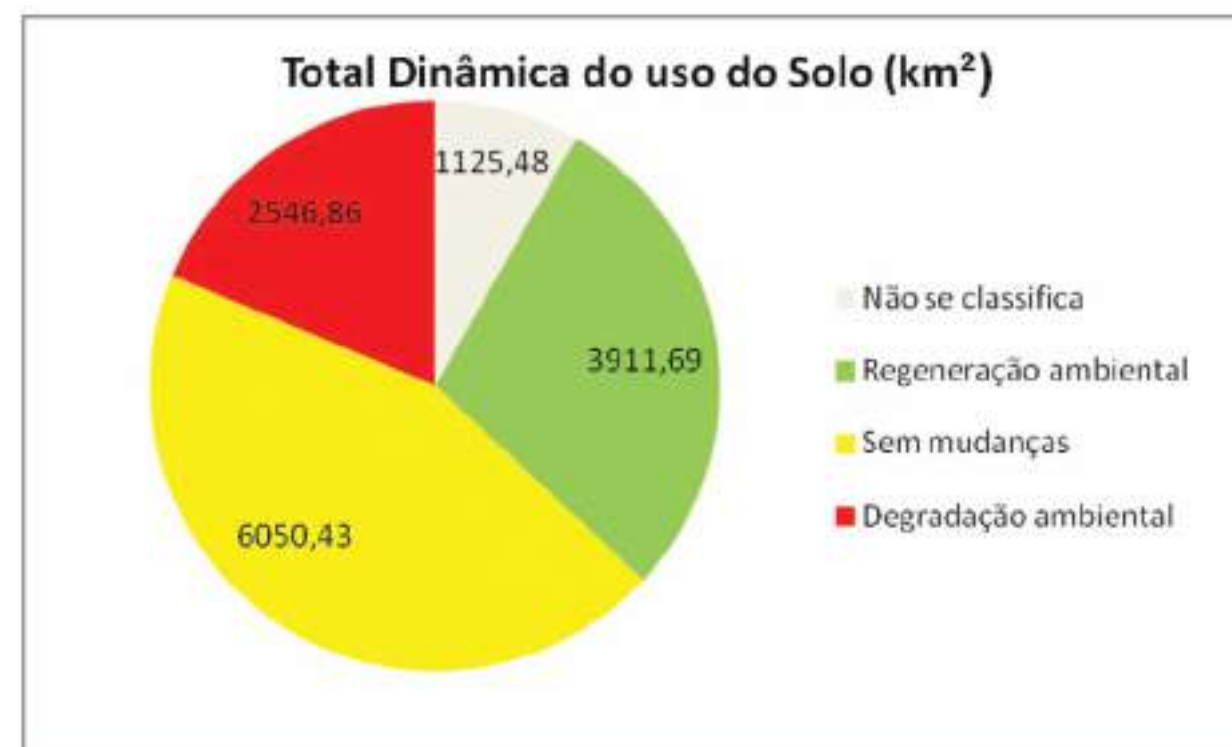


Gráfico 5: totalização das áreas se no que se refere às mudanças na ocupação do solo das 14 UC's.

Graphic 5: the sum of the areas in relation to changes in land use of the 14 CU's

Geological Services (USGS) site; two servers, "Geodata" and "Geoserver", were also acquired and installed in the Integrated Georeferenced Studies Center Mario Lacerda de Melo (Cieg) of Fundaj.

Graphic 1 shows in km² the total of degraded areas in 14 CU's. The graphic shows that the greatest environmental degradations in the mapped period (from 2000 to 2017 - corresponding to the period of creation and management of the SNUC) occurred in the Serra da Capivara, Chapada Diamantina, and Serra das Confusões units.

Coincidentally, these same units registered the most regenerated areas in the research (graphic 2). The comparison between degradation and regeneration can be seen in the graphic presented in figure 3, where the highlight is in the Serra das Confusões by its significant territorial area in comparison with the other units.

However, in the percentage chart shown in graph 4 a, the situation changes completely. In this graphic, one can observe, a greater balance between degraded and regenerated areas where some units have regenerated more than others (Catimbau, Raso da Catarina, Cavernas do Peruaçu, Aiuaba, Serra de Itabaiana, Seridó, Serra das Confusões, Serra

Negra and Ubajara), while others had more losses than gains in phytomass (São Francisco, Serra da Capivara, Chapada Diamantina, Fuma Feia e Sete Cidades) in different degrees.

Graphic 5 shows the sum of the areas of thematic classes derived from several Spatial Analysis performed in the 14 CU's. In this graphic, we can see that, from the 13,634.46 km² of mapped CU's:

- 18.68% of the areas have suffered different degradation processes;
- 28.69% of the areas obtained Environmental Regeneration regarding phytomass production; and,
- 44.38% of the areas did not have any changes between the mapped and analyzed dates.

Thus, although the regenerated areas are larger than the degraded ones, it becomes evident the concern with the degradation of 2,546,86 km² in full protection units.

Therefore, we conclude that:

- 1) There are serious environmental conflicts between the traditional and the surrounding populations in anthropological characteristics, with intensities and varying degrees.

Finalmente, a pesquisa constatou que, de uma maneira em geral, o problema da gestão não está no nível local, mas sim no nível federal, pois as Unidades de Conservação do Bioma Caatinga não recebem a devida atenção que requer do governo brasileiro.

Recomendações

Torna-se necessário haver novos concursos para que tenham novos analistas ambientais, maiores equipes de brigadistas, melhor infraestrutura, demarcação das áreas, regularização fundiária. Portanto, não só recursos humanos são necessários, mas também recursos financeiros. Evidencia-se a importância de estimular e desenvolver novos projetos de educação ambiental nessas áreas que possam ser utilizadas nas escolas públicas, além da promoção de apoio aos pesquisadores que buscam realizar pesquisas nessas Unidades de Conservação.

Também é necessário que se tenha uma abordagem multidisciplinar envolvendo sociólogos, antropólogos, por exemplo, que possam trabalhar a questão dos conflitos socioambientais. Então a pesquisa que usou várias imagens de satélite ao longo de 10, 12, 15 anos constatou, de fato, que houve uma significativa e preocupante degradação ambiental – as “caatingas” estão em risco!

Logo, é necessário que haja melhores políticas relacionadas à conservação da biodiversidade, principalmente para a educação ambiental, com projetos que permitam maior relacionamento e integração com essas escolas públicas e a grade curricular, particularmente naquelas do entorno das Unidades. Isso significa aproximadamente 84 municípios que têm áreas dentro dessas unidades. É necessário também que tenha maior divulgação da importância dessas unidades para que a população entenda e possa perceber a importância de conservar e utilizar essas unidades de conservação da biodiversidade.

Enfim, a pesquisa recomenda:

- 1) Novos concursos públicos para o ICMBio;
- 2) Aumento urgente do número de brigadistas;
- 3) Atualização e elaboração de Planos de Manejo (quando aplicáveis);

- 4) Demarcação física das áreas legais;
- 5) Regularização fundiária das áreas;
- 6) Maior apoio aos pesquisadores, professores e estudantes;
- 7) Manutenção adequadas das instalações já construídas (Esec Seridó) e construção de novas e melhores instalações (Parna Catimbau);
- 8) Melhorar o relacionamento com as populações locais (Parna Itabaiana, Catimbau, Serra Negra, etc.);
- 9) Contratar especialistas (antropólogos, sociólogos) para auxiliar nos conflitos étnicos e culturais, especialmente com as populações tradicionais indígenas e quilombolas;
- 10) Aumentar a fiscalização ambiental com parcerias com as polícias militares estaduais
- 11) Por fim, auxiliar os gestores das UC's na elaboração de Parcerias Público-Privadas (PPP) com vistas a utilização de recursos de compensação ambiental.

As nossas caatingas são joias da natureza no Brasil, porém estão em risco. Torna-se, portanto, urgente e necessário que preservemos, conservemos e recuperemos estas unidades de conservação que foram aqui pesquisadas.

- 2) There is little or no integration with public schools from surrounding municipalities;
- 3) Low municipal socioeconomic indicators, particularly education and income, forbid most of the population to environmental education and sustainable development, becoming impossible the formulation, implementation, and monitoring of public policies in this sector;
- 4) There is a lack of human and financial resources, local infrastructure, maintenance of facilities and inspection agents for the CU's managers;
- 5) There is little or no knowledge on the part of the local population on the importance of the Caatinga Biome biodiversity conservation in these UC's;
- 6) The CU's are virtually abandoned and without land regularization, demarcation, precarious surveillance, lack of specialists in fauna and flora, with a significant reduction of firefighters and an insufficient number of ICMBio agents to manage natural areas of great dimensions!

Finally, the research found that, in general, the management problem is not on a local level, but at the federal level, because the Conservation Units of the Caatinga Biome do not receive, from the Brazilian Government, the duly attention that is required.

Recommendations

It becomes necessary new public tenders to employ new environmental analysts, bigger teams of firefighters (brigades), better infrastructure, demarcation of the areas, land regularization. Therefore, not only human resources but also financial resources are required. It spotlights the importance of promoting and developing new environmental education projects in those areas, so that can be used in public schools, besides the promotion of support for researchers seeking to conduct their studies in this CU.

It is also necessary to have a multidisciplinary approach involving sociologists, anthropologists, for example, who can work on the socio-environmental conflicts issues. Thus, the research that used several satellite images over 10, 12, 15 years,

actually found that there was a significant and disturbing environmental degradation - the “Caatingas” are at risk!

Then, it is necessary better policies related to biodiversity conservation, especially for environmental education, with projects that allow greater relationship and integration with public schools and the curricular grid, particularly those in the surroundings of the Units. This means approximately 84 municipalities that have areas within these units. There is also a need for greater awareness of the importance of these units so that the population can understand and realize the importance of maintaining and using these units of conservation of biodiversity.

Finally, the research recommends:

- 1) New public tenders for ICMBio,
- 2) Urgent increase in the number of volunteer firefighters (brigades),
- 3) Elaboration and updating of Management Plans (when applicable),
- 4) Physical demarcation of legal areas,
- 5) Land regularization,
- 6) Bigger support to researchers, teachers, and students,
- 7) Adequate maintenance of existing facilities (Seridó ESEC) and construction of new and better facilities (Catimbau Parna),
- 8) Improve relationships with local populations (Itabaiana Parna, Catimbau, and Serra Negra, etc.),
- 9) Hire specialists (anthropologists, sociologists) to assist in ethnic and cultural conflicts, especially with traditional indigenous and Quilombola populations,
- 10) Increase environmental surveillance with partnerships with the State military police,
- 11) Finally, assist the CU's managers in the development of public-private partnerships (PPP) intending to use resources provided from environmental compensation.

Our Caatingas are Brazil's jewels of nature, but they are at risk. Therefore, it is urgent and necessary that we preserve, conserve and recover these protected areas that have been researched here.





Referências/*Bibliography*



AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza do Brasil: potencialidades paisagísticas**. Editora Ateliê Editorial, São Paulo. 2003.

AB'SÁBER, A. N. **Brasil, paisagens de exceção: o litoral e o Pantanal mato-grossense, patrimônios básicos**. Ateliê Editorial, 2006.

ACSELRAD, H. **A duração das cidades: sustentabilidade e risco nas políticas urbanas**, DP & A Editora, Rio de Janeiro: 2001.

AGUIAR, R. B; VASCONCELOS, S. M, S. **Estimativa de recarga subterrânea na porção oriental da Bacia Sedimentar do Parnaíba através do balanço hídrico**. In.: XVII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVIII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços, Bonito – MS. 2012.

AHRENS, S. **Sobre a Legislação aplicável a restauração de florestas de preservação permanente e de Reserva Legal**. In: Galvão, A. P., Porfirio-da-Silva, V., Restauração Florestal: Fundamentos e estudo de caso. Colombo: EMBRAPA FLORESTA. p.13-26. 2005.

ALBUQUERQUE, U. P., ANDRADE, L. H. C. Conhecimento botânico tradicional e conservação em uma área de caatinga no estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 16, n. 3, p.273-285, 2002.

ALENCAR, K. M., SILVA, H. A., LIRA, D. R., CAVALCANTI, L. C. S., MACHADO, C. C. C. CORRÊA, A. C. B. **Fusão de dados SRTM com dados Landsat Tm 5 para mapeamento geomorfológico do Parque Nacional do Catimbau – PE**. In: VIII Sinageo, Simpósio Nacional de Geomorfologia, 11p. Recife-PE. 2010.

ALENCAR-SILVA, T. & MAILLARD, P. Delimitação, caracterização e tipologia das veredas do Parque Estadual Veredas do Peruaçu. **Geografias**. Belo Horizonte, v. 07, n. 2, p. 24-39, julho-dezembro, 2011.

ALLEN, R.; BASTIAANSEN, W. G. M.; Waters, R., TASUMI, M. & TREZZA, R. Algorithms surface energy balance land (SEBAL), idaho implementation – **Advanced Training Manual And Users**, v. 1, 97 p. 2002.

ALMEIDA, M. C. B.; FIGUEROA, L. A. (Coord.). **Estação Ecológica Raso da Catarina/Bahia**. Subprojeto: estudos geomorfológicos. Relató-

rio de Pesquisa do Convênio Salvador: Sema/Minter/UFBA, 26 p. 1983.

ALMEIDA, S. A. S.; FRANÇA, R. S.; CUELLAR, M. Z. **Uso e ocupação do solo no Bioma Caatinga do Estado do Rio Grande do Norte**. Anais. XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal – RN, Brasil pp. 5555-5561, 2009.

ALMEIDA, F. F. M; HASUI, Y (Orgs). **O Pré-cambriano do Brasil**. Ed. Edgard Blücher, São Paulo. 1984.

ALMEIDA, V, J, M, et al. O registro de fauna nas pinturas rupestres do Parque Nacional Serra da Capivara (PI) e seus prováveis indicadores Paleoambientais. **Revista UnG – Geociências**, v. 11, n. 1, págs. 19-58. 2012.

ALVES, T. L. B.; AZEVEDO, P. V. Análise da variação espacial e temporal do índice de vegetação e sua relação com parâmetros climáticos na Bacia Hidrográfica do alto curso do rio Paraíba, estado da Paraíba, Brasil. **Boletim Goiano de Geografia** [online] 35, n.3, 2015.

ALVES, T. L. B.; AZEVEDO, P. V.; SANTOS, C. A. C.; SANTOS, F. A. C. Comportamento Sazonal do Albedo e dos índices de vegetação na bacia hidrográfica do Alto curso do rio Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 7, n. 5, p. 1015 -1023, 2014.

ANDRADE, G. O. e LINS, R. C. **Introdução à Morfoclimatologia do Nordeste do Brasil**. Arquivos, Recife: Instituto de Ciências da Terra, Universidade do Recife, nº. 3-4, p. 17-28, 1965.

ANDRADE, G. O. e LINS, R. C. **Introdução ao Estudo dos “Brejos” Pernambucanos**. Arquivos, Recife: Instituto de Ciências da Terra, Universidade do Recife, nº. 2, p. 21-33, 1964.

ANDRADE, K.V.S.; RODAL, M.J.N.; LUCENA, M.F. & GOMES, A. S. Composição florística de um trecho do Parque Nacional do Catimbau, Buíque, Pernambuco - Brasil. **Hoehnea** v. 31, p. 337-348. 2004

ANDRADE, M. C. **A Terra e o Homem no Nordeste**. Recife: Cortez, 2011.

ANDRADE-LIMA, D. de. **Esboço fitoecológico de alguns brejos de Pernambuco**. Boletim Técnico IPA, 7p. (Boletim Técnico, n. 8). 1966.

ANDRADE-LIMA, D. de. O domínio das Caatingas.

Revista Brasileira de Botânica, v. 4, p. 149-163, 1981.

ANDRADE-LIMA, D. de. **Tipos de florestas de Pernambuco**. Anais da Associação Brasileira de Geógrafos 12: 69-85. 1961.

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

APGAUA, D. M. G. **Diversidade β (Beta) em Florestas Tropicais Sazonalmente Secas: relações florísticas entre gradientes fisiômicos e entre microambientes**. Lavras: UFLA, 2012.

ARAGÃO, M.A. & PERARO, A. A. **Elementos estruturais do rifte Tucano /Jatobá**. 3º Simpósio Cretáceo do Brasil, Rio Claro, UNESTP. 161-164, 1994.

ARAÚJO FILHO, J. C. **Horizontes cimentados em argissolos e espodossolos dos tabuleiros costeiros e em neossolos regolíticos e planossolos da depressão sertaneja no Nordeste do Brasil**. Tese de Doutorado. São Paulo, Universidade de São Paulo, 238p. 2003.

ARAÚJO, T. B. de. **Ensaio sobre o desenvolvimento brasileiro: heranças e urgências**. Rio de Janeiro: Revan, Fase, 2000.

ARAÚJO, A, J, S. **Análise Estratigráfica das Formações Guiné e Tombador nas proximidades de Barra da Estiva, Chapada Diamantina – Bahia**. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Instituto de Geociências, UFBA, Salvador, BA. 2012.

ARAÚJO, H, M; MENDONÇA, S, M, O. **Feições morfológicas resultantes da geotectônica regional em Sergipe: Doms de Itabaiana e Simão Dias**. In.: II Congresso sobre planejamento e gestão das zonas costeiras dos países de expressão portuguesa, IX Congresso da associação brasileira de estudos do Quaternário e II Congresso do Quaternário dos países de língua ibéricas, 2009.

ARRAIS, T. A. As Receitas Públicas Municipais e a Funcionalidade da Integração Espacial em Ambientes Metropolitanos. **Soc. & Nat.**, Uberlândia, v. 26, n. 2, p. 201-220. 2014.

ARRAIS, T. Alencar et al. **Atlas das receitas públicas municipais da RMG. Goiânia: UF-**

G-Funape, 2013.

ASSINE, M. L. BRASIL, Projeto RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais. Folha SA. 24 Fortaleza**. Rio de Janeiro, MME-SG, 1981 a. v. 21. Levantamento de Recursos Naturais. Folhas SB. 24/25 Jaguaribe/ Natal.

ASSINE, M. L. BRASIL, Projeto RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais. Folha SA. 24 Fortaleza**. Rio de Janeiro, MME-SG, 1981 a. v. 21. Levantamento de Recursos Naturais. Folhas SB. 24/25 Jaguaribe/ Natal.

ASSIS, E. S. **Impactos da forma urbana na mudança climática: método para a previsão do comportamento térmico e melhoria de desempenho do ambiente urbano**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

ASSIS, J. S. **Biogeografia e conservação da biodiversidade**. Projeções para Alagoas. Macaíó: Ed. Catavento. p. 200, 2000.

ASSIS, J. S. **Centro regional de estudo sobre a Caatinga (CECAAT): Zoneamento Ambiental e Plano de Unidades de Conservação da Caatinga no Estado de Alagoas (escala 1: 100 000)**. Convênio CHESF/CNPq/UFAL. p. 25-26. 1999.

ASSUNPÇÃO, H, C, P; HADLICH, G, M. **Mapeamento geomorfológico preliminar da Folha Seabra (SD24-VA-I), Bahia, com uso de imagem SRTM**. In: Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, INPE, p. 3487-3494. Abril de 2009.

ÁVILA, G, G; MEDEIROS, P, A, A. Susceptibilidade à erosão e vulnerabilidade da Caatinga aos processos erosivos na Esec de Aiuaba – CE. **Conex. Ci. e Tecnol**. Fortaleza/CE, v. 8, n. 2, p. 48 - 56, jul. 2014.

BAETA, A. M. **Aspectos sobre o processo de contato entre colonizadores e grupos indígenas no Norte de Minas Gerais-região do vale do rio Peruaçu**. In: Arq. Mus. Hist. Nat. Jard. Bot. - UFMG. Belo Horizonte. Volume XIX – 2009.

BAHIA. **Plano de manejo do Parque Nacional da Chapada Diamantina**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente. 2007.

BAMLER, Richard; EINEDER, Michael. The pyramids of Gizeh seen by TerraSAR-X—A prime example for unexpected scattering mechanisms in SAR. **IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters**, v. 5, n. 3, p. 468-470, 2008.

BARACHO, G. S. **Revisão Taxonômica de *Hohenbergia* Schult. & Schult.f. subg. *Hohenbergia* (Bromeliaceae)**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, UFPE. Recife-PE, 2004.

BARBOSA, L.M. **Considerações gerais e modelos de recuperação de formações ciliares**. In: RODRIGUES, R. R. e LEITAO FILHO, H.F. (eds.). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, FAPESP, p. 289-312. 2004.

BARBOSA, M, E, F; FURRIER, R. N. Sistemas de diaclases e influência tectônica da borda Sudeste da Bacia sedimentar do Parnaíba: Parque Nacional Serra da Capivara, Brasil. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, v. 23, p. 250-266. 2012.

BARRETO FILHO, H.T. **Notas para uma história das áreas de proteção integral no Brasil. Terras indígenas e Unidades de Conservação na Natureza**. Brasília: UNB, 2005.

BARRETO, A. M. F., CORREIA, A. M. DE L., OLIVEIRA, E. V., SILVA, F. M., SILVA, M. C., SOBRAL, A. DA C. S., ALBUQUERQUE, P. Difusão cultural para valorização e preservação do patrimônio paleontológico dos municípios de Tacaratu e Petrolândia, Sertão Pernambucano, NE do Brasil. **Estudos Geológicos**, v. 23(1), 2013.

BASTIAANSEN, W. G. M; MENENTI, M.; FEDDES R. A. & HOSLTSAG, A. A. M, 1998: Remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL): 1. Formulation., **J. Hydrol.**, 212-213 (1-4), 198-2012.

BATISTA, A. G. S., DEMÉTRIO, J. G. A. Caracterização hidrogeológica do distrito de Moxotó, município de Ibimirim-PE. **Estudos Geológicos**, v.26 (1), 2016.

BAUTISTA, H. P. **Espécies arbóreas da Caatinga – sua importância econômica**. Simpósio sobre Caatinga e sua exploração racional, Feira de Santana, Bahia, Brasil. p. 92-94. 1988.

BENITES, V. M., SCHAEFER, C. E. G. R., SIMAS, F. N. B., SANTOS, H. G. Soils associated with

rock outcrops in the Brazilian mountain ranges Mantiqueira and Espinhaço. **Revista Brasil. Bot.** v. 30, n. 4, p. 569-577, 2007.

BENITES, V. M.; MENDONÇA, E. S.; CARLOS ERNESTO G.R. SCHAEFER, C. E. G. R.; NOVOTNY, E. H.; REIS, E. L.; KER, J. Properties of black soil humic acids from high altitude rocky complexes in Brazil. **Geoderma**, v.127: 104-113, 2004.

BENSUSAN, N. **Conservação da biodiversidade em áreas protegidas**. São Paulo: FGV, 2006.

BENTO, D. M., CRUZ, J. B., SANTOS. D. J., FREITAS, J. I. M., CAMPOS, U. P. & SOUZA, R. F. R. **Parque Nacional da Furna Feia – O Parque Nacional com a maior quantidade de cavernas do Brasil Parque Nacional da Furna Feia**. In: ANAIS do 32º Congresso Brasileiro de Espeleologia Barreiras-BA, Sociedade Brasileira de Espeleologia, 2013.

BEZERRA, E. L. S.; MACHADO, I. C.; Mello, M. A. R. Pollination networks of oil-flowers: a tiny world within the smallest of all the worlds. **Journal of Animal Ecology**, v. prelo, p. 01-09, 2009.

BEZERRA, M. V. C.; SILVA, B. B. DA; BEZERRA, B. B. Avaliação dos efeitos atmosféricos no albedo e NDVI obtidos com imagens de satélite. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.709-717, 2011.

BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; PASSOS, E. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais. Fundamentos geológico-geográficos, alteração química e física das rochas. Relevo cárstico e dómico**. Editora da UFSC, Florianópolis, Brasil. 1994.

BORATTO, I. M. de P.; GOMIDE, R. L. **Aplicação dos índices de vegetação NDVI, SAVI e IAF na caracterização da cobertura vegetativa da região Norte de Minas Gerais**. In: Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, INPE, p. 7.345 a 7.352. 2013.

BORGES, V. C; LOBÃO, J, S, B. **Mapeamento do uso da terra na comunidade tradicional do Vale do Pati/ Parque Nacional da Chapada Diamantina –BA**. In: VI Congresso ibero-americano de Estudios Territoriales y Ambientales, São Paulo. 8 e 12 de Setembro de 2014.

BORSANELLI, F. A; SEIXAS, C.L.; LOBO, H.A.S. **Identificação dos impactos do espeleotismo nas cavernas turísticas da Chapada Diamantina: abordagem preliminar por meio da percepção visual**. In: Anais do 33º Congresso brasileiro de espeleologia Eldorado, SP. 15-19 de julho de 2015.

BRASIL-CPRM (COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS). **Projeto Jatobá**. Recife: CNEM/CPRM. 41p. 2010.

BRASIL-IBAMA. **Decreto, s/n, de 13 de dezembro de 2002. Dispõe sobre a criação do Parque Nacional do Catimbau, nos Municípios de Ibimirim, Tupanatinga e Buíque, no Estado de Pernambuco, e dá outras providências**. Brasília, 2002.

BRASIL-IBAMA. **Plano de Manejo Estação Ecológica Raso da Catarina**. 2ª. Ed. Brasília: Ibama, 2008.

BRASIL-IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**. Acesso em <https://censo2010.ibge.gov.br/>.

BRASIL-ICMBIO, 2014. Disponível em: <www.icmbio.gov.br/portal/servicos/geoprocessamento/51-menu-servicos/4004-downloads-mapa-tematico-e-dados-geoestatisticos-das-uc-s.html>. Acesso em: 02 set. 2014.

BRASIL-Ministério do Meio Ambiente **Plano de Manejo do Parque Nacional Serra das Confusões**. Brasília, Brasil. 2003.

BRASIL-Ministério do Meio Ambiente. **Projeto de Conservação e de Utilização Sustentável da Biodiversidade Biológica Brasileira**. Brasília – DF, 2002.

BRASIL-INPE, **Boletim Meteorológico**. 3: 25. 2001.

BRASIL-INPE/DPI, 2014. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/springer>>. Acesso em: 02 set. 2014.

BRASIL-INSTITUTO XINGÓ. **Relatório de Atividades do Geoxingó. Canindé de São Francisco/SE: IX**, 2002.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente – MMA; **Documento-síntese com subsídios de múltiplos atores para a preparação de uma Estratégia Nacional**, Elaboração: Ronaldo Weigand Jr. Brasília (DF): Apoio Embaixada

Britânica; 2011.

BRASIL, **Reserva Biológica da Serra Negra, Plano de Manejo**. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2011.

BRASIL. 1967. **Lei nº5197 de 03/01/1967 que dispõe sobre a proteção à fauna e dá outras providências**. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/15197.htm>. Acesso em: 20 dez. 2015.

BRASIL. Instituto Chico Mendes da Biodiversidade - ICMBio. **Plano de Manejo do Parque Nacional Cavernas do Peruaçu**. Brasília, maio de 2005.

BRASIL. **Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000**, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional (MI). **Política Nacional de Desenvolvimento Regional. Brasília, 2003**. Disponível em <http://www.integracao.gov.br/publicacoes/desenvolvimentoregional/proposta_politica_desenvolvimento.asp>.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Diagnóstico do Macrozoneamento Ecológico-Econômico da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco/SEDR/DZT/MMA**. Brasília: MMA, p. 488, 2011.

BRASIL-Ministério do Meio Ambiente. **Plano de Manejo do Parque Nacional Sete Cidades**. Brasília, DF, 1979.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente - MMA**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 14 out. 2016.

BRASIL-MMA. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução Nº 429**, 2011.

BRASIL. **Plano de desenvolvimento integrado do turismo sustentável**. Salvador, BA: Secretária de Cultura e Turismo. 2004.

BRASIL. Projeto RADAM BRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais. Folha SA. 24 Fortaleza**. Rio de Janeiro, MME-SG, a. v. 21 Levantamento de Recursos Naturais. Folhas SB. 24/25 Jaguaribe/ Natal. 1981.

BRASIL. Instituto Chico Mendes da Biodiver-

sidade - ICMBio. **Plano de Manejo do Parque Nacional Cavernas do Peruaçu**. Brasília, maio de 2005.

BRASIL-Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Plano territorial de desenvolvimento sustentável do território Chapada Diamantina**. Seabra, Bahia, 2010.

BRASIL. Ministério das Cidades (MCid). **Tipologia das Cidades Brasileiras**. Brasília, 2005.

BRITO, M. S. Políticas públicas e padrões de uso da terra na Amazônia legal. **Revista Brasileira de Geografia**, ano 57, n 3, 73-93, 1995.

BRITO, F, E, M. **Sociedade, meio ambiente e (eco) turismo no Parque Nacional da Chapada Diamantina**. In: XIII Congresso Brasileiro de Sociologia, UFPE, Recife (PE). 29 de maio a 1º de junho de 2007.

BRITO, F, L, M. **Caracterização e avaliação da sustentabilidade da cafeicultura na Chapada Diamantina – BA**. Dissertação de Mestrado. UESB, Vitória da Conquista, BA, 2009.

BRITO, J, C. **Efeitos do fogo sobre a vegetação em duas áreas de Campo Rupestre na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Ciências Biológicas, UEFS, Feira de Santana, BA. 2011.

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

BURGOS, N.; JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTI, A. C. **Aptidão agrícola dos solos do Estado de Pernambuco. (Interpretação do levantamento exploratório-reconhecimento de solos)**. Recife, DNPEA, Divisão de Pesquisa Pedológica. (Brasil. DNPEA. Divisão de Pesquisa Pedológica, Boletim técnico, 27). Brasil. SUDENE, DRN. Divisão de Agrologia, 15. 1973.

CÂMARA, G.; DAVIS. C.; A. M. MONTEIRO; J. C. D'ALGE. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. 2 ed. São José dos Campos-Brasil: INPE, 2001.

CANTALICE, R. et al. Estrutura lenhosa e hidrodinâmica do escoamento superficial em uma área de caatinga. **Revista Caatinga**. Mossoró, v. 21, p. 201- 211. 2008.

CARDOSO, D. B. O. S.; QUEIROZ, L.P. Diversida-

de de Leguminosae nas Caatingas de Tucano, Bahia: Implicações para a Fitogeografia do Semiárido do Nordeste do Brasil. **Rodriguésia**, v. 58, n. 2, p. 379-391, 2007.

CARVALHO, R. R. **Origem e proveniência da sequência siliciclástica inferior da Bacia do Jatobá**. (Dissertação de Mestrado). Recife, Universidade Federal de Pernambuco, 83p. 2010.

CARVALHO, C, M; J, C, VILAR. **Levantamento da Biota do Parque Nacional Serra de Itabaiana** pp.9-14. In.: Parque Nacional Serra de Itabaiana - Levantamento da Biota (C.M. Carvalho & J.C. Vilar, Coord.). Aracaju – SE. 2005.

CARVALHO, D, R. **Custos e benefícios em projetos ambientais sustentáveis do Parque Nacional da Chapada Diamantina**. In: Caderno de Ciências Aplicadas de Ciências Sociais, Vitória da Conquista, n. 4, P. 154-175. 2006.

CASTELO BRANCO, B. P. **Indicadores de desenvolvimento sustentável e a conservação da Mata Atlântica do Nordeste do Brasil**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Pernambuco, CFCH. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, 2015.

CASTRO, N. M. C. F.; PORTO, K. C.; YANO, O.; CASTRO, A. A. J. F. Levantamento florístico de Bryopsida de Cerrado e Mata Ripícola do Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 16, n. 1 p. 61-76. 2002.

CAVALCANTI, D & TABARELLI, M. **Distribuição das Plantas Amazônico-Nordestinas no Centro de Endemismo Pernambuco: Brejos de Altitude vs. Florestas de Terras Baixas**. In: PORTO, K. C.; CABRAL, J. J. P.; TABARELLI, M. Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

CHAVES, S, A, R. **Dados da Chuva Polínica no Parque Nacional Serra da Capivara (PNSC), Piauí, Brasil**. In.: Anuário do Instituto de Geociências-UFRJ, vol. 36, p. 64-71. 2013.

COLWELL, Robert N. Manual of remote sensing. **American Society of Photogrammetry**, 1983.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Projeto Geoparques: Parque**

Nacional Serra da Capivara. Brasília, DF, CNEM/CPRM. 2011.

CONCEIÇÃO, A. A., PIVELLO, V. R. Biomassa Combustível em Campo Sujo no Entorno do Parque Nacional da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. Número Temático: Ecologia e Manejo de Fogo em Áreas Protegidas. **Biodiversidade Brasileira**, v. 1, n. 2, p. 146-160, 2011.

CORRÊA, A. C.de B., TAVARES, B. de A. C., MONTEIRO, K. de A., CAVALCANTI, L. C. de S., LIRA D. R. de. Megageomorfologia e Morfoestrutura do Planalto da Borborema. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, 31 (1/2), 35-52. 2010.

COSTA FILHO, L. O., SILVA, M. H. M., ALMEIDA-CORTEZ, J. S., SILVA, S. I., OLIVEIRA, A. F. M. Foliar cuticular n-alkane of some Croton species from Brazilian semiarid vegetation. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 41, p. 13-15, 2012.

COSTA, I. P.; BUENO, G.V.; MILHOMEM, P.S.; ROCHA LIMA, H.S.; DIETZSCH KOSIN, M. Sub-Bacia de Tucano Norte e Bacia do Jatobá. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro - V. 15, n.2, 445-453p. 2007.

COSTA, T. C. C.; OLIVEIRA, M. A. J.; ACCIOLY, L. J. O.; SILVA, F. H. B. B. Análise da degradação da caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/ PB). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, p. 961-974, 2009.

COSTA, C, C. Parque Nacional Serra de Itabaiana-SE: realidade e gestão. **Revista Monografias Ambientais – REMOA**, Santa Maria, v. 13, n. 5, p.3933-3951. 2014.

COSTA, J, L, P, O. **Fitogeografia do Parque Nacional Serra da Capivara - Piauí - Brasil: investigações preliminares**. In.: VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física II Seminário Ibero-Americano de Geografia Física. Universidade de Coimbra, p. 01-13, Maio de 2010.

COUTO, A, P, L. et al. Composição florística e fisionomia de floresta e fisionomia de floresta estacional semidecídua submontana, na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Rodriguésia**, v. 61, n. 2, p. 391-405, 2011.

CPRM (COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS). **Base de Dados Geoambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Moxotó – PE**. Programa Hidrogeologia do Brasil, v. 1.1, 2004.

CPTEC-INPE. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos-Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Precipitação Estimada por Satélite DSA**. Disponível em: <http://sigma.cptec.inpe.br/prec_sat/#> Acesso em: 01/10/2014.

CRUZ JÚNIOR, F, W. **Aspectos geomorfológicos e geoespeleologia do Carste da região de Iraguara, Centro-Norte da Chapada Diamantina, Estado da Bahia**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, USP, São Paulo, SP. 1998.

CRUZ, J. B.; BENTO, D. M.; BEZERRA, F. H. R.; FREITAS, J. I.; CAMPOS, U. P., SANTOS, D. J. Diagnóstico Espeleológico do Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Espeleologia**, v.1, n. 1, 2010.

CUNHA, J. E. DE B. L.; RUFINO, I. A. A.; SILVA, B. B. DA; CHAVES, I. DE B. Dinâmica da cobertura vegetal para a Bacia de São João do Rio do Peixe, PB, utilizando-se sensoriamento remoto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, p.539-548, 2012.

CUNHA, B, B; ARAÚJO, R, C, P. Avaliação das Pressões e Ameaças Ambientais sobre o Parque Nacional de Ubajara-Ceará: Uma perspectiva da Efetividade de Gestão. **REDE - Revista Eletrônica do Prodepa**, v.8, n.1, Fortaleza, Brasil, p. 46-66, 2014.

DAMASCENO, M. M. **Composição bromatológica de forragem de espécies arbóreas da Caatinga Paraibana em diferentes altitudes**. Dissertação – Mestrado em Zootecnia – Sistemas Agrosilvipastoris no Semiárido. Patos, PB: UFCG, 60 p., 2007.

DANTAS, T, V, P. **Parque Nacional Serra de Itabaiana: caracterização, estrutura e conservação da vegetação**. Dissertação de Mestrado. Núcleo de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. UFS, São Cristóvão – SE. 2008.

DELLA FAVERA J.C. **Parque Nacional de Sete Cidades, PI: magnífico monumento natural**. In: SCHOBENHAUS C., CAMPOS D.A.,

QUEIROZ E.T., WINGE M., BERBERT-BORN M. (Edit.) Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Brasília: DNPM/CPRM – Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), v. 1, p. 335-342. 2002.

DIAS, P. M. S. **Levantamento do mosaico de remanescentes florestais, visando a geoconservação no município de Mossoró-RN.** Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais). Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. Mossoró, RN, 2013.

DIEGUES, A. C.(org.) **Comunidades Litorâneas e Unidades de Proteção Ambiental: Convivência e Conflitos. O caso de Guaraqueçaba, Paraná.** São Paulo: NUPAUB - USP, 2004.

DINIZ, M. T. M. & PEREIRA, V. H. C. Climatologia do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil: Sistemas atmosféricos atuantes e mapeamento de tipos de clima. **Boletim Goiano Geografia** (Online). Goiânia, v. 35, n. 3, p. 488-506. 2015.

DONATO. C, R; RIBEIRO. A, S. Caracterização dos impactos ambientais de cavernas do município de Laranjeiras, Sergipe. **Caminhos da Geografia**, Uberlândia, v. 12, n. 40, p. 243-255, 2011.

DRUMMOND, José Augusto. A Legislação Ambiental Brasileira de 1934 a 1988: Comentários de um Cientista Ambiental Simpático ao Conservacionismo. **Ambiente e Sociedade**, II (3 e 4), 2º semestre de 1998, 1º semestre de 1999.

EGLER, W. A. Contribuição ao estudo da Caatinga pernambucana. **Revista Brasileira de Geografia**. v. 13, p. 577-590. 1951.

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

EMBRAPA. 2000. ZANE DIGITAL, **Zoneamento Agroecológico do Nordeste do Brasil**. V. 1.0.20, Brasília. Embrapa Monitoramento por Satélite. 2001.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA. **Centro Nacional de pesquisas de Solos (Sistema brasileiro de classificação de solos).** Brasília. 2006.

ESPÍRITO-SANTO, M. M.; SEVILHA, A.; ANAYA, F. C.; BARBOSA, R.; FERNANDES, G. W.; SANCHEZ-AZOFEIFA, A.; SCARIOT, A.; NORONHA, S. E. & SAMPAIO, C. Sustainability of tropical dry forests: two case studies in southeastern and central Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 258, p. 922 – 930, 2009.

FAGUNDES, L. M.; CARVALHO, D.; VAN DEN BERG, E.; MELO MARQUES, J.J.G.S. e MACHADO, E.L.M. Florística e estrutura do estrato arbóreo de dois fragmentos de florestas decíduais às margens do rio Grande, em Alpinópolis e Passos, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasileira**, v. 21, p. 65-78, 2007.

FAGUNDES, M. V. **A importância da especificidade nas interações entre plantas para comunidades Semiáridas.** Dissertação (Centro de Biociências-PPG em Ecologia). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, RN, 2016.

FARIAS SOBRINHO, D. W., PAES, J. B e FURTADO, D. A. Tratamento preservativo da madeira de Algaroba (*Prosopis juliflora* (sw) D. C.), pelo método de substituição de seiva. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 225-236, 2005.

FÁVERO, O. A. **Do berço da siderurgia brasileira à conservação de recursos naturais – um estudo de paisagem da Floresta Nacional de Ipanema (Iperó – SP).** São Paulo. Dissertação (Mestrado em Ciências – Geografia Humana) – DG/FFLCH/USP, 2001.

FEITOSA, F. A. C.; FEITOSA, E. C.; DEMETRIO, J. G. A. **O Vale do Gurguéia – Uma Zona Estratégica de Produção de Água Subterrânea.** In: XVII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVIII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços [Anais]. Fortaleza: 2012.

FERNANDES. A. **Fitogeografia Brasileira**. 3. Ed. Editora da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE. 2007.

FERREIRA, C. A.; SILVA, A. C.; VIDAL-TORRADO, P. & ROCHA, W. W. Genesis and classification of oxisols in a highland toposequence of the upper Jequitinhonha valley. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 34, p. 195-209, 2010.

FERREIRA, L. G.; FERREIRA, N. C.; FERREIRA, M. E. Sensoriamento remoto da vegetação: evolução e estado-da-arte. **Acta Scientiarum**.

Biological Sciences. Maringá, v. 30, n. 4, p. 379-390, 2008.

FERREIRA. C, G, T, et al. Poaceae da Estação Ecológica do Seridó, Rio Grande do Norte, Brasil. **Hoehnea**, v. 36, n. 4, p. 679-707, 2009.

FERREIRA. J, L. et al (orgs). Schizaeales da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Rodriguésia**, n. 63, n. 2, p. 451-461. 2012.

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

FIGUEIRÊDO, L. S.; RODAL, M. J. N. & MELO, A. L. Florística e fitossociologia de uma área de vegetação arbustiva caducifólia espinhosa no município de Buíque - Pernambuco. **Natura lia**, Rio Claro, v. 25, p. 33-46. 2000.

FIGUEIRÔA, J. M., ARAÚJO, E. L., PAREYN, F. G. C., CUTLER, D. F., GASSON, P., LIMA, K. C., SANTOS, V. F. Variações sazonais na sobrevivência e produção de biomassa de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. após o corte raso e implicações para o manejo da espécie. **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 6, p.1041-1049. 2008.

FLORENZANO, T. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 97 p. 2002.

FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. B.; LIMA, E. R. V.; BANDEIRA, M. M.; SILVA, B. B. Mapeamento da Caatinga com uso de geotecnologia e análise da umidade antecedente em bacia hidrográfica. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 5, n. 3, p. 676-693, 2012.

FREIRE, Neison; PACHECO, Admilson. **Desertificação: Análise e Mapeamento**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2011, p. 93.

FREIRE. R, C. **Técnicas de aquisição de dados geológicos com a tecnologia Lidar**. Dissertação de Mestrado. Centro de Ciências Exatas e da Terra. UFRN, Natal – RN. 2006.

FREITAS, R. R.; ROCHA, P. L. B. & SIMÕES LOPES, P. C. Habitat structure and small mammals abundances in one semiarid landscape in the Brazilian Caatinga. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 1, p.119-129, 2005.

FUNCH. L, S. **Composição florísticas e fenologia de mata ciliar e mata de encosta adjacentes ao Rio Lencóis, Lencóis, BA**. Tese

de Doutorado. Instituto de Biologia, Unicamp, Campinas, SP. 1997.

FURTADO, Celso. **Formação Econômica do Brasil**. 32ª. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2003.

GALILEO. M, H. et al. Cerambycidae (Coleoptera) do Parque Nacional da Serra das Confusões, Piauí, Brasil: novas espécies e novos registros. **Iheringia**, Série Zoologia, Porto Alegre, v. 103, n. 4, p. 393-397, 2013.

GALLAHER, T. e MERLIN, M. Biology and Impacts of Pacific Island Invasive Species. 6. *Prosopis pallida* and *Prosopis juliflora* (Algaroba, Mesquite, Kiawe) (Fabaceae). **Pacific Science**, v. 64, n. 04, p. 489–526, 2000.

GANEM, R. S; VIANA, M. B. **História ambiental do Parque Nacional da Chapada Diamantina/BA**. Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados. Brasília. outubro/2006.

GARIGLIO, M. A. organizadores. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, p. 368. 2010.

GARSON, Sol. Regiões metropolitanas – diversidade e dificuldade fiscal da cooperação. **Cadernos Metrópole**, São Paulo, V. 11, n. 22, p.435-451, 2009.

GIÁCOMO, R. G., PEREIRA, M. G., CARVALHO, D. C., MEDEIROS, V. S., GAUI, T. D. Florística e Fitossociologia em Áreas de Cerradão e Mata Mesofítica na Estação Ecológica de Pirapitinga, MG. **Floresta e Ambiente**; v. 22, n. 3, p. 287-298, 2015.

GIUDICE, D. S. **“Geodiversidade e Lógicas Territoriais na Chapada Diamantina”**. São Cristóvão. Tese (Doutorado) – Núcleo de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Sergipe. 2011.

GIUDICE. D, S; SOUZA. R, M. Geologia e geoturismo na Chapada Diamantina. **Gest. tur**, nº 14, Julio-diciembre, p. 69-81, 2010.

GIULIETTI, A. M., BOCAGE-NETA. A. L., CASTRO, A. A. J. F., GAMARRA-ROJAS, C. F. L., SAMPAIO, E. V. S. B., VIRGÍNIO, J. F., QUEIROZ, L. P., FIGUEIREDO, M. A., RODAL, M. J. N., BARBOSA, M. R. V. & HARLEY, R. M. **Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga**. In: SILVA,

- J. M. C., TABARELLI, M., FONSECA, M. T., LINS, L. V. (Orgs.). Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação. Brasília, Ministério do Meio Ambiente. p. 47-90, 2004.
- GIULIETTI, A. M., HARLEY, R. M., QUEIROZ, L. P., BARBOSA, M. R. V., BOCAGE NETA, A.L de. **Espécies endêmicas da Caatinga. Vegetação e flora da Caatinga.** Workshop Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade bioma Caatinga. Petrolina, Pernambuco, Brasil, 118p. 2002
- GIULIETTI, A. M.; CONCEIÇÃO, A.; QUEIROZ, L. P. **Diversidade e caracterização das fanerógamas do Semiárido brasileiro.** Recife: Associação Plantas do Nordeste, p. 488, 2006.
- GIULIETTI, A.M., HARLEY, R.M., QUEIROZ, L.P., BARBOSA, M.R.V., BOCAGE NETA, A.L., FIGUEIREDO, M.A. **Espécies endêmicas da Caatinga**, p.103-119, 2002.
- GOMES, A.P.S., RODAL, M.J.N. & MELO, A.L. Florística e fitogeografia da vegetação arbustiva subcaducifolia da Chapada de São José, Buíque, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** V. 20, n. 1, p. 37-48, 2006.
- GOMES, L. J., SANTANA, V. & RIBEIRO, G. T. Unidades de Conservação no Estado de Sergipe. **Revista da Fapese**, v. 2, n. 1, p. 101-112, 2006.
- GÓMEZ, C.; WHITE, J. C.; WULDER, M. A. Characterizing the state and processes of change in a dynamic forest environment using hierarchical spatio-temporal segmentation. **Remote Sensing of Environment**, v.115, p.1665-1679, 2011.
- GONÇALVES, C, N. et al. Recorrência dos incêndios e fitossociologia da vegetação em áreas com diferentes regimes de queima no Parque Nacional da Chapada Diamantina. **Rev. Biodiversidade Brasileira**, v. 1, n. 2, p. 161-179, 2011.
- GONZAGA, A. P. D.; PINTO, J. R. R.; MACHADO, E. L. M.; FELFILL, J. M. Similaridade florística entre estratos da vegetação em quatro Florestas Estacionais Deciduais na bacia do Rio São Francisco. **Rodriguésia**, v. 64, n. 1, p. 11-19. 2013.
- GUANAES, S, A. **Meu quintal não é parque: populações locais e gestão ambiental do Parque Nacional Chapada Diamantina – BA.** Tese de Doutorado. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Unicamp, Campinas – SP. 2006.
- GUEDES, R. S., ZANELLA, F. C. V., COSTA JUNIOR, J. E. V., SANTANA, G. M., SILVA, J. A. CARACTERIZAÇÃO FLORÍSTICO-FITOSSOCIOLÓGICA DO COMPONENTE LENHOSO DE UM TRECHO DE CAATINGA NO SEMIÁRIDO PARAIBANO. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 2, p. 99-108, 2012.
- GUIDON, N. **Tradições rupestres da área arqueológica de São Raimundo Nonato, Piauí, Brasil.** First Aura Congress, Darwin, Austrália. P. 5-10, 1988.
- GUZMÁN, J., FAMBRINI, G. L., OLIVEIRA, E. V. USMA, C. D. Estratigrafia da Bacia de Jatobá: Estado da Arte. **Estudos Geológicos**, vol. 25(1), 2015.
- HAGGE, R. C. F. **Geomorfologia e meio ambiente em região tropical semiárida, município de Araci – Bahia.** Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Geoquímica e Meio Ambiente, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador – BA, 2000.
- HAYLOCK, M.R.; PETERSON, T.C.; ALVES, L.M.; AMBRIZZI, T.; ANUNCIAÇÃO, Y.M.T.; BAEZ, J.; BARROS, V R.; MERLATO, M.A.; BIDEGAIN, M.; CORONEL, G.; CORRADI, V.; GARCIA, V.J.; GRIMM, A.M.; KAROLY, D.; MARENGO, J.A.; MARINO, M.B.; MONCUNILL, D.F.; NECHET, D.; QUINTANA, J.; REBELLO, E.; RUSTICUCCI, M.; SANTOS, J.L.; TREBEJO, I.; VICENT, L.A. TRENDS In: Total And Extreme South American Rainfall In 1960-2000 And Links With Sea Surface Temperature. **Journal Of Climate**, v. 19, n. 8, p. 1490-1512, 2006.
- HIND, D. J. N.; BAUTISTA, H. P. *Acritopappus buiquensis* (Compositae: Eupatorieae: Ageratinae), A New species from the Brejo Forests of Pernambuco State, Brazil. **Kew Bulletin**, v. 64, p. 701–704, 2009.
- HUETE A. R. A soil-Adjust Vegetation Index (SAVI). **Remote Sensing of Environment**. v. 25, p. 295-309, 1988
- HUETE, A.R.; JACKSON, R.D.; POST, D.F. Spectral response of a plant canopy with different soil backgrounds. **Remote Sensing of Environment**, v. 17, p. 37-53. 1985.
- IQBAL, M. **An Introduction to Solar Radiation.** Toronto, Academic Press Canada, 390 p., 1983.
- ISHARA. K. L.; MAIMONI-RODELLA, R. C. S. Richness and similarity of the Cerrado vascular flora in the central west region of São Paulo state, Brazil. **Journal of species lists and distribution - Check List**, v. 8, n. 1, p. 32-42, 2012.
- JACKSON, R. D.; HUETE, A. R. Interpreting vegetation indices. **Preventive Veterinary Medicine**. v.11, p. 185-200, 1991.
- JACKSON, Ray D.; HUETE, Alfredo R. Interpreting vegetation indices. **Preventive veterinary medicine**, v. 11, n. 3-4, p. 185-200, 1991.
- JACÓBSEN, L. O; FONTANA, D. C; SHIMABUKURO, Y. E. Efeitos associados a El nino e La nina na vegetação do Estado do Rio Grande do Sul, observados através do IVDN/NOAA. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.19, n.2, p.129-140, 2004.
- JACOMINE, P. K. T.; ALMEIDA, J. C.; MEDEIROS, L. A. R. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado do Ceara.** Descrição de perfis de solos e análises. MA/DNPEA-SUDENE/DRN, 1973.
- JACOMINE, P, K, T. **A nova classificação brasileira de solos.** In.: Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, Recife, vols. 5 e 6, p.161-179, 2008-2009.
- JATOBÁ, L: LINS, R, C. **Introdução à Geomorfologia.** 5 ed. Editora Bagaço, Recife – PE. 2008.
- JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma Perspectiva em Recursos Terrestres (Tradução da Segunda Edição).** Parêntese Editora, p.251-292. São José dos Campos, 2009.
- JUHÁSZ, C. E. P.; COOPER, M.; OLIVEIRA, T. C. Dinâmica físico-hídrica de uma topossequência de solos sob savana florestada (Cerradão) em Assis, SP. **Bras. Cienc. Solo**, v. 30, p. 401-412, 2006.
- JUNCÁ, F, A; FUNCH, L; ROCHA, W (orgs). **Biodiversidade e Conservação da Chapada diamantina.** Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente. 2005.
- JUSTO, A, P. **Sistema Orbitais e Aéreos aplicados à análise multi-escala de Lineamentos na borda Sudeste da Bacia do Parnaíba.** Dissertação de Mestrado. Centro de Ciências Exatas e da Terra, UFRN, Natal – RN. 2006.
- KAYANO, M. T.; ANDREOLI, R. V. **Clima da Região Nordeste do Brasil.** CAVALCANTI, IFA et al, p. 213-233, 2009.
- KER, J.C. Latossolos do Brasil: uma revisão. **Geonomos**, v. 5, p. 17–40, 1997.
- KOPPEN, W. Klassifikation der klimate nach temperatur, niederschlag und jahreslauf. **Petermanns Geographische Mitteilungen**, Gotha, v.64, 1918. p.193-203.
- KUMAZAKI, M. A devastação florestal no sudoeste asiático e suas lições. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 4, p. 46-52, 1992.
- LEAL, I. R. (Org.) **Ecologia e conservação da Caatinga.** Editora Universitária UFPE, 2003.
- LEITE, L.W.; WANDERLEY, L. **Zoneamento ecológico-florestal do Estado de Sergipe.** Aracaju, Sudene/Condese. p. 107, 1976.
- LEMOS, J. R.; MEGURO, M. Florística e fitogeografia da vegetação decidual da Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará, nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**. Porto Alegre, v. 8, n. 1, p. 34-43, 2010.
- LEMOS, J, R. **Fitossociologia de componente lenhoso de um trecho de vegetação arbustiva caducifolia espinhosa no Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, Brasil.** Dissertação de Mestrado. Centro de Ciências Biológicas. UFPE, Recife, 1999.
- LEMOS, J, R; ZAPPI, D, C. Distribuição geográfica mundial de plantas lenhosas da Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 446-456, 2012.
- LÉO NETO, N. A. & ALVES, R. R. N. Índios Pipipã de Kambixuru e ICMBIO: conflitos socioambientais no sertão de Pernambuco em torno da Serra Negra. In: Pensando a biodiversidade: etnociência/Allívia Rouse Carre-

gosa Rabbani, Laura Jane Gomes, Renata Silva-Mann (Organizadoras)–São Cristóvão/SE: Universidade Federal de Sergipe/UFS, 2016.

LEUZINGER, M. D. et al. Ceará. **Estações Ecológicas e Reservas Biológicas: pesquisa e preservação**. In.: LEUZINGER, M. D. et al (orgs). UniCEUB, Brasília – DF. 2014.

LIMA FILHO, E. F. et al. **Levantamento preliminar da avifauna do Parque Nacional Serra das Confusões – Piauí- Brasil**. In.: Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu – MG, 23 a 28 de Setembro de 2007.

LIMA, E. N. **Influência do componente herbáceo da caatinga na regeneração natural de plantas lenhosas em uma área de vegetação preservada e uma área de agricultura abandonada** / Elifábia Neves Lima. 108 p. 2011.

LIMA, P. C. F. **Recursos genéticos e avaliação do gênero *Prosopis* no Nordeste do Brasil**. In: Queiróz, Goedert, e Ramos (eds.), Recursos Genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste Brasileiro. Petrolina-PE: Embrapa Semi-Árido/Brasília-DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999.

LIMA, P. C. F. **Trabajos de investigación com espécies del gênero *Prosopis* en la Región Semiárida del Brasil**. In. Mesa Redonda Internacional, Arica: Chile, 1985.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. **Hidrologia de matas ciliares**. In: RODRIGUES, R. R.; LEITAO-FILHO, H. F. Matas ciliares: conservação e recuperação. São Paulo: EDUSP, FAPESP, p. 33-44. 2004.

LIMA, B. G. **Composição Florística e Análise Fitossociológica em duas áreas de Caatinga no Centro-Sul Cearense**. Tese de Doutorado. Centro de Ciências Agronômicas. UFERSA, Mossoró – RN. 2011.

LIMA, B. G. et al. Caracterização florística de duas áreas de Caatinga na região Centro-Sul do Ceará, Brasil. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 28, n. 2, p. 277-296, 2012.

LIMEIRA, E. A. **Influência dos fenômenos acoplados oceano-atmosfera sobre os Vórtices Ciclônicos de altos níveis observados no Nordeste do Brasil**. Tese (Doutorado

em Meteorologia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande: 2014.

LOBO, H. A. S.; BOGGIANI, P. C. Cavernas como patrimônio geológico. **Boletim Paranaense de Geociências**, v. 70, 2013.

LOEBMANN, D. **Herpetofauna do Planalto de Ibiapaba, Ceará: composição, aspectos reprodutivos, distribuição espaço-temporal e conservação**. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências. Unesp, Rio Claro. 2010.

LOMBARDI, J. A.; SALINO, A.; TEMONI, L. G. Diversidade florística de plantas vasculares no município de Januária, Minas Gerais, Brasil. **Lundiana**, v. 6, n. 1, p. 3-20, 2005.

LOPES, H. L.; CANDEIAS, A. L. B.; ACCIOLY, L. J. O.; SOBRAL, M. DO C. M.; PACHECO, A. P. Parâmetros biofísicos na detecção de mudanças na cobertura e uso do solo em bacias hidrográficas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.1210-1219, 2010.

LOPES, L, S, O. **Geoconservação e Geoturismo no Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí**. Dissertação de Mestrado. UFPI, Teresina – PI. 2011.

LUCENA, M. F. A. **Diversidade de Euphorbiaceae (s.l) no Nordeste do Brasil**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, UFPE. Recife-PE, 2009.

LUCENA, Marcelo Silva; DA SILVA, Josuel Arcanjo; ALVES, Allyson Rocha. Regeneração natural do estrato arbustivo-arbóreo em área de Caatinga na Estação Ecológica do Seridó–RN, Brasil. **Biotemas**, v. 29, n. 2, p. 17-31, 2016.

LUCENA, R. F. P.; FARIAS, D. C.; CARVALHO, T. K. N.; LUCENA, C. M.; VASCONCELOS-NETO, C. F. A.; ALBUQUERQUE, U. P. Uso e conhecimento da aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) por comunidades tradicionais no Semiárido brasileiro. **Sitientibus**, Ciências Biológicas, v. 11 n. 2, p. 255–264, 2011.

MACEDO, I.T.F.; BEVILAQUA, C.M.L.; OLIVEIRA, L.M.B.; CAMURÇA VASCONCELOS, A.L.F.; VIEIRA, L.S.; OLIVEIRA, F.R.; QUEIROZ-JUNIOR, E.M.; TOMÉ, A.R.; NASCIMENTO, N.R.F. Anthelmintic effect of Eucalyptus staigeriana essential oil against goat gastrointestinal

nematodes. **Veterinary Parasitology**, v. 173, p. 93-98, 2010.

MACHADO, C. C. C.; GALVÍNIO, J. D.; PEREIRA, E. C. G. **Utilização do IVAS e da Temperatura da superfície para análise multitemporal das mudanças ambientais no Parque Natural da Serra da Estrela (Portugal)**. VI Seminário Latino Americano de Geografia Física; II Seminário Ibero Americano de Geografia Física; Universidade de Coimbra, Maio de 2010.

MACHADO, I.C.S. & Lopes, A.V. **Recursos florais e sistemas de polinização e sexuais em Caatinga**. Pp. 515-563. In I.R.: Leal; M. Tabarelli & J.M.C. Silva. Ecologia e conservação da Caatinga. Editora Universitária da UFPE. 2003.

MACHADO-FILHO, H. O., MELO, J. I. M., SALES, M. F. Flora da região de Xingó, Alagoas-Sergipe: Portulacaceae *sensu lato*. **Biotemas**, v. 25, n. 4, 2012.

MACIEL, J, M, L. **Fungos filamentosos isolados do solo do Parque Nacional Serra das Confusões, Piauí, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Centro de Ciências Biológicas, 2008.

MAFRA, A. L., SILVA E. F., COOPER, M. & DEMATTÊ, J. L. I. Pedogênese de uma sequência de solos desenvolvidos de arenito na região de Piracicaba (SP). **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 25, p. 355-369, 2001.

MAGNOLI, D. e ARAÚJO, R. **Projeto de ensino de geografia**. São Paulo: Moderna, 2005.

MAIA-SILVA, C. **Adaptações comportamentais de *Melipona subnitida* (Apidae, Meliponini) às condições ambientais do Semiárido brasileiro**. Tese de Doutorado (Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Área de concentração-Entomologia. Ribeirão Preto-SP, 2013.

MAISE-SILVA, S.S. **Biologia de nidificação de *Xylocopa* (Hymenoptera, Apidae) e estratégias reprodutivas de espécies de *Lamiaceae* no Semiárido pernambucano**. (Tese de Doutorado) Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

MARACAHIPES, L.; LENZA1, E.; MARIMON, B. S.; PINTO, O. E. A.; RODRIGUES, J. R.; MARIMON JUNIOR, B. H. Estrutura e composição florística da vegetação lenhosa em cerrado rupestre na transição Cerrado-Floresta Amazô-

nica, Mato Grosso, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 1, p. 133-142, 2011.

MARCUSSI, A. B.; BUENO, C. R. P.; MIQUELONI, D. P.; ARRAES, C. L., Utilização de índices de vegetação para os sistemas de informação geográfica. **Revista Caminhos da Geografia**, v. 11, p. 41 -53. 2010.

MARENGO, J. A., AMBRIZZI, T., ROCHA, R. P., et al. Future change of climate in South America in the late twenty-first century: intercomparison of scenarios from three regional climate models. **Climate Dynamics**, sem volume, 2009.

MARKHAM, B. L.; Barker, L. L. Thematic Mapper Bandpass Solar Exoatmospherical irradiances. **International Journal of Remote Sensing**. v. 8, n. 3, p. 517-523, 1987.

MARQUES, A. L., SILVA, J. B., SILVA, D. G. REFÚGIOS ÚMIDOS DO SEMIÁRIDO: UM ESTUDO SOBRE O BREJO DE ALTITUDE DE AREIA-PB. **GEOTemas**, Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, v.4, n.2, p.17-31, 2014.

MARTIN, GABRIELA. **Pré-História do Nordeste do Brasil**. Recife: Universitária da UFPE, 1991.

MATOS, J, P, L. Comportamento geoelétrico da sequência drifte da bacia Potiguar (RN/CE). **Revista Brasileira de Geofísica**. vol.28, n.3, p.481-494. 2010.

MATOS, M, Q; FELFILL, J, M. Florística, fitossociologia e diversidade da vegetação arbórea nas matas de galeria do Parque Nacional de Sete Cidades (PNSC), Piauí, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**. v. 24, n. 2, p. 483-496. 2010.

MEDEIROS, M. B., WALTER, B. M. T.; OLIVEIRA, W.L. Comparações florísticas e estruturais entre comunidades arbóreas de dois fragmentos de florestas estacionais na bacia do rio Tocantins e outros remanescentes desta fisionomia florestal no Brasil. **Rodriguésia**, v. 65, n. 1, p. 021-035. 2014.

MELLO, M. A.; R.; BEZERRA, E. L. S.; MACHADO, I. C.. Functional Roles of Centridini Oil Bees and Malpighiaceae Oil Flowers in Biome-wide Pollination Networks. **Biotropica** (Lawrence, KS), v. 20, p. 1-9, 2012.

MENDES, M.C. **Caracterização e gênese de uma toposequência neossolo quartzarê-**

nico – latossolo amarelo no Parque Nacional do Catimbau. Dissertação de Mestrado, Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco, p. 119. 2012.

MENDES. **Comunidades de Campo Limpo no Parque Nacional Sete Cidades.** Tese de Doutorado. Instituto de Ciências Biológicas. UNB. Brasília. 2012.

MENDONÇA, R.C.; FELFILI, J.M.; WALTER, B.M.T.; SILVA-JÚNIOR, M.C.; REZENDE, A.B.; FILGUERIAS, T.S.; NOGUEIRA, P.E. & FAGG, C.W. **Flora vascular do bioma Cerrado: checklist com 12.356 espécies.** In: Sano, S.M.; Almeida, S.P. & Ribeiro, J.F. (eds.). Cerrado: ecologia e flora. Vol. 2. Embrapa Cerrados, Brasília. 1279p. 2008.

MENESES, L, F. **Diversidade de Paraneleidae (Collembola, Arthropodea, Entomobryodea) no Nordeste brasileiro, como ênfase em áreas úmidas da Caatinga.** Dissertação de Mestrado. Centro de Biociências, UFRN, Natal – RN. 2013.

MENEZES, P, E, L. **Evolução Estrutural, Geometria e Deformação na área da Falha de baixa Grande bacia Potiguar emersa - Brasil/RN.** Dissertação de Mestrado. Centro de Pós-graduação – UFOP. 1996.

MESQUITA, F, W et al. Histórico dos incêndios na vegetação do Parque Nacional da Chapada Diamantina, entre 1973 e abril de 2010, com base em imagens Landsat. **Biodiversidade Brasileira**, v. 1, n. 2, p. 228-246, 2011.

MESQUITA, M, R; CASTRO, A, A, J, F. Florística e Fitossociologia de uma área de Cerrado marginal (Cerrado Baixo), Parque Nacional Sete Cidades, Piauí. Publ. Avulsas concerv. **Ecossistemas**, v. 15, p. 1-22. 2007.

MISSURA, R. **Bacia do riacho Pioré-PE., análise morfotectônica e morfoestratigráfica.** Tese de Doutorado - Universidade Federal de Pernambuco. CFCH. Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2013.

MOITINHO, A, O. **Análise Estrutural Geométrica e Cinemática das Formações Açuruá, Tombador e Caboclo no entorno da cidade de Andaraí, região da Chapada Diamantina – BA.** Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Instituto de Geociências, UFBA, Salvador, BA. 2011.

MORAES, M. B. R. de. Implementação das áreas de proteção ambiental federais no Brasil: o enfoque da gestão. 2011. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo/ São Paulo, 2011.

MORAIS, R. D. **Análise espaço-temporal da vegetação de mangue na Paraíba: sensoriamento remoto e geoprocessamento como ferramentas de coleta e análises.** Monografia de graduação. UFCG, p. 64, 2014.

MORO, M. F., MACEDO, M. B., MOURA-FÉ, M. M., CASTRO, A. S. F., COSTA, R. C. Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará. **Rodriguésia**, v. 66, n. 3, p. 717-743. 2015

MORSELLO, C. Áreas protegidas públicas e privadas: seleção e manejo. São Paulo: Anablume/Fapesp, 2001.

MOTA, L, A. **Paleoambiente e Arqueologia no Nordeste do Brasil: uma proposta de estudo antracológico do Boqueirão da Pedra Furada (Piauí, Brasil).** Dissertação de Mestrado. Instituto Politécnico de Tomar – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. 2012.

MOURA, D. C. & SCHLINDWEIN, C. **Mata ciliar do Rio São Francisco como Biocorredor para Euglossini (Hymenoptera: Apidae) de Florestas Tropicais Úmidas.** Neotropical Entomology, v. 38, n. 2, p. 281-284, 2009.

MOURA, D. C. **Comunidade de abelhas e plantas nas Matas Ciliares do Rio São Francisco Alagoas e Sergipe.** Tese de Doutorado, centro de Ciências Biológicas-Biologia Vegetal, UFPE, Recife. 2008.

MOURA, D. C. **Riqueza e abundância de abelhas em diferentes estágios de degradação da Caatinga como indicadores ambientais no entorno da Usina Hidrelétrica de Xingó.** Dissertação de Mestrado, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, UFPE, Recife, PE. 2003.

MOURA, R. T. Vertebrados da região do vale do rio Peruaçu - Análise da fauna de mamíferos. **Arq. Mus. Hist. Nat. Jard. Bot.** - UFMG. Belo Horizonte. Volume XIX – 2009.

MOURA-LIMA, E, N, et al. Reativação Cenozóica do sistema de falhas de Afonso Bezerra, bacia Potiguar. **Revista Geociências**, São Paulo, UNESP, v. 30, n. 1, p. 77-93, 2011.

MUNHOZ, C. B. R. & FELFILI, J. M. Florística do estrato herbáceo-subarbusivo de um campo limpo úmido em Brasília, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 3, 2007.

NASCIMENTO, F. H. F. do; GIULIETTI, A. M.; QUEIROZ, L. P. de. Diversidade arbórea das florestas alto montanas no Sul da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Acta Bototânica Brasilica** v. 24, n. 3, p. 674-685. 2010.

NASCIMENTO, L. M., RODAL, M. J. N. & SILVA, A. G. Florística de uma floresta estacional no Planalto da Borborema, Nordeste do Brasil. **Rodriguésia**, v. 63, n. 2, p. 429-440, 2012.

NASCIMENTO, J, L, X. et al. Avaliação rápida das potencialidades ecológicas e econômicas do Parque Nacional de Ubajara, Ceará, usando aves como indicadores. **Ornithologia**, v. 1, n. 1, p. 33-42, 2005.

NDAGIJIMANA, C.; PAREYN, F.G.C.; RIEGLHAUPT, E. USO DO SOLO E DESMATAMENTO DA CAATINGA: UM ESTUDO DE CASO NA PARAÍBA E NO CEARÁ – BRASIL. **Estatística Florestal da Caatinga**, v.2, 2015.

NERI, A. V.; MEIRA NETO, J. A. A.; SILVA, A. F.; MARTINS, S. V.; SAPORETTI JUNIOR, A. W. Composição florística de uma área de cerrado *Sensu Stricto* no município de Senador Modestino Gonçalves, Vale do Jequitinhonha (mg) e análise de similaridade florística de algumas áreas de Cerrado em Minas Gerais. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v. 31, n. 6, p.1109-1119, 2007.

NEU, C.; SEABRA, G, F. **O turismo no espaço rural da Chapada Diamantina.** In: IV Congresso Internacional sobre Turismo Rural e Desenvolvimento Sustentável, Joinville. 2004.

NEVES, S. P. S.; CONCEIÇÃO, A. A. Campo rupestre recém-queimado na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil: plantas de rebrota e sementes, com espécies endêmicas na rocha. **Acta Botanica Brasilica** v.24, n.3 São Paulo. 2010.

NÓBREGA, R. S., SANTIAGO, G. A. C. F., SOARES, D. B. TENDÊNCIAS DO CONTROLE CLIMÁTICO OCEÂNICO SOB A VARIABILIDADE TEMPORAL DA PRECIPITAÇÃO NO NORDESTE DO BRASIL. **Revista Brasileira de Climatologia**, Ano 12 – Vol. 18 – JAN/JUN 2016.

ODUM, E. P. **Fundamentos de Ecologia.** 4ª

Ed. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa. p. 927, 1988.

OLIVEIRA, C. P., FRANCELINO, M. R., CYSNEIROS, V. C., ANDRADE, F. C., BOOTH, M. C. Composição Florística e Estrutura de um Cerrado *Sensu Stricto* no Oeste da Bahia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil, **CERNE**, v. 21 n. 4 p. 545-552, 2015.

OLIVEIRA, C.C.; ZANDEVALLI, R.B.; LIMA, A.L.A. & RODAL, M.J.N. Functional groups of woody species in semi-arid regions at low latitudes. **Austral Ecology**, v. 40, p. 40-49. 2015.

OLIVEIRA, D. de P. R. de. **Planejamento estratégico: conceitos, metodologias e práticas.** In: Planejamento estratégico: conceitos, metodologias e práticas. Atlas, 2010.

OLIVEIRA, I. P. M. R. de. **Barramento naturais no Vale do Rio Peruaçu: consequências ecológicas e ambientais e eventos pretéritos e futuros.** Lavras: UFLA, 2008.

OLIVEIRA, L. M. M. DE; MONTENEGRO, S. M. G. L.; ANTONINO, A. C. D.; SILVA, B. B. DA; MACHADO, C. C. C.; GALVÍNIO, J. D. Análise quantitativa de parâmetros biofísicos de bacia hidrográfica obtidos por sensoriamento remoto. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, p.1209- 1217, 2012.

OLIVEIRA, M, E, A. **Mapeamento, florística e estrutura da transição Campo-Floresta na vegetação (Cerrado) do Parque Nacional Sete Cidades, Nordeste do Brasil.** Tese de Doutorado. Instituto de Biologia. Unicamp, São Paulo. 2004.

OLIVEIRA, W. M.; CHAVES, I. B. LIMA, E. R. V. Índices espectrais de vegetação de caatinga em um Neossolo Litólico do **semiárido paraibano**. Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Natal, Brasil, 25-30 abril de INPE, p. 2103-2110. 2009.

OLIVEIRA, H, C. **Briófitas da Chapada de Ibiapaba, Ceará, Brasil.** Dissertação de Mestrado. Departamento de Ciências Biológicas. UFFS, Feira de Santana – BA. 2008.

OLIVEIRA, H, C; BASTOS, C, J, P. Fissidentaceae (Bryophyta) da Chapada da Ibiapaba, Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 33, n.3, p.393-405, 2010.

OLIVEIRA, L. S.; CRUZ, M. L. B. Vetores de Preservação sobre a Unidade de Conservação de Proteção Integral: A Estação Ecológica de Aiuaba, Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, vol.07, n.06 1126-1132. 2015.

OLIVEIRA, M. E. A.; MARTINS, F. R. **Classificação e caracterização dos tipos vegetacionais do Parque Nacional Sete Cidades**. In.: OLIVEIRA, M. E. A. Mapeamento, florística e estrutura da transição Campo-Floresta na vegetação (Cerrado) do Parque Nacional Sete Cidades, Nordeste do Brasil. Tese de Doutorado. Instituto de Biologia. Unicamp, São Paulo. 2004.

OLIVEIRA, M. E. A.; MARTINS, F. R.; CASTRO, A. A. J. F. **Estrutura, relação florística e diversidade na transição campo-floresta no Parque Nacional Sete Cidades, NE Brasil**. In.: OLIVEIRA, M. E. A. Mapeamento, florística e estrutura da transição Campo-Floresta na vegetação (Cerrado) do Parque Nacional Sete Cidades, Nordeste do Brasil. Tese de Doutorado. Instituto de Biologia. Unicamp, São Paulo. 2004.

OLIVEIRA, M. E. A.; MARTINS, F. R.; CASTRO, A. A. J. F. **Flora Vascular do Parque Nacional Sete Cidades, estado do Piauí, NE Brasil**. In.: OLIVEIRA, M. E. A. Mapeamento, florística e estrutura da transição Campo-Floresta na vegetação (Cerrado) do Parque Nacional Sete Cidades, Nordeste do Brasil. Tese de Doutorado. Instituto de Biologia. Unicamp, São Paulo. 2004.

OLIVEIRA, M. E. A.; MARTINS, F. R.; SANTOS, J. R. **Mapeamento de vegetação da porção oriental da bacia do Paranaíba, NE DO Brasil utilizando imagens TM/Landsat e dados quantitativos**. In.: OLIVEIRA, M. E. A. Mapeamento, florística e estrutura da transição Campo-Floresta na vegetação (Cerrado) do Parque Nacional Sete Cidades, Nordeste do Brasil. Tese de Doutorado. Instituto de Biologia. Unicamp, São Paulo. 2004.

OLIVEIRA, M. E. A.; MARTINS, F. R.; SHEPHERD, G. J. **Relação solo-vegetação numa transição campo-floresta no Nordeste do Brasil**. In.: OLIVEIRA, M. E. A. Mapeamento, florística e estrutura da transição Campo-Floresta na vegetação (Cerrado) do Parque Nacional Sete Cidades, Nordeste do Brasil. Tese de Doutorado. Instituto de Biologia. Unicamp, São Paulo. 2004.

OLIVEIRA, P. V. **Mamíferos do Neopleistoceno – Holoceno do Parque Nacional de Ubatuba, Ceará**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências. UFRGS, Porto Alegre. 2010.

OLIVEIRA, P. V.; BASTOS, C. J. P. Jungermanniales (Marchantiophyta) da Chapada da Ibiapaba, Ceará, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, n. 4, p. 1202-1209. 2009.

OLIVEIRA, S. O. **Uso e ocupação humana em área de corredor ecológico no Bioma Caatinga: políticas públicas como meio de satisfação do desenvolvimento sustentável**. In.: VII Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica. Fortaleza, 28 a 30 de novembro de 2007.

OLIVEIRA-FILHO, A.T. **Catálogo das árvores nativas de Minas Gerais: mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais**. Editora UFLA, Lavras. 423p. 2006.

PAES, M. L. N. & Dias, I. F. O. **Plano de manejo: Estação Ecológica Raso da Catarina**. Brasília: Ibama, 2008.

PAREYN, F. G. C. **OS Recursos florestais nativos e a sua gestão no estado de Pernambuco – o papel do manejo florestal sustentável**. In: GARIGLIO, M.A. [et al.], organizadores. *Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga*. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, p. 368, 2010.

PAREYN, F.G.C.; PEREIRA, W. E.; SALCEDO, I.H.; RIEGELHAUPT, E.M.; GOMES, E.C.; CRUZ FILHO, J.L.V. A influência da precipitação sobre o crescimento e os ciclos de corte da Caatinga manejada – uma primeira aproximação. **Estatística Florestal da Caatinga**, v.2, ago. 2015.

PARKINSON, C. L. **“Earth from above”**. University Sciences Books, Sansalito. Land vegetation, p.107- 111, 1997.

PARNA-PC. **Parque Nacional Cavernas do Peruaçu**. v. 1, Brasília, 2005.

PARUELO, J.M., JOBBÁGY E.G.; SALA O.E. Current distribution of ecosystem functional types in temperate South America. **Ecosystems**, v. 4, n. 7, p. 683-698. 2001.

PAUPITZ, J. **Elementos da estrutura fundiária e uso da terra no Semiárido brasileiro**,

In: Uso Sustentável e Conservação dos Recursos Florestais da CAATINGA, GARIGLIO M. A. et al., organizadores. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010.

PEDREIRA, Augusto J. Sistemas deposicionais da Chapada Diamantina centro-oriental, Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 27, n. 3, p. 229-240, dezembro de 1997.

PEREIRA, A. B. Mata Atlântica: uma abordagem geográfica. **Nucleus**, v.6, n.1, 2009.

PEREIRA, B.S. **Relações vegetação-variáveis ambientais em Florestas Estacionais Decíduas em afloramentos calcários no bioma Cerrado e em zonas de transição com a Caatinga e com Amazônia**. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília, Brasília, 79p. 2008.

PEREIRA, B. A. da S.; VENTUROLI, F.; CARVALHO, F. A. Florestas Estacionais no Cerrado: uma visão geral. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia: v. 41, n. 3, 2011.

PEREIRA, T. M. S. **Riqueza e diversidade de vegetações em afloramentos rochosos no município de Esperança-PB**. Monografia (Curso de Geografia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências Humanas. Campina Grande: 2016.

PEREIRA, L. et al. A salinidade das águas superficiais e subterrâneas na bacia da Gamaleira, município de Aiuaba/CE. **Águas Subterrâneas**, v.20, n.2, p.9-18, 2006.

PEREIRA, R. G. F. A. **Geoconservação e desenvolvimento sustentável na Chapada Diamantina (Bahia-Brasil)**. Tese de Doutorado. Escola de Ciências, Universidade do Minho, Portugal, 2010.

PESSENDA, L. C. R. et al. Late Pleistocene and Holocene vegetation changes in northeastern Brazil determined from carbon isotopes and charcoal records in soils. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 297, n. 3, p. 597-608, 2010.

PETRI, S.; FÚLFARO, V. J. **Geologia do Brasil**. Editora T. A. Queiroz. USP. 1983.

PILÓ, L.B. **A Morfologia Cárstica do Baixo Curso do Rio Peruaçu, Januária - Itacarambi, MG**. IGC/UFMG. Belo Horizonte. Monografia de Graduação, 80p. 1989.

PONZONI, F. J. & SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação**. São Jose dos Campos: Editora Parêntese, p. 127, 2007.

PRADO, D. E. **As caatingas da América do Sul**. In: LEAL, R. I.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Ed.) *Ecologia e conservação da caatinga: uma Introdução ao desafio*. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, p. 3-73, 2003.

PROBIO. **Seminário sobre Avaliação e Identificação de Ações Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade do Bioma Caatinga**. 2000.

PROCESSAMENTO DIGITAL, 2013. Disponível em: <www.processamentodigital.com.br/2013/06/02landsat-8-novascombinacoes-de-bandas/>. Acesso em: 02 set. 2014.

QUEIROZ, L.P. **The Brazilian Caatinga: phytogeographical patterns inferred from distribution data of the Leguminosae**. In: Pennington, R.T.; Lewis, G.P. & Ratter, J.A. (eds.). *Neotropical savanas and dry forests: plant diversity, biogeography, and conservation*. Taylor & Francis, Boca Raton. p. 113-149. 2006.

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

RAMOS, R.G.; PAIXÃO, L.C.P. Práticas ecoturísticas no Parque Nacional de Sete Cidades (PI) na perspectiva do turismo sustentável. **Revista Brasileira de Ecoturismo**, São Paulo, v. 7, n. 1, p.28-43. 2014.

Rêgo, S. C. A.; Lima, P. P. S.; Lima, M. N. S.; T. R. R. Análise comparativa dos índices de vegetação NDVI e SAVI no município de São Domingos do Cariri-PB. **Revista geonorte**, Edição Especial, v. 2, n. 4, p. 1217-1229, 2012.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado**. In Cerrado: ecologia e flora (S.M. Sano, S.P. Almeida & J.F. Ribeiro, eds.). EMBRAPA-CPAC, Planaltina, p. 151-212, 2008.

RIBEIRO-FILHO, A. A., FUNCH, L. S., RODAL, M. J. N. Composição Florística da Floresta Ciliar do rio Mandassaia, Parque Nacional da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Rev. Rodriguésia**, v. 60, n. 2, p. 265-276, 2009.

- RIEGELHAUPT, E. M.; PAREYN, F. G. C. **A questão energética.** In: GARIGLIO, M.A. [et al.], organizadores. Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, p. 368, 2010.
- RIODA, V.; CANDELATO, F.; MOTA, L.; PARENTI, F. Jazidas de rochas silicosas na área do Parque Nacional Serra da Capivara (Piauí, Brasil): primeiros dados geoarqueológicos. **R. Museu Arq. Etn. São Paulo**, n. 21, p. 103-113. 2011.
- RIZZINI, C.T. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos.** Rio de Janeiro, Âmbito Cultural Edições Ltda. 1979.
- RODAL, M. J. N. Divergências funcionais e estratégias de resistência à seca entre espécies decíduas e sempre verdes tropicais. **Rodriguésia**. v. 66, n. 1, p. 021-032, 2015.
- RODAL, M.J.N. & NASCIMENTO, L.M. Levantamento florístico da floresta serrana da reserva biológica de Serra Negra, microrregião de Itaparica, Pernambuco, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 16: 481-500. 2002.
- RODAL, M.J.N., ANDRADE, K.V.A., SALES, M.F. & GOMES, A.P.S. Fitossociologia do component lenjoso de um refúgio vegetacional no município de Buíque, Pernambuco. **Rev.Brasil. Biol.** V. 58, n. 3, p. 517-526, 1998.
- RODAL, M. J, N. **Aspectos Biogeográficos das Florestas Montanas Interioranas do Nordeste Setentrional.** In.: III CLAE e IXCEB, São Lourenço – MG. 10 a 17 de Setembro de 2009.
- RODAL, M. J, N. et al. Levantamento quantitativo das plantas lenhosas em trechos de vegetação de Caatinga em Pernambuco. **Caatinga** (Mossoró,Brasil), v.21, n.3, p.192-205, 2008.
- RODET, J., RODET, M., WILLEMS, L., POUCLLET, A. **Abordagem geomorfológica da bacia do rio Peruaçu e implicações geoarqueológicas.** In: Arq. Mus. Hist. Nat. Jard. Bot. - UFMG. Belo Horizonte. Volume XIX – 2009.
- RODRIGUES, M. T. **Herpetofauna da Caatinga.** In: LEAL, R. I.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Ed.) Ecologia e conservação da caatinga: uma Introdução ao desafio. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, p 181-188, 2003.
- RODRIGUES; A. C. da C.; OSUNA, J. T. A.; QUEIROZ, S. R. de O. D.; RIOS, A. P. S. Efeito do Substrato e Luminosidade na Germinação de *Anadenanthera Colubrina* (Fabaceae, Mimosoideae). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 31, n. 2, p. 187-193, 2007.
- ROSSONI, F. F. P., ROSSONI, H. A. V. & LIMA, S. C. R. B. POLÍTICAS PÚBLICAS E CONFLITO AMBIENTAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v. 3, n. 1, p. 74-80, 2013.
- ROUSE, J. W.; HASS, R. H. SCHELL, J. A. & DEERING, D. W. **Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS.** In. Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium,. Proceedings. Washington, v. 1, Sec. A, p. 309-317, 1973.
- SALATI, E.; SALATI, E.; CAMPANHOL, T.; NOVA, N. V. **Mudanças Climáticas Globais e Efeitos sobre a Biodiversidade. Tendências de Variações Climáticas para o Brasil no Século XX e balanços hídricos para cenários climáticos para o século XXI.** Nº 04. Rio de Janeiro: 2007.
- SALES, M.F.; MAYO, S.J.; RODAL, M.J.N. **Florestas serranas de Pernambuco: um checklist da flora ameaçada dos Brejos de Altitude.** Recife, Imprensa Universitária da Universidade Federal Rural de Pernambuco. 1998.
- SAMPAIO, E. V. S. B. & SALCEDO. I. H. Effect of different fire severities on coppicing of Caatinga vegetation in Serra Talhada, PE, Brazil. **Biotropica**, v. 25, p. 452-460, 1993.
- SAMPAIO, E. V. S. **Usos das plantas da Caatinga. Workshop Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade bioma Caatinga.** Petrolina, Pernambuco, Brasil. p. 49-90, 2002.
- SAMPAIO. E, P, N. **Ventura: dos diamantes ao ecoturismo? Estudo de caso do potencial ecoturístico do distrito de Ventura, Morro do Chapéu, Chapada Diamantina, Bahia.** Dissertação de Mestrado. Salvador – BA, UFSC/UFBA. 2004.
- SAMPAIO. E. V. S. B. E SAMPAIO, Y. **Preservação da vegetação nativa, especialmente da caatinga: custos e responsabilidades.** In: Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, v. 3, 1999.
- SAMPAIO. E; RODAL. M, J. **Fitofisionomias da Caatinga.** In.: Documento para discussão no GT Botânica. Petrolina, 2000.
- SANTANA, D. O. et al. Utilização do microhabitat e comportamento de duas espécies de lagartos do gênero *Tropidurus* numa área de Caatinga no Monumento Natural Grota do Angico. **Scientia Plena**, v. 7, n. 4, p.1-9, 2011.
- SANTANA, J, A, S, et al. **Estrutura e distribuição espacial da vegetação da Caatinga na Estação Ecológica do Seridó, RN.** IN.: Pesquisa Florestal Brasileira. Macaíba – RN. 2016.
- SANTOS, A. M. M. **Distribuição de plantas lenhosas e relações históricas entre a Amazônia, a Floresta Atlântica e os Brejos de Altitude do Nordeste Brasileiro.** Dissertação de Mestrado em Biologia Vegetal – Centro de ciências Biológicas. Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Botânica, Recife, 2002.
- SANTOS, C. A. **Geoprocessamento e integração de dados para mapeamento geomorfológico e morfoestrutural da Folha Poço da Cruz, Bacia de Jatobá – PE.** Tese de Doutorado – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Geociências, 2012.
- SANTOS, EJ dos; BRITO NEVES, BB de. **Província Borborema. O Pré-Cambriano do Brasil**, p. 15-20, 1984.
- SANTOS, L. J.; MARMONTEL, C.V. F.; MARTINS, T. M.; MELO, A. G. C. Fitossociologia de Cerrado *Sensu stricto* Localizado No Município De Carbonita–MG. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal** , v. 15, n. 1, fev. 2010.
- SANTOS, M. F.; Serafim, H.; Sano, P. T. Fisionomia e composição da vegetação florestal na Serra do Cipó, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 4, p. 793-814, 2011.
- SANTOS, M.R.; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; EISENLOHR, P.V.; QUEIROZ, L.P.; CARDOSO, D.B.O.S.; RODAL, M.J.N. Identity and relationships of the arboreal Caatinga among other floristic units of seasonally dry tropical forests (SDTFs) of Northeastern and Central Brazil. **Ecology and Evolution**, v. 2, p. 409-428, 2012.
- SANTOS, R. M.; VIEIRA, F. A.; FAGUNDES, M.; NUNES, Y. R. F.; GUSMAO, E. Riqueza e similaridade florística de oito remanescentes florestais no Norte de Minas Gerais, Brasil. **Revista Árvore**, v. 31, n. 1, p. 135-144. 2007.
- SANTOS, R. M.; VIEIRA, F. A.; FAGUNDES, M.; NUNES, Y. R. F.; GUSMAO, E. SILVA, M. S. F. & SOUZA, R. M. O potencial fitogeográfico de Sergipe: uma abordagem a partir das unidades de conservação de uso sustentável. **Scientia Plena**, v. 5, n. 10, 2009.
- SANTOS, R.M. **Identidade e relações florísticas da Caatinga Arbórea do Norte de Minas Gerais e sudeste da Bahia.** Tese de Doutorado. Universidade Federal de Lavras, Lavras. 118p. 2009.
- SANTOS, R.M.; VIEIRA, F.A.; FAGUNDES, M.; NUNES, Y.R.F. & GUSMÃO, E. Riqueza e similaridade florística de oito remanescentes florestais no norte de Minas Gerais, Brasil. **Revista Árvore**, v. 31, p. 135-144, 2007a.
- SANTOS, R.M.; VIEIRA, F.A.; FAGUNDES, M.; NUNES, Y.R.F.; GUSMAO, E. SILVA, M. S. F. & SOUZA, R. M. O potencial fitogeográfico de Sergipe: uma abordagem a partir das unidades de conservação de uso sustentável. **SCIENTIA PLENA**, v. 5, n. 10, p. 1-11, 2009.
- SANTOS, Saint-Clair. H. **Direito Ambiental - Unidades de Conservação, Limitações Administrativas.** Curitiba: Juruá, 2003.
- SANTOS. F, L, A; SOUZA. M, N. Caracterização Geoambiental do Planalto Cuestiforme da Ibiapaba – Ceará. **Revista Geonorte**, Edição Especial, V.2, N.4, p.301 – 309. 2012.
- SANTOS. J, C. **Quadro Geomorfológico do Parque Nacional Sete Cidades.** Dissertação de Mestrado. Centro de Filosofia e Ciências Humanas. UFSC. Florianópolis. 2001.
- SANTOS. J; PELLERIN, J. **Mapeamento geomorfológico do Parque Nacional Sete Cidades, Piracuruca, Piauí.** In: II Congresso sobre planejamento e gestão das zonas costeiras dos países de expressão portuguesa, IX Congresso da associação brasileira de estudos do Quaternário e II Congresso do Quaternário dos países de língua ibéricas. UECE. 2003.
- SANTOS. L, et al, **Pirometamorfismo ígneo na Bacia Potiguar, Nordeste do Brasil.** **Revista do Instituto de Geociências – USP.** Geol.

USP, Sér. cient., São Paulo, v. 14, n. 2, p. 12-138, Junho 2014.

SANTOS, L. M., A. **Do diamante ao turismo, o espaço produzido no município de Lençóis.** Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências. UFBA, Salvador, BA. 2006.

SANTOS, L. T. S. O.; VASCONCELOS, M. P. RODRIGUES, D. da P., NOLASCO, M. C., JESUS, T. B. de. Consequências da atividade garimpeira de diamante na Bacia do Rio Coisa Boa, Vila de Igatu - Andaraí - BA. **Revista de Biologia e ciências da Terra**, v. 10, n. 2, 2010.

SANTOS, M. C., P. **A jazida arqueológico-paleontológica Toca da Janela da Barra do Antônio. Estratigrafia e Indústria Lítica (Piauí, Brasil).** Dissertação de Mestrado. Instituto Politécnico de Tomar - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. 2012.

SANTOS, R. S.; MACHADO, C. S. **Análise do balanço hídrico, nos anos de 2004 e 2005 do município de Itabaiana - SE.** In: I Seminário Nacional de Geoecologia e Planejamento Territorial e IV Seminário do GEOPLAN, UFS. 11 A 13 de setembro de 2012.

SANTOS, V. J., R. A presença do *Blastocerus Dichotomus* nas pinturas rupestres do Parque Nacional Serra da Capivara e seus indicadores paleoambientais. **Cadernos do LEPAARQ**, Vol. XI, nº22, p. 25-40. 2014.

SCHAEFER, C.E.R. Brazilian latosols and their B horizon microstructure as long-term biotic constructs. **Australian Journal of Soil Research**, v. 39, p. 909-926, 2001.

SCHENINI, P. C.; COSTA, A. M.; CASARIN, V. W. **Unidades de Conservação: Aspectos Históricos e sua Evolução.** In: COBRAC 2004 - Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário - UFSC, Florianópolis. 2004.

SERAFINI, J. S. **O microclima de uma vereda degradada: estudo de caso no Parque Estadual Veredas o Peruaçu-MG.** São Paulo, 2010.

SIGEP - **Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos.** 2012.

SILVA JUNIOR, E. D. **Levantamento do potencial geoturístico do parque nacional do Catimbau-PE, como subsídio para criação de um futuro geoparque.** Recife: O autor, 2013.

SILVA JÚNIOR, J. M. F. **Um regime rúptil, pós-siluro-devoniano no domínio da zona transversal, Província Borborema-Nordeste do Brasil.** Dissertação de Mestrado Ouro Preto, Universidade Federal de Ouro Preto, 156p. 1997.

SILVA, A. C. C., PRATA, A. P. N., SOUTO, L. S., MELLO, A. A. Aspectos de Ecologia de Paisagem e Ameaças à Biodiversidade em uma Unidade de Conservação na Caatinga, em Sergipe. **Revista Árvore**, v. 37, n. 3, p. 479-490, 2013.

SILVA, B. B., LOPES, G.M., Azevedo, P. V. Balanço de Radiação em Áreas Irrigadas Utilizando Imagens Landsat5-TM. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo - SP, v. 20, n. 2, p. 243-252. 2005.

SILVA, J. B., 2012. **Sensoriamento Remoto aplicado ao estudo do ecossistema manguezal em Pernambuco.** Tese de Doutorado. UFPE, Recife, UFPE.

SILVA, J. H.; Maia, F. B. A. O TURISMO NO PARQUE NACIONAL DO CATIMBAU: avaliação dos benefícios da atividade percebidos pelos moradores. **Revista Turismo e Ação**, v. 10, p. 204-220, 2008.

SILVA, J. M. C. T., M. E FONSECA, M. T. **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação.** Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente: Universidade Federal de Pernambuco, 2004.

SILVA, L. G.; GALVÍNCIO, J. D., Análise comparativa da variação dos índices NDV e SAVI no sítio PELD - 22 em Petrolina - PE, na primeira década do século XXI. **Revista Brasileira de Geografia Física** v. 6, 1446-1456. 2012.

SILVA, M. J., MELO, J. I. M., SALES, M. F. Flora d Região de Xingó, Alagoas e Sergipe: Acanthaceae A. Juss. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 2, 2010.

SILVA, M. P. P. & PÔRTO, K. C. Briófitas: estado do conhecimento e vulnerabilidade na Floresta Atlântica Nordeste. **Bol. Mus. Biol. Mello Leitão** (N. Sér.), v. 36, p. 19-34. 2014.

SILVA, P. P. L.; MACHADO, C. C. C.; SILVA, B. B.; GALVÍNCIO, J. D. **Análise espaço-temporal do IVAS e da temperatura da superfície no município de Serra Talhada - PE.** In: Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto

- SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, INPE. 2013

SILVA, R. F. MELO, P., MOTA FILHO, F. DE O., SILVA, N. H., PEREIRA, E. C. G. INTERAÇÃO DO LÍQUEN *Cladonia verticillaris* COM SOLO DE SUA ÁREA DE OCORRÊNCIA. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia v. 13, n. 42. 2012.

SILVA, R. M. A. Entre dois paradigmas: combate à seca e convivência com o semiárido. **Sociedade e Estado**, Brasília, v.18, n.1/2, p.361-385, 2003.

SILVA, V. F. **Diversidade funcional de espécies arbóreas dominantes na borda e interior de um fragmento de mata atlântica em Pernambuco.** Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Ciência Florestal, Recife, 2016.

SILVA, V. P. R.; CORREIA, A. A.; COELHO, M. S. Análise de tendência das séries de precipitação pluvial do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, n. 1, p. 111-114, 1998.

SILVA, A. J. C. L. P. **O Supergrupo Espinhaço na Chapada Diamantina Centro-Oriental, Bahia: sedimentologia, estratigrafia e tectônica.** Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, USP, São Paulo, SP. 1994.

SIMÕES, P. R. **Carste e Paleoecologia em São Raimundo Nonato - PI, Brasil.** In: 13th International Congress of Speleology, 4th Speleological Congress of Latin América and Caribbean e 26th Brazilian Congress of Speleology. Brasília DF, p. 305-309, 2001.

SNE. **Projeto Técnico para a Criação do Parque Nacional do Catimbau/PE - versão final, em cumprimento ao Contrato nº 086-00/02, Subprojeto "Proposta para Criação do Parque Nacional do Catimbau/PE".** Coordenação Geral: Maria das Dores de V. C. Melo. Recife: SNE, 2002

SNUC. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza.** MMA/SBF. 3 ed. 2003.

SOARES FILHO, A. O. **Fitogeografia e Estrutura das Florestas Estacionais Deciduais no Brasil.** Tese de Doutorado. Departamento de Ciências Biológicas, UEFS, Feira de Santana - BA. 2012.

SOUSA, F. L. (Org.) **BNDES 60 anos: perspectivas setoriais. A economia brasileira: conquistas dos últimos dez anos e perspectivas para o futuro.** 1. ed. Rio de Janeiro: BNDES, 2012

SOUSA, L. A.; MOURA, D. C.; EVANGELISTA-RODRIGUES, A. Perfil Etnofarmacológico do Mel de Uruçú (*Melipona scutellaris*, Latreille 1811) Comercializado nas Feiras Livres e Meliponários do Brejo Paraibano. **Ci. & Tróp.** v. 39, n. 2, p. 185-203, 2016.

SOUZA, B. C. de; OLIVEIRA, R. S.; ARAÚJO, F. S. de; LIMA, A. L. A. de; RODAL, M. J. N. Divergências funcionais e estratégias de resistência à seca entre espécies decíduas e sempre verdes tropicais. **Rodriguésia**, v. 66, n. 1, p. 21-32, 2015.

SOUZA, B. I., ARTIGAS, R. C., LIMA, E. R. V. Caatinga e Desertificação. **Mercator**, Fortaleza, v. 14, n. 1, p. 131-150, 2015.

SOUZA, F. M.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. Species-specific associations between over story and understory tree species in a semi deciduous tropical forest. **Acta Botanica Brasílica**, v. 29, n. 1, p. 73-81, 2015.

SOUZA, W. S. T.; GUERRA, G.T. **Estudo geológico da Chapada Diamantina Setentrional a partir do emprego do conceito de unidade deposicional.** In: Congresso 173 Brasileiro De Geologia, 34, Goiânia, Anais. Goiânia, Soc. Bras. Geol., v. 1, p. 377-390. 1986.

SOUZA-SILVA, R. F., RAPINI, A. & J MORALES. F. *Mandevilla catimbauensis* (Apocynaceae), a new species from the semi-arid region, Pernambuco, Brazil. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 67, n. 1, p. 1-5, 2010.

SUDENE - SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. **Dados pluviométricos mensais do Nordeste.** Recife, Pernambuco. 1990.

TABARELII, M.; SANTOS, M. M. A. **Uma breve descrição sobre a história natural dos brejos nordestinos.** In: PORTO, K. C.; CABRAL, J. J. P.; TABARELII, M. Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

TEIXEIRA, M. G. **Unidades de conservação da Caatinga: Distribuição e contribuições para conservação**. Dissertação (Centro de Biociências-PPG em Ecologia). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, RN, 2016.

TELES, H, F, et al. Avaliação ambiental dos recursos hídricos no Parque Nacional Serra de Itabaiana-Sergipe. **Scientia Plena**, v. 9, n. 5. 2013.

TOTH, E, M, R. **Chapada Diamantina – rochas pré-cambrianas e pinturas rupestres do homem pleistocênico**. In: Ver. Clio Arqueológica, n. 12, 1997.

TROVÃO, D. M. B. M., FERNANDES, P. D., ANDRADE, L. A. & DANTAS NETO, J. Variações sazonais de aspectos fisiológicos de espécies da Caatinga. Campina Grande, PB, DEAg/UFCG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 11, n. 3, 2007.

UFMG. **Arqueologia Do Vale Do Rio Peruaçu e Adjacências – Minas Gerais**. In: Arq. Mus. Hist. Nat. Jard. Bot. - Ufm. Belo Horizonte. Volume Xix – 2009. Org/ André Prous & Maria Jacqueline Rodet. Belo Horizonte, 2009.

UNITED STATES GEOLOGICAL SERVICES. Governo dos EUA, 2014. Disponível em: <http://www.usgs.gov>.

USGS (SERVIÇO GEOLÓGICO NORTE AMERICANO), 2014. Disponível em: www.landsat.usgs.gov/index.php>. Acesso em: 03 set. 2014

VASCONCELOS-SOBRINHO, J. (ed.). **As regiões naturais do Nordeste, o meio e a civilização**. Recife: CONDEPE, 1971.

VASCONCELOS-SOBRINHO, J. **Os brejos de altitude e as matas serranas**. In: VELLOSO, A. L.; Sampaio, E. V. S. B. & Pareyn, F. G. C. Ecorregiões propostas para o Bioma Caatinga. Recife: Associação Plantas do Nordeste, Instituto de Conservação Ambiental. The Nature Conservancy do Brasil. 2002.

VERÍSSIMO, C, U, V. et al. Espeleoturismo e Microclima da Gruta de Ubajara, CE. **Estudos Geológicos**, p. 242-251. 2005.

VITAL, R. O. SILVEIRA, T. A. ALENCAR, H. M. Q. FERREIRA, B. **Uso de imagem srtm (shuttle radar topography mission) para o mapeamento geomorfológico na microbacia**

do Açude Taperoá II, Paraíba, Brasil. In: III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife-PE, p.1-5. 2010.

WALLAUER, M. T. B. **Sistema de unidades de conservação federais no Brasil: um estudo analítico de categorias de manejo**. Dissertação de Mestrado. Pós-graduação em Engenharia Ambiental – UFSC. Florianópolis, 1998.

WALLAUER, M. T. B. **Sistema de unidades de conservação federais no Brasil: um estudo analítico de categorias de manejo**. Dissertação de Mestrado. Pós-graduação em Engenharia Ambiental – UFSC. Florianópolis, 1998.

WANG, Z. X.; LIU, C.; HUETE, A. **Ecologica Sinica**, Amsterdam, v. 23, n. 5, p. 979-988, 2003.

WARTCHOW, F.; TULLOSS, R. E.; CAVALCANTI, M. A. Q. *Amanita lippiae*: a new species from the semi-arid Caatinga region of Brazil. **Mycologia**, v. 10, p. 864-870, 2009.

ZAPPI, D, C et al. Lista das plantas vasculares de catolés, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Bol. Bot. Univ. São Paulo**, v. 21, n. 2, p. 345-398, 2003.

Equipe Científica de Campo

Fundação Joaquim Nabuco (Fundaj)
e Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)



Sentido horário de cima para baixo: Dr. Neison Freire (Fundaj), Dra. Janaína Barbosa (UFCG), Dra. Alexandrina Sobreira (Fundaj) e Dra. Débora Moura (UFCG). Parque Nacional Serra da Capivara, São Raimundo Nonato (PI), julho de 2014.





Este Livro foi composto com a fonte Cambria
O papel utilizado para o miolo e capa foi o Couche Fosco 115 m/g²
Impresso no parque gráfico da MC2 Gráfica e Editora
Fone: 81 3458.0000
Brasil