



## **MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**

FUNDAÇÃO JOAQUIM NABUCO

Diretoria de Pesquisas Sociais

Rua Dois Irmãos, 92 | Apipucos | 52071-440 | Recife - PE

Fone: (81) 3073.6641 | Fax: (81) 3073.6614 | CNPJ: 09.773.169/0001-59  
www.fundaj.gov.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

Centro de Humanidades

Rua Aprígio Veloso, 882 | Bairro Universitário | 58429-900 | Campina Grande - PB

Fone: (83) 2101-1469 | Fax: (83) 2101-1722

www.ufcg.edu.br

## Relatório Parcial da Pesquisa

# **MAPEAMENTO E ANÁLISE ESPECTRO-TEMPORAL DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE PROTEÇÃO INTEGRAL DA ADMINISTRAÇÃO FEDERAL NO BIOMA CAATINGA**

# **PARQUE NACIONAL CAVERNAS DO PERUAÇU**

EQUIPE:

**COORDENADOR:**

**DR. NEISON CABRAL FERREIRA FREIRE (FUNDAJ)**

PESQUISADORES:

DRA. DÉBORA COELHO MOURA (UFMG)

DRA. JANAÍNA BARBOSA DA SILVA (UFMG)

DRA. ALEXANDRINA SALDANHA SOBREIRA DE MOURA (FUNDAJ)

COLABORADORES:

DR. JOSÉ IRANILDO MIRANDA DE MELO (UEPB)

RICARDO NÓBREGA (FUNDAJ)

M. SC. JUVENITA LUCENA (FUNDAJ)

GEO. ANA PAULA ARAÚJO (UFMG)

BOLSISTAS E ESTAGIÁRIOS:

AMAURI LOPES (UFPE/DECART)

ATHOS MENEZES (UFPE/DCG)

FRANCILAINE LIMA (UFMG/DCG)

ÍTALO FRANCIS (UFPE/DCG)

RAFAEL DANTAS (UFMG/DCG)

Recife

Março de 2015

# PARQUE NACIONAL CAVERNAS DO PERUAÇU

## *A transição Cerrado-Caatinga e as pressões antrópicas*

### 8.1 Introdução

O Parque Nacional Cavernas do Peruaçu (Parna Cavernas do Peruaçu) está inserido na Ecorregião da Depressão Sertaneja Meridional, que compreende uma área de 373.900 km<sup>2</sup>, situando-se a sudoeste do Bioma Caatinga (figura 1). Esta ecorregião limita-se com todas as ecorregiões, exceto com a do Complexo do Campo Maior (VELLOSO et al., 2002).

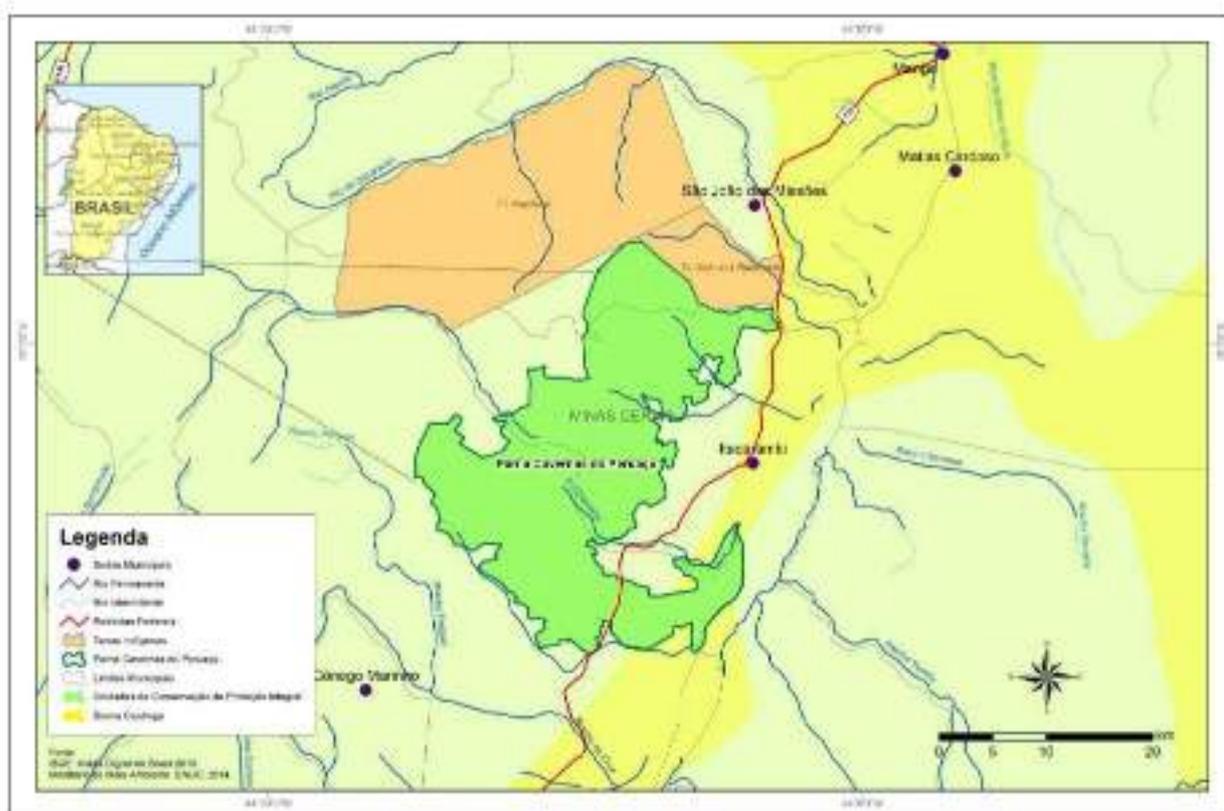


Figura 1: Mapa de localização do Parna Cavernas do Peruaçu.  
Fonte: autores (2014).

Entre as áreas de conservação desta ecorregião se destaca o **Parque Nacional Cavernas do Peruaçu** (figura 2), que foi criado por Decreto Federal s/n em 21 de setembro de 1999. Esta Unidade de Conservação de Proteção Integral está localizada na porção Norte do Estado de Minas Gerais,

inserida num contexto de mosaicos de outras unidades de conservação (APAs, Parques Nacionais e Estaduais, Florestas e Reservas Indígenas). A área encontra-se distribuída entre os municípios de Januária, Itacarambi e São João das Missões, a 653 km da capital do Estado, Belo Horizonte (UFMG, 2009).

Esta Unidade de Conservação de Proteção Integral do Parna Cavernas do Peruaçu apresenta uma flora bastante diversificada, ainda pouco conhecida, resultante de ambientes distintos (Caatinga, Floresta Estacional e Cerrado) (figura 8), sobre uma bacia sedimentar, com predomínio de rochas carbonáticas do Grupo Bambuí, rochas do Cretáceo Superior, tais como o arenito, o sílexito e a calcedônia e rochas do embasamento cristalino (granitos e granodioritos), encontradas nas áreas onde aflora o Pré-cambriano indiviso (PILÓ, 1989; UFMG, 2009).



Figura 2: Vista panorâmica do Parna Cavernas do Peruaçu.  
Foto: Neison Freire (2014).

O Parque Nacional apresenta ecossistemas naturais bem preservados, com áreas contínuas de vegetação arbórea arbustiva de Cerrado, Floresta Estacional e espécies de ampla distribuição de formações Caatinga (VELLOSO et al, 2002). As formações vegetais associadas à beleza cênica dos aspectos geológicos, geomorfológicos e arqueológicos, proporcionam a área uma paisagem natural de relevância internacional (LOBO & BOGGIANI, 2013) (figura 4).

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 (figura 3) e atividades pastoris, que conflitam com a conservação da biodiversidade do Parna em decorrência, principalmente, do uso excessivo dos recursos hídricos. Esta 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, especialmente nas áreas sob domínio das Veredas (BRASIL, 2011), como constatou a equipe da pesquisa em expedição de campo em março de 2014 (figuras 6 e 7).



Figura 3: Cultivo de eucalipto na APA Cavernas do Peruaçu.  
Foto: Neison Freire (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 (figura 8). 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; SERAFIM JÚNIOR, 2010; MORAES, 2011).

Em função do reduzido número de funcionários da equipe gestora que atua na extensa área do Parna, observa-se uma dificuldade em proporcionar uma fiscalização adequada, tanto em relação ao patrimônio ambiental, como em relação aos patrimônios arqueológico (pinturas rupestres) e espeleológico (cavernas). Contudo, a equipe local do ICMBio é bastante comprometida a garantir a conservação desses patrimônios existentes na área, além de promover a articulação com os proprietários rurais das áreas de entorno e APA, além de outros agentes públicos e privados.



Figura 4: A espetacular *Dolina dos Macacos* com o rio Peruaçu abaixo, drenando pela caverna do Janelão.  
Foto: Neison Freire (2014).

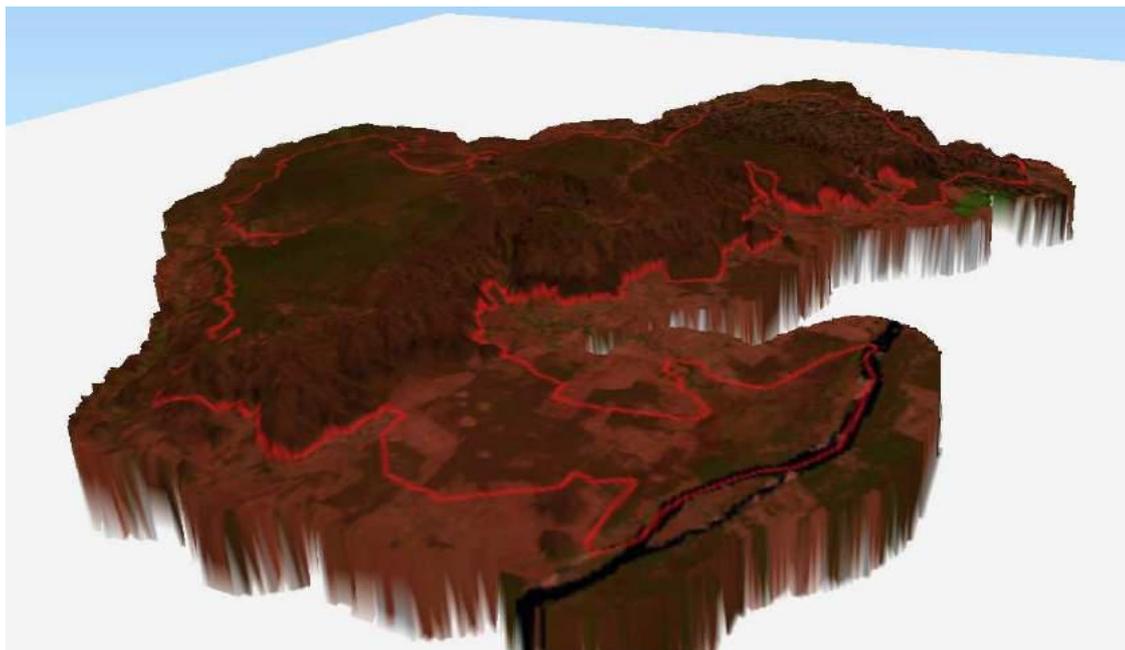


Figura 5: Modelo Digital de Terreno do Parna Cavernas do Peruaçu (limites com a linha na cor vermelha). Exagero vertical 3X.  
Fonte: Autores (2014).



Figura 6: Nascente do rio Peruaçu na APA Cavernas do Peruaçu.  
Foto: Neison Freire (2014).



Figura 7: Frutos do buriti, espécie abundante nas veredas do Peruaçu.  
Foto: Neison Freire (2014).

## 8.2 Aspectos Socioeconômicos

A área onde está inserido o Parna Cavernas do Peruaçu, no norte de Minas Gerais, encontra-se tipificada pela Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR, MI, 2005), do Ministério da Integração Nacional, como sendo uma microrregião “dinâmica”, embora seu entorno apresente outras tipologias, como as de Baixa Renda e Estagnada (figura 8). 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.

A economia está baseada na agricultura e pecuária. Grandes fazendas com cultivo de eucaliptos convivem com pequenas propriedades baseadas na pequena agricultura familiar. O comércio local é insipiente, assim como o turismo. Essa falta de dinamismo econômico pode ser observado por meio do mapa da figura 8, onde a Tipologia das Cidades Brasileiras mostra que o conjunto mais próximo de cidades tem população abaixo de 20 mil hab, onde predominam poucas atividades urbanas em espaços rurais de pouca densidade econômica. Nesta tipologia encontram-se, por exemplo, as cidades de Itacarambi (sede do Parna), Conego Marinho, São João das Missões e Matias Cardoso.

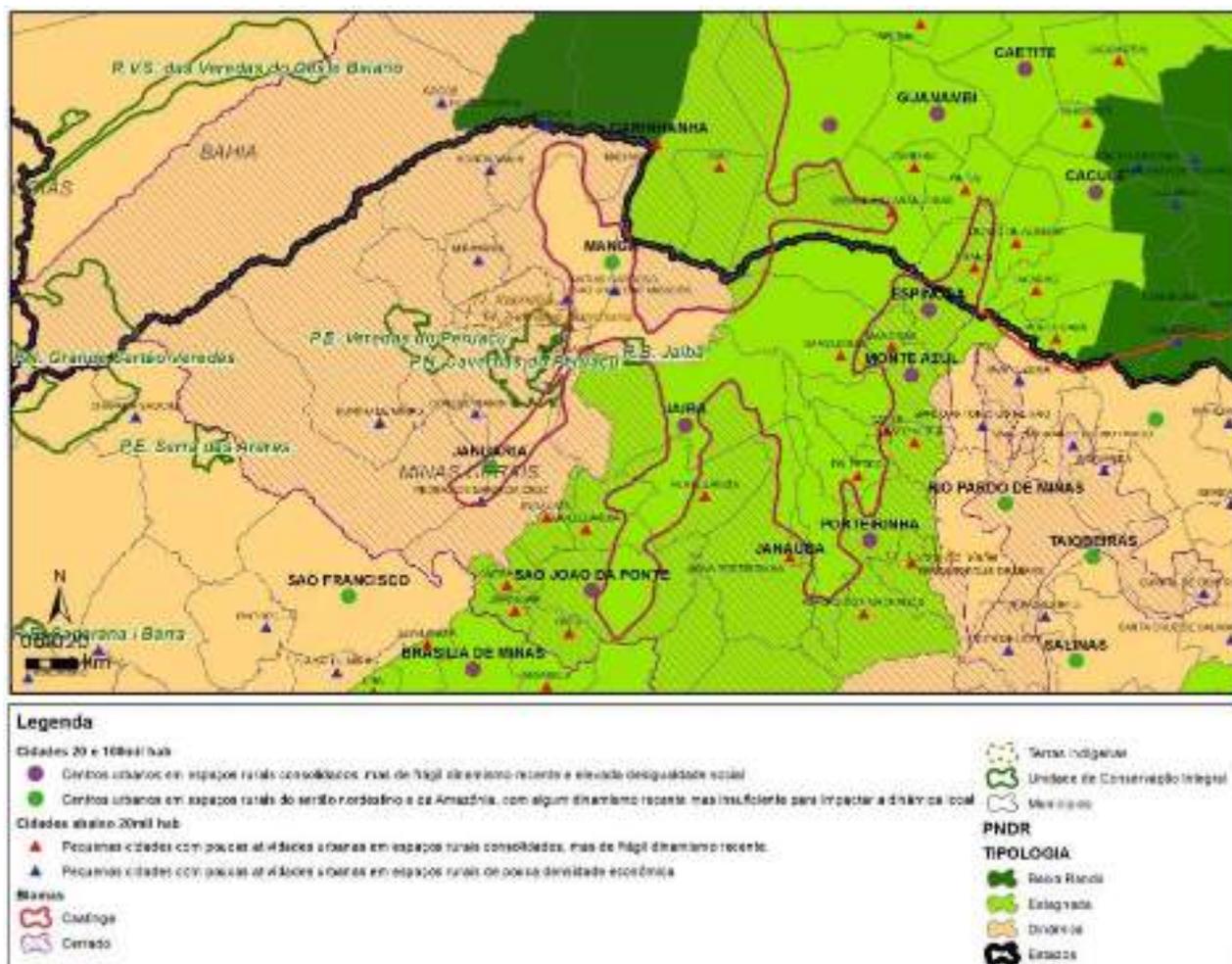


Figura 8: Mapa do mosaico de unidades de conservação no Vale do Rio Peruaçu, biomas Caatinga e Cerrado, a PNDR (MI) e a Tipologia das Cidades (MCid).

Fontes: PNDR/MI (2005), Tipologia das Cidades Brasileiras/MCid (2005), SNUC/MMA (2014). Editado pelos autores.

Os dados do Censo 2010 revelam a caracterização rural dos municípios que formam a UC, bem como seu entorno do Parna, predominando as pequenas cidades e o baixo dinamismo econômico. Neste aspecto, Itacarambi com 17.720 hab tem 51,67% de sua população com mais de 10 anos de idade sem rendimento. Situação bem diferente da capital mineira, onde 35,25% da população total com mais de 10 anos não tem rendimento (tabela 1), mas muito semelhante à Januária, cujo percentual chegou a 51,86%. O Índice de Desenvolvimento Humano de Itacarambi em 2010 é de 0,641, enquanto a média nacional é de 0,699 para o mesmo ano.

A renda urbana média (tabela 2) também expressa a fragilidade da economia local. Itacarambi, por exemplo, com R\$ 710,07/mês é 3,15 vezes menor que a capital Belo Horizonte. Mesmo a cidade de Januária, um centro urbano em espaço rural com 65.463 hab, tem 4,09 vezes menor sua renda per capita que Belo Horizonte. Com esse baixo dinamismo econômico e pouca capacidade de consumo, o comércio local é insuficiente para impactar o desenvolvimento socioeconômico – razão pela qual a PNDR apresenta microrregiões Dinâmicas e Estagnadas, embora próximas a microrregiões de Baixa Renda no sul da Bahia.

Tabela 1: População – municípios do Parna Cavernas do Peruaçu e Belo Horizonte

Município	População urbana	População urbana de 10 anos e mais com rendimento	População rural	População rural de 10 anos e mais com rendimento	População total	População total de 10 anos e mais com rendimento
Itacarambi	13799	6839	3921	1726	17720	8565
Januária	41009	22119	24454	9393	65463	31512
São João das Missões	2446	1161	9269	3225	11715	4386
Belo Horizonte	2375151	1537881	-	-	2375151	1537881

Fonte: IBGE, Censo 2010.

Tabela 2: Renda mensal, em R\$, valores de agosto de 2010 - municípios do Parna Cavernas do Peruaçu e de Belo Horizonte

Município	Renda urbana	Renda urbana per capita	Renda urbana média	Renda rural	Renda rural per capita	Renda rural média	Renda total	Renda total per capita	Renda total média
Itacarambi	4.856.134,54	351,92	710,07	766.454,54	195,47	444,06	5.622.589,08	317,30	656,46
Januária	18.941.921,26	461,90	856,36	4.275.156,52	174,82	455,14	23.217.077,78	354,66	736,77
São João das Missões	753.670,40	308,12	649,16	1.323.589,09	142,80	410,42	2.077.259,49	177,32	473,61
Belo Horizonte	3.443.269.416,61	1.449,71	2.238,97	-	NA	NA	3.443.269.416,61	1.449,71	2.238,97

Fonte: IBGE, Censo 2010.

A taxa de analfabetismo para as três cidades do parna é bastante superior quando comparadas à capital do estado (tabela 3), sendo que as áreas rurais concentram a maioria da população analfabeta. Tal situação demanda do Poder Público a necessidade de políticas educacionais voltadas à educação básica, como uma condição primordial ao desenvolvimento humano e econômico, mas também de conservação ambiental das áreas protegidas.

Vale aqui destacar que o Brasil é signatário dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), assinado pelas partes na Assembleia Geral das Nações Unidas na cidade Nova York em setembro de 2015, onde o Objetivo 4.1 destaca que, até 2030, as nações deverão “garantir que todas as meninas e meninos completem o ensino primário e secundário livre, equitativo e de qualidade, que conduza a resultados de aprendizagem relevantes e eficazes”.

Tabela 3: Analfabetismo – municípios do Parna Cavernas do Peruaçu e de Belo Horizonte

Município	População urbana analfabeta	Taxa de analfabetismo urbana	População rural analfabeta	Taxa de analfabetismo rural	População total analfabeta	Taxa de analfabetismo total
<b>Itacarambi</b>	1892	0,14	757	0,19	2649	0,15
<b>Januária</b>	4036	0,10	6263	0,26	10299	0,16
<b>São João das Missões</b>	343	0,14	2797	0,30	3140	0,27
<b>Belo Horizonte</b>	81657	0,03	-	NA	81657	0,03

Fonte: IBGE, Censo 2010.

A urgência de políticas educacionais também pode ser observada por meio da Tabela 4, onde mais de 67,8% da população urbana do município de Itacarambi não tem instrução ou possui fundamental incompleto. Para a população rural deste município (tabela 5) a situação é ainda pior: quase 80%.

Tabela 4: Escolaridade (hab) – municípios do Parna Cavernas do Peruaçu e de Belo Horizonte

Município	POPULAÇÃO URBANA				
	Sem instrução e fundamental incompleto	Fundamental completo e médio incompleto	Médio completo e superior incompleto	Superior completo	Não determinado
<b>Itacarambi</b>	9361	1703	1933	742	60
<b>Januária</b>	23817	5989	8083	2903	216
<b>São João das Missões</b>	1629	338	310	169	-
<b>Belo Horizonte</b>	1021961	348631	622014	368512	14034

Fonte: IBGE, Censo 2010

Tabela 5:Escolaridade (hab) – municípios do Parna Cavernas do Peruaçu e de Belo Horizonte

Município	POPULAÇÃO RURAL				
	Sem instrução e fundamental incompleto	Fundamental completo e médio incompleto	Médio completo e superior incompleto	Superior completo	Não determinado
<b>Itacarambi</b>	3132	448	290	50	-
<b>Januária</b>	20004	2383	1556	227	284
<b>São João das Missões</b>	8034	553	523	57	101
<b>Belo Horizonte</b>	-	-	-	-	-

Fonte: IBGE, Censo 2010.

## **8.3 Os conflitos socioambientais**

Os principais conflitos ambientais dentro dos limites do parna se reportam aos incêndios florestais, caça predatória e retirada seletiva de madeira. A fiscalização do ICMBio tem atuado de maneira sistemática a coibir esses crimes ambientais, bem como sua equipe de brigadistas atua de forma a combater os focos de incêndios, com pessoal contratado localmente, treinados e capacitados por equipes do órgão gestor. Há um cuidado especial com a abertura de visitação às cavernas, prevista para 2016, com passarelas suspensas, controle do número máximo de visitantes/dia, centro de visitação e educação ambiental na sede do ICMBio na área do parna.

A compensação ambiental de uma indústria automobilística situada em Betim-MG proporcionou recursos financeiros para a execução de projeto de visitação controlada ao parna a partir de 2016, acompanhado tanto pela equipe local do ICMBio, como pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV), órgão gestor vinculado ao Ministério do Meio Ambiente, situado em Brasília-DF. Este projeto prevê tanto a construção dos acessos por passarelas às cavernas, como o centro de visitantes, museu, roteiros de trilhas às pinturas rupestres, capacitação de condutores ambientais certificados, melhoria da infraestrutura de gestão do parna e educação ambiental para as escolas locais, dentre outras atividades e facilidades.

## **8.4 Características Geoambientais e Fitofisionomias**

### **8.4.1 Análise Geoambiental**

Na área do Parna CP ocorrem rochas do embasamento cristalino, tais como as granodioríticas e granito-gnáissicas. Estas rochas foram recobertas por rochas Neoproterozóicas carbonáticas do Grupo Bambuí. Este Grupo ocupa a região centro-norte do Estado de Minas Gerais e é constituído por rochas diversas, tais como: siltitos, ardósia, filitos, arcósios, calcários e dolomitos (RODET et al, 2009; OLIVEIRA, 2008).

Segundo a portaria do IBAMA N. 887 de 15/06/90 e o Decreto Federal N. 99.556 de 01/10/1990, que regularizam o uso do patrimônio espeleológico brasileiro e as normas para a sua preservação, tais áreas estão sujeitas ao controle e fiscalização pelo Poder Público. Este decreto prevê a regularização para dois usos de cavidades naturais subterrâneas, a saber: científico e turístico.

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 Gruta 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) (Figuras 1 A e B).

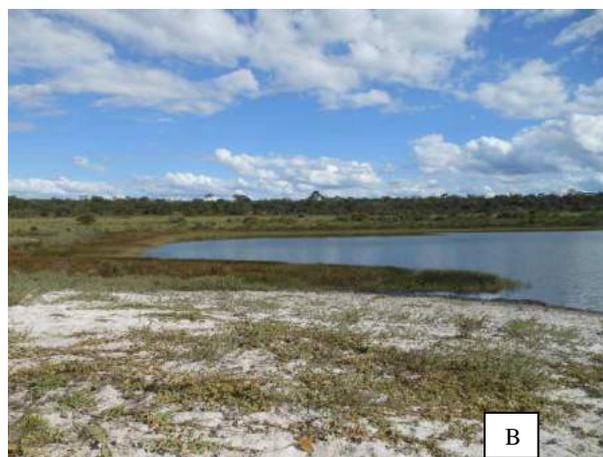


Figuras 1 A e B: Feições da Gruta do Janelão, de formação rochas carbonáticas da Formação Sete Lagoas, do Grupo Bambuí, localizados no Parna Cavernas do Peruaçu.  
Fotos: Freire e Moura, 2014.

No território brasileiro foram encontrados vestígios da presença humana pré-histórica. Desses registros, os mais antigos estão localizados no Piauí e datados do período Pleistoceno, que corresponde a mais de 40.000 anos AP. Contudo, em Minas Gerais, as datações que comprovam a presença do homem pré-histórico são datadas da passagem do Pleistoceno ao Holoceno, há pelo menos 12.000 AP, como é o caso da Lapa do Boquete, situada no Vale do Peruaçu (BAETA, 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 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. Este setor específico é caracterizado pelos solos Neossolos quartzarênicos, resultantes da alteração superficial do arenito. O relevo apresenta leves ondulações, o qual, nas partes baixas, aparece o aquífero superficial das veredas (Figura 2 A e B). 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 (Figura 3 A e B). 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) (Figuras 4 A e B).



Figuras 2: A: Feições do relevo plano, que nas partes baixas aparecem o aquífero superficial das veredas; B: áreas sedimentares da Formação Urucuia, compostos de Neossolos quartzarênicos, em que ocorre relevo aplainado e afloramentos de lagoas marginais, localizados no Parna Cavernas do Peruaçu.

Fotos: Freire e Moura, 2014.



Figuras 3: A e B: Feições de rochas carbonáticas que apresentam formas cársticas, tais como paredões escarpados de calcários carstificados do Grupo Bambuí, resultante de processos de dissolução e corrosão, localizados no Parna Cavernas do Peruaçu.

Fotos: Freire e Moura, 2014.

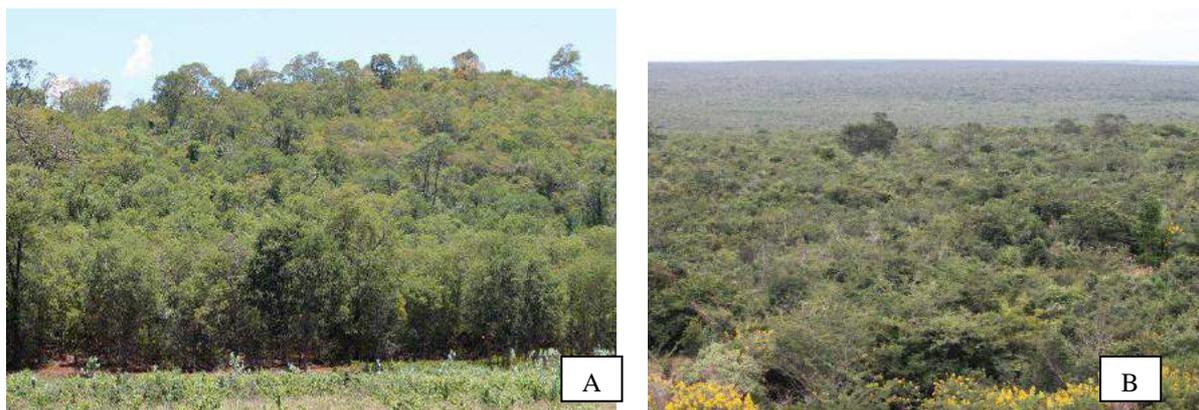


Figuras 4: A e B: Feições da Dolina dos Macacos, caracterizado por depressões cársticas, tais como os paredões escarpados do Grupo Bambuí, localizados no Parna Cavernas do Peruaçu. Fotos: Freire e Moura, 2014.

O clima é o Tropical quente e úmido, marcado por inverno seco e verão chuvoso, com média de precipitação que varia entre 876,7mm a 1.200mm (SERAFINI JUNIOR, 2003; OLIVEIRA, 2008). Entretanto, para as áreas de transição com clima tropical quente e seco, o período de precipitação é irregular no verão (RODET et al, 2009).

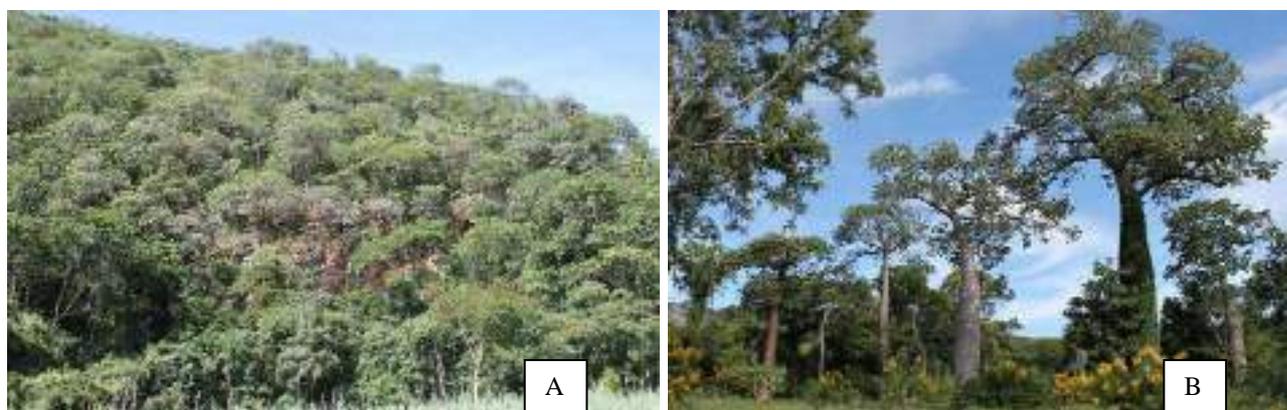
#### 8.4.2 Análise da Vegetação e Fitofisionomias

O Estado de Minas Gerais possui uma diversidade vegetal que está distribuída entre os biomas Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga (RIZZINI, 1979; GUEDES et al, 2012). A área apresenta fitofisionomias diversas, tais como as florestas estacionais semidecíduais e decíduais, conhecidas como matas secas (ESPÍRITO-SANTO et al, 2009; OLIVEIRA et al, 2015). Entretanto, a maior cobertura florestal da região do Parna Cavernas do Peruaçu é de domínios do Cerrado e espécies de ampla distribuição, que também ocorrem na Caatinga, (Figuras 5 A e B) (GONZAGA et al, 2013).



Figuras 5 A e B: Feições da cobertura vegetal: A-Floresta Estacional Semidecidual; B- bioma Cerrado, no Parna Cavernas do Peruaçu. Fonte: Freire e Moura, maio/2014.

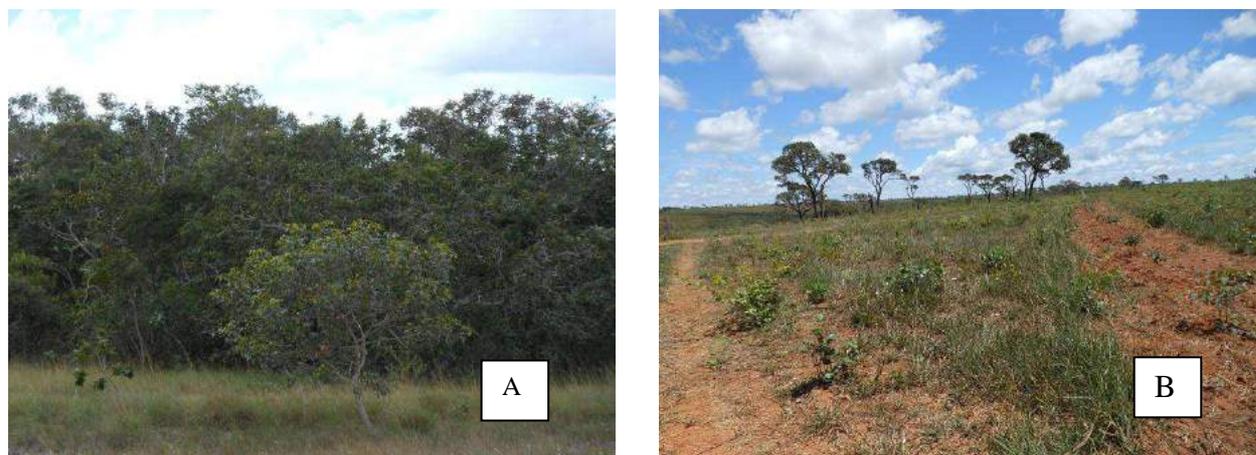
O mosaico de vegetação encontrado no Parna Cavernas do Peruaçu é caracterizado pela morfodinâmica do relevo em que as matas secas estão em áreas de relevo suave ondulado dos afloramentos calcários (LOMBARDI et al, 2005) com predominância de *Cavanillesia arborea* K. Schum. (Figuras 6 A e B). Esta fitofisionomia 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).



Figuras 6 A e B: A - Feições da cobertura vegetal de Floresta Estacional Semidecidual em relevo suave ondulado cártico; B - Espécie de *Cavanillesia arborea* K. Schum. frequentes no Parna Cavernas do Peruaçu. Fotos: Freire e Moura, maio/2014.

Segundo os estudos de Gonzaga et al (2013), a flora que recobre o mosaico vegetal da área Peruaçu apresenta o maior número de espécies consideradas de ampla distribuição geográfica ao longo dos domínios atlântico e savânico (OLIVEIRA-FILHO, 2006), podendo algumas áreas serem consideradas como carrasco (FAGUNDES, et al, 2007; LOMBARDI, et al., 2005). As áreas com menor perturbação antrópica apresentam indivíduos de grande porte, de 10m a 25m, e poucos arbustos, mas sem a presença de lianas (Figura 7A). O estrato herbáceo é esparsa e composto por espécies

ruderais, típicas de campos abertos ou pastagens (Figura 7B) (LOMBARDI et al, 2005; APGAUA, 2012).

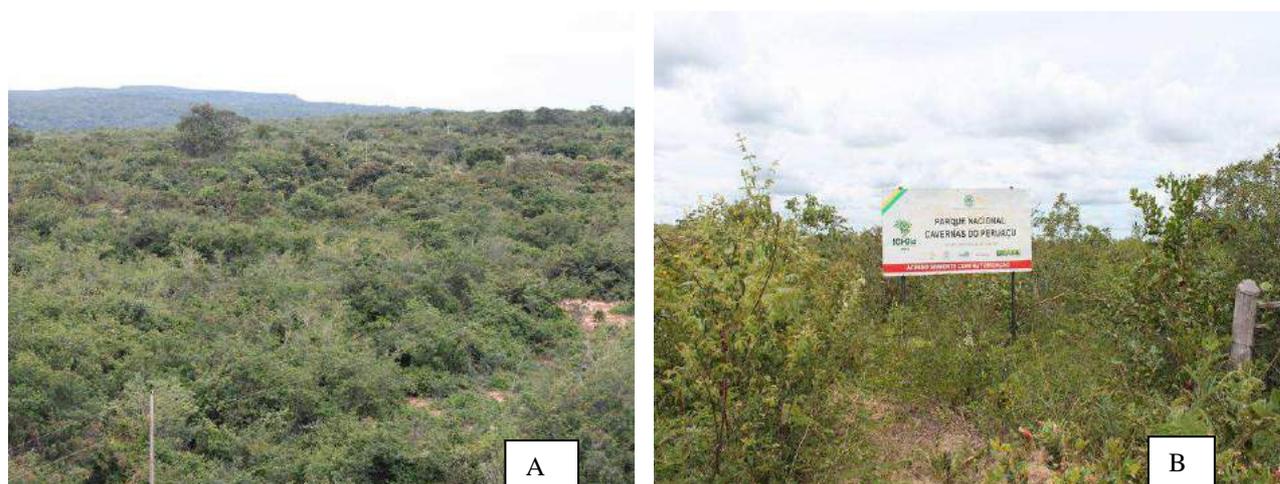


Figuras 7 A: Feições da cobertura vegetal arbórea de Floresta Estacional, em áreas pouco antropizadas; B: área desmatada em processo de regeneração, com espécies herbáceas, no Parna Cavernas do Peruaçu. Fotos: Freire e Moura, maio/2014.

Ao analisar a ocorrência das espécies em fitofisionomias florestais (Floresta Estacional Semidecidual e Decidual, e Cerrado), Souza et al (2015) verificaram que a distribuição destas espécies por fitofisionomia assegura a comparação entre espécies arbóreas exclusiva, de formações abertas e comuns às ambas fitofisionomias para espécies florestais. Assim, a espécie que ocorre em uma fitofisionomia florestal de Cerrado apresenta menor similaridade quando comparadas às espécies de Florestas Estacionais.

De fato, Rizzini (1997), Santos et al (2012) e Souza et al (2014) observaram que as fitofisionomias dos biomas de Carrasco e Cerrado são mais próximas em nível de espécie e porte arbóreo-arbustivo, variando entre 2m a 10m de altura (Figuras 8 A e B). Entretanto, as Florestas Estacionais apresentam flora de espécies de ampla distribuição e que possui considerável heterogeneidade ambiental, pois esta floresta encontra-se em contato entre os domínios do Cerrado e da Mata Atlântica (NASCIMENTO et al, 2010; SANTOS et al, 2011; SOUZA et al, 2015).

Isto provavelmente sugere que espécies decíduas apresentem uma estratégia de resistência à seca (Souza et al, 2014; Souza et al, 2015). Resultado semelhante foi observado por Pereira (2008) e Souza et al (2014) que estudaram fragmentos de Florestas Estacionais Deciduais entre os biomas Atlântico e Savânico. Nesses estudos, os autores analisaram *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, *Aspidosperma pyrifolium* Mart., *Myracrodruon urundeuva* (Engl.) Fr. All., e *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl. , registrando que estas espécies são consideradas frequentes nestas formações (RODRIGUES et al, 2007; SANTOS et al, 2007a; GONZAGA et al, 2013).



Figuras 9: A- Feições da fitofisionomia de Cerrado arbóreo-arbustivo, e B: componente arbustivo-herbáceo, no Parna Cavernas do Peruaçu. Fotos: Freire e Moura, maio/2014.

Na região do Parna da Caverna do Peruaçu a Floresta Estacional localiza-se na zona de contato entre os domínios do Cerrado. Estes domínios estão distribuídos em áreas de solos bem drenados e de média a alta fertilidade (MARACAHIPES et al, 2011; 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).

Considerando seu sentido restrito, a fisionomia do Cerrado no Parna é caracterizada por vegetação com menor ocorrência de formações florestais, cerrado ralo e cerrado rupestre (RIBEIRO & WALTER, 2008). As fitofisionomias características da área são representadas com base nas densidades dos componentes arbustivo-arbóreo (Figura 9 A), que varia de 2 a 10m de altura, e subarbustivo-herbáceo (Figura 9 B) (ALENCAR-SILVA & MAILLARD, 2011; MEDEIROS et al, 2014).

A fitofisionomia de Cerrado do componente arbóreo-arbustivo é constituída por poucas famílias com grande número de espécies, das quais Fabaceae (Figuras 10 A, B, C e D), Anacardiaceae, Apocynaceae (Figura 10 E), Clusiaceae (Figura 10 F), Malpighiaceae: *Byrsonima*, (*B. coccolobaefolia* Kunth, *B. intermedia* A. Juss., *B. salzmanniana* A. Juss., *B. verbascifolia* (L.) DC., *B. 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), (Figuras 11 A, B e C) e Bignoniaceae são as mais ricas e a soma de suas espécies ultrapassa 50% do total por hectare (LOMBARDI et al, 2005; ISHARA & MAIMONI-RODELLA, 2012; SANTOS et al, 2010; GONZAGA et al, 2013). As espécies de Malpighiaceae foram identificadas pela Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Renata Sebastiani, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos, Campus de Araras; as demais espécies foram identificadas pelo Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> José

Iranildo Miranda de Melo, do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).



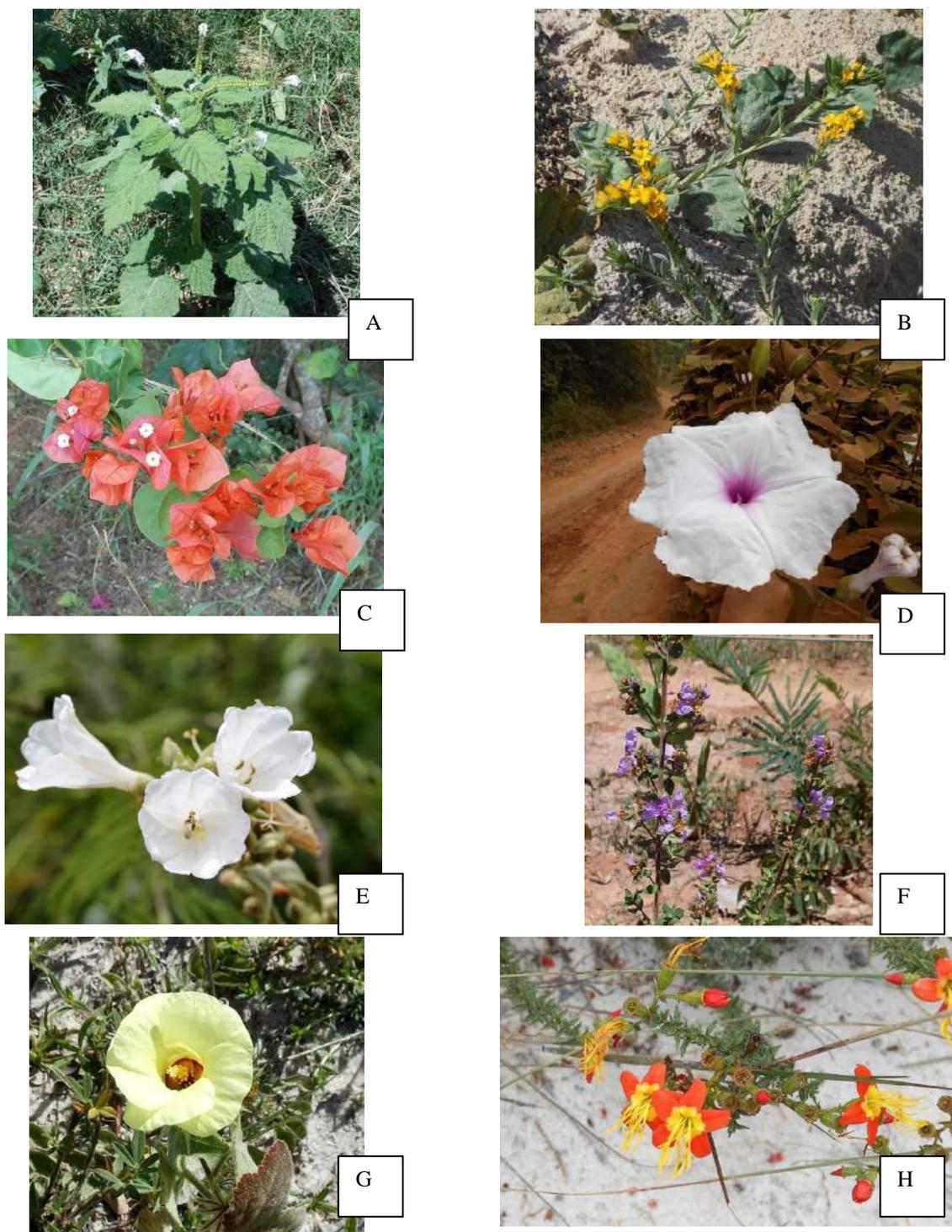
Figuras 10 (A, B, C e D): Espécies da fitofisionomia de Cerrado do componente arbóreo-arbustivo constituída por Fabaceae A-*Senna*, sp. B-*Calliandra dysantha* Benth. C-*Mimosa hebecarpa* Benth. D- *Dioclea grandiflora* Mart. ex Benth., no Parna Cavernas do Peruaçu. Fotos: Freire e Moura, maio/2014.



Figuras 10: (E) Espécies da fitofisionomia de Cerrado do componente arbóreo-arbustivo constituída por Apocynaceae (*Allamanda angustifolia* Pohl), (F) Clusiaceae (*Kielmeyera rubriflora* Cambess.), no Parna Cavernas do Peruaçu. Fotos: Freire e Moura, maio/2014.



Figuras 11: Espécies da fitofisionomia de Cerrado do componente arbóreo-arbustiva constituída 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: Freire e Moura, maio/2014.



Figuras 12: Espécies da fitofisionomia de Cerrado do componente arbustivo-herbáceo constituída por Boraginaceae (A: *Heliotropium indicum* L., B: *Euploca polyphylla* (Lehm.) J.I.M.Melo &Semir); C: Nyctaginaceae; Convolvulaceae (D: *Ipomoea procumbens* Mart. & Choisy, E: *Bonamia* sp.); F:Lythraceae (*Diplusodon sessiliflorus* Koehne.); G: Malvaceae (*Pavonia* sp.); H: Melastomataceae (*Cambessedesia hilariana* (Kunth), no Parna Cavernas do Peruaçu. Fonte: Freire e Moura, maio/2014.

O componente arbustivo-herbáceo (Figura 5 B) também é composto por espécies de diversas famílias, tais como Asteraceae, Acanthaceae, Boraginaceae (Figuras 12 A e B), Combretaceae (Figura

12 C), Convolvulaceae (Figuras 12 D e E), Euphorbiaceae, Lythraceae (Figura 12 F), Malvaceae (Figura 12 G), Melastomataceae (Figura 12 H), Myrtaceae e Rubiaceae, respondendo pela maior parte da riqueza do sub-bosque (LOMBARDI et al, 2005; GONZAGA et al, 2013).

Segundo GONZAGA et al, (2013), as famílias Cactaceae e Bromeliaceae estão presentes em áreas sobre Neossolos Litólicos de rochas carbonáticas (Figura 13 A e B), entretanto estas comunidades estão situadas em áreas rochosas, como rupícolas e, às vezes, epífitas.



Figuras 13: Espécies da fitofisionomia de Cerrado do componente herbáceo rupestre constituída por bromeliaceae (A: *Tillandsia streptocarpa* Baker) e Cactaceae (B: *Pilosocereus* sp.), no Parna Cavernas do Peruaçu. Fonte: Freire e Moura, maio/2014.

Analisando 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,b; 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 dos gêneros *Mimosa*, *Acacia*, *Poincianella* e *Senna*. Estes se apresentam na paisagem com fitofisionomia arbustivo-arbórea (QUEIROZ, 2006a). Entretanto, na área do Parna registra-se a transição entre o Cerrado e a Caatinga. Nesta 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, segundo Queiroz (2006), Neri (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 Carvernas 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).

## **8.5 Geração da carta-imagem multiespectral**

A carta-imagem do Parna Cavernas do Peruaçu (figura 14) foi gerada a partir de imagens do sensor OLI do satélite LandsAT 8 com data de aquisição de 06/01/2014. Foram utilizadas as bandas multiespectrais 6, 5 e 4, fusionadas com a banda pancromática para obtenção de resolução espacial de 15m. Técnicas de Realce Linear de Contraste e Filtragem 3x3 foram aplicadas para melhorar a acuidade visual e eliminação de ruídos. Recorte geográfico dos limites do parna foi aplicado. Observam-se na imagem resultante as feições geomorfológicas da área e a drenagem do rio Peruaçu, bem como a extensa área bem preservada, dominada pela vegetação verde escuro. É possível, ainda, observar as pressões antrópicas no entorno da APA, especialmente as irrigações por pivô central e outras áreas de cultivo, além das áreas urbanas. Sua porção de continuidade territorial à margem direita do rio São Francisco conforma um corredor ecológico bastante ameaçado por atividades de agricultura e pastagem, marcado por pequenas propriedades rurais ainda não regularizadas. A pressão maior se dá entre os limites orientais do parna e a cidade de Itacarambi/MG, limitando-se ao rio São Francisco.

Após o processamento digital de imagens, a imagem fusionada em formato GEOTIFF foi adicionada ao ArcGIS para execução da carta-imagem, conforme figura. Fotografias terrestres, orientação, escala gráfica, legenda e dados marginais complementam o documento cartográfico. Cópias impressa em formato A0 colorido e digital foram enviadas ao gestor do Parna Cavernas do Peruaçu, em Itacarambi/MG.

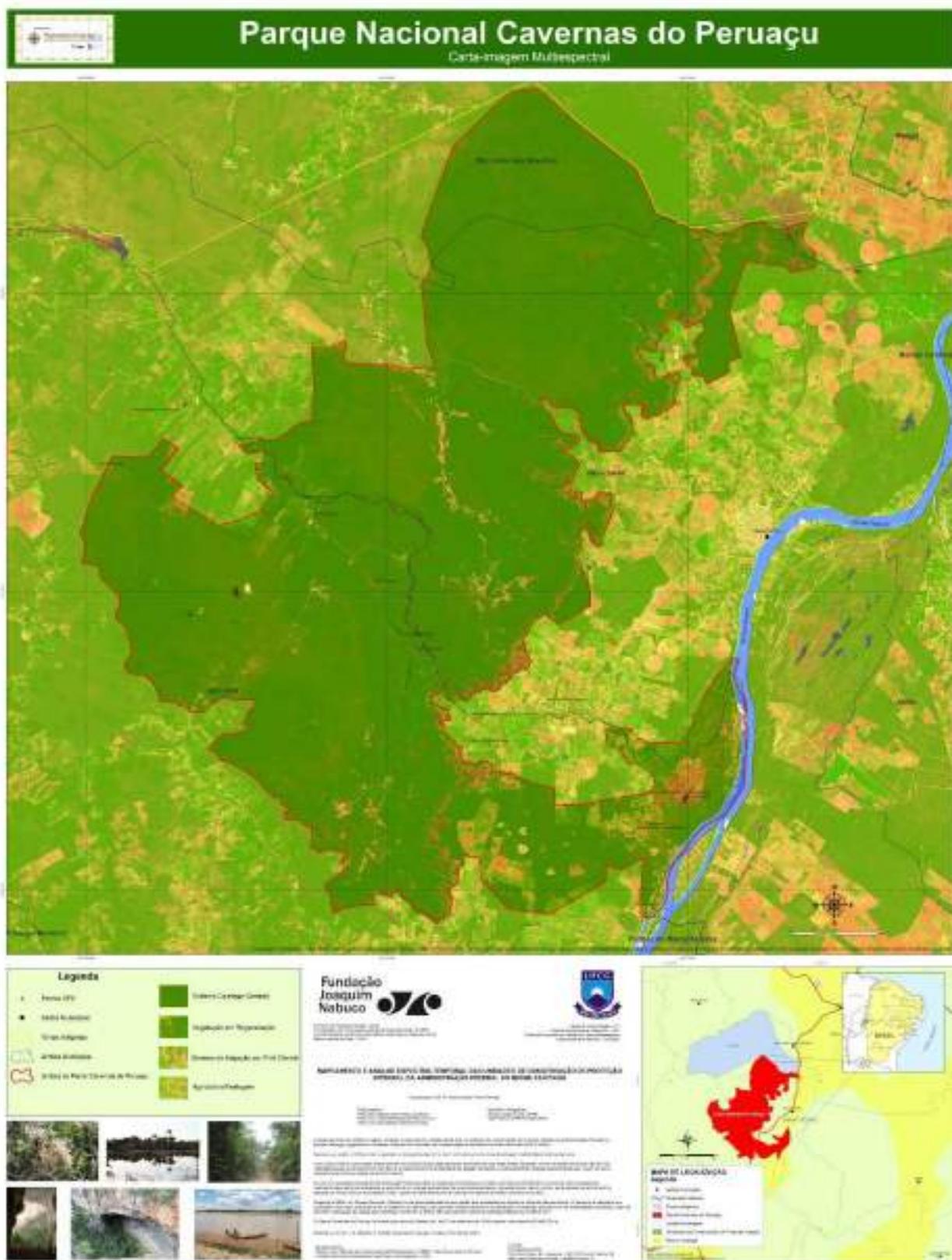


Figura 14: Carta-imagem Multiespectral do Parna Cavernas do Peruaçu. Fonte: Elaborada pelos autores (2014).

## 8.6 Comportamento Espectral dos Alvos e Índices Normalizados de Vegetação

### 8.6.1 Mapeamento Temático entre 2000 e 2014

O mapeamento espectro-temporal envolveu duas datas distintas: 13/09/2000 e 07/01/2014. A data mais antiga coincide com o período seco (abril a outubro) na região, enquanto a mais recente está dentro do período chuvoso (novembro a março). A resposta da vegetação às condições pluviométricas pode ser observada por meio das imagens multiespectrais (figuras 15 e 18, respectivamente).

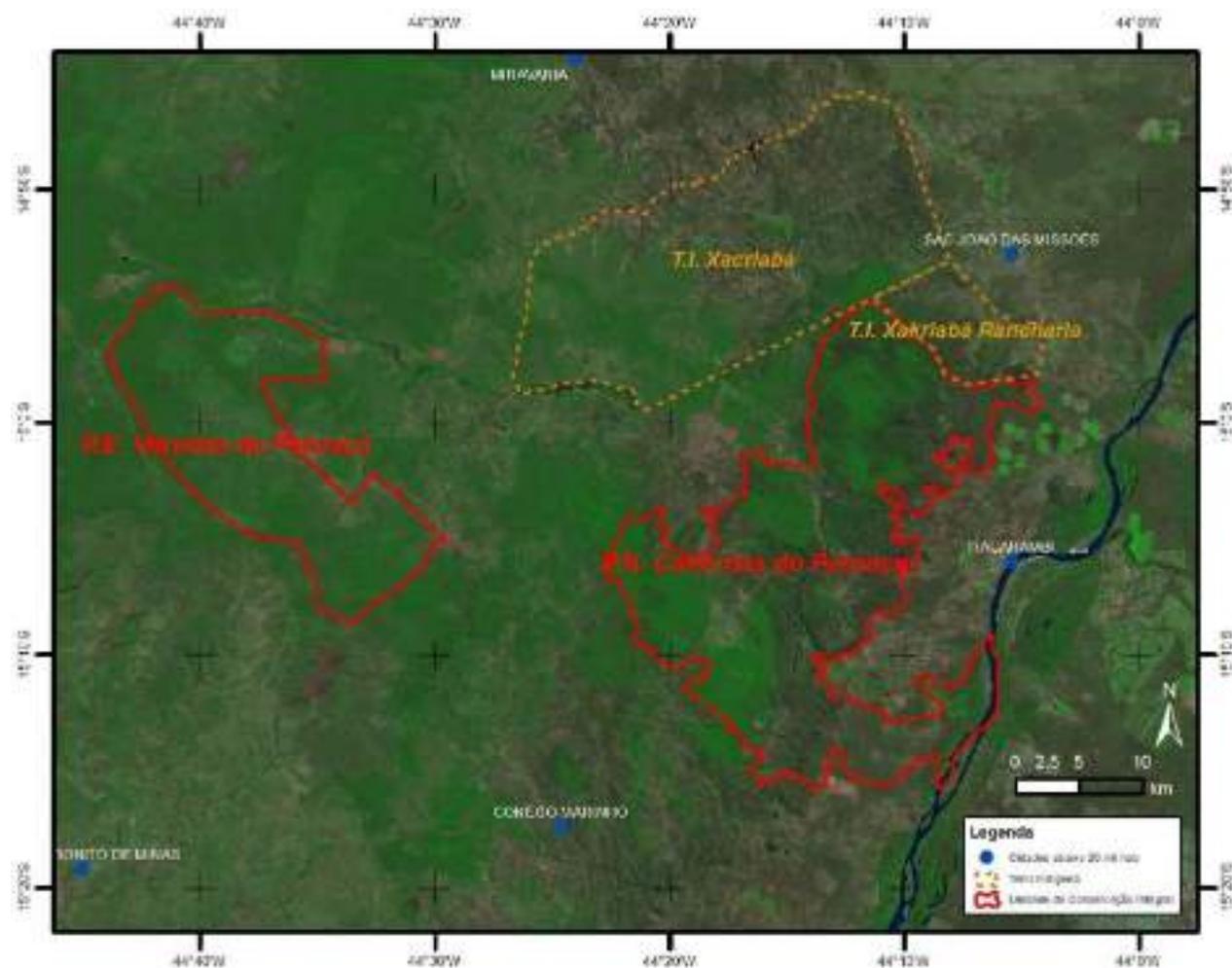


Figura 15: Imagem Multiespectral RGB 543 do Parna Cavernas do Peruaçu – Ano 2000.  
Fonte: Elaborada pelos autores a partir do satélite LandsAT 5 TM (2016).

Observam-se na imagem de 2000 a presença de pivôs de irrigação central a nordeste do parna, bem como áreas de cultivo dentro da UC (sudoeste) e no seu entorno (oeste e sul). Ao compararmos com a imagem de 2014, observa-se o crescimento das pressões antrópicas no seu entorno praticamente ao longo de todo o seu perímetro. Também cresceu o número de pivôs centrais, sempre localizados na porção nordeste do parna.

A análise das amostras das classes temáticas (figura 16) na imagem de 2000 mostrou-se eficiente, com um índice de desempenho médio entre as amostras de 96,07% - o que evidenciou a pouca confusão entre as classes. Este desempenho é satisfatório para a fase seguinte: a classificação supervisionada, utilizando o algoritmo de **Máxima Verossimilhança**<sup>1</sup> (Maxver), implementado no software Spring (INPE, 2016).

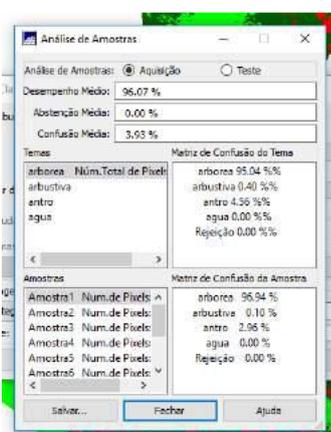


Figura 16: Tela do software Spring com Análise das Amostras das classes temáticas de 2000.

Após a análise da Matriz de Erros, procedeu-se à classificação supervisionada e, posteriormente, ao mapeamento temático das classes (figura 17). A análise do mapa temático de 2000 do parna mostra a coexistência de duas fisionomias distintas, como já foi mencionado neste capítulo: arbórea-arbustiva e a arbustiva-herbácea – típico de áreas de ecótono. O mapa de 2000 também registra significativas áreas antropizadas, constituídas, segundo pesquisa de campo, por

---

<sup>1</sup> O classificador **MAXVER** vem do método estatístico de **Máxima Verossimilhança**, sendo o método de classificação "pixel a pixel" mais comum em Sensoriamento Remoto. Considera a ponderação das distâncias entre médias dos níveis digitais das classes, utilizando parâmetros estatísticos. Para que a classificação por máxima verossimilhança seja precisa o suficiente, é necessário um número razoavelmente elevado de "pixels", para cada conjunto de treinamento. Os conjuntos de treinamento definem o diagrama de dispersão das classes e suas distribuições de probabilidade, considerando a distribuição de probabilidade normal para cada classe do treinamento. Fonte: INPE, 2016.

pequenos talhões de cultivo para subsistência e comércio local ao longo dos acessos principais ou na margem do rio São Francisco.

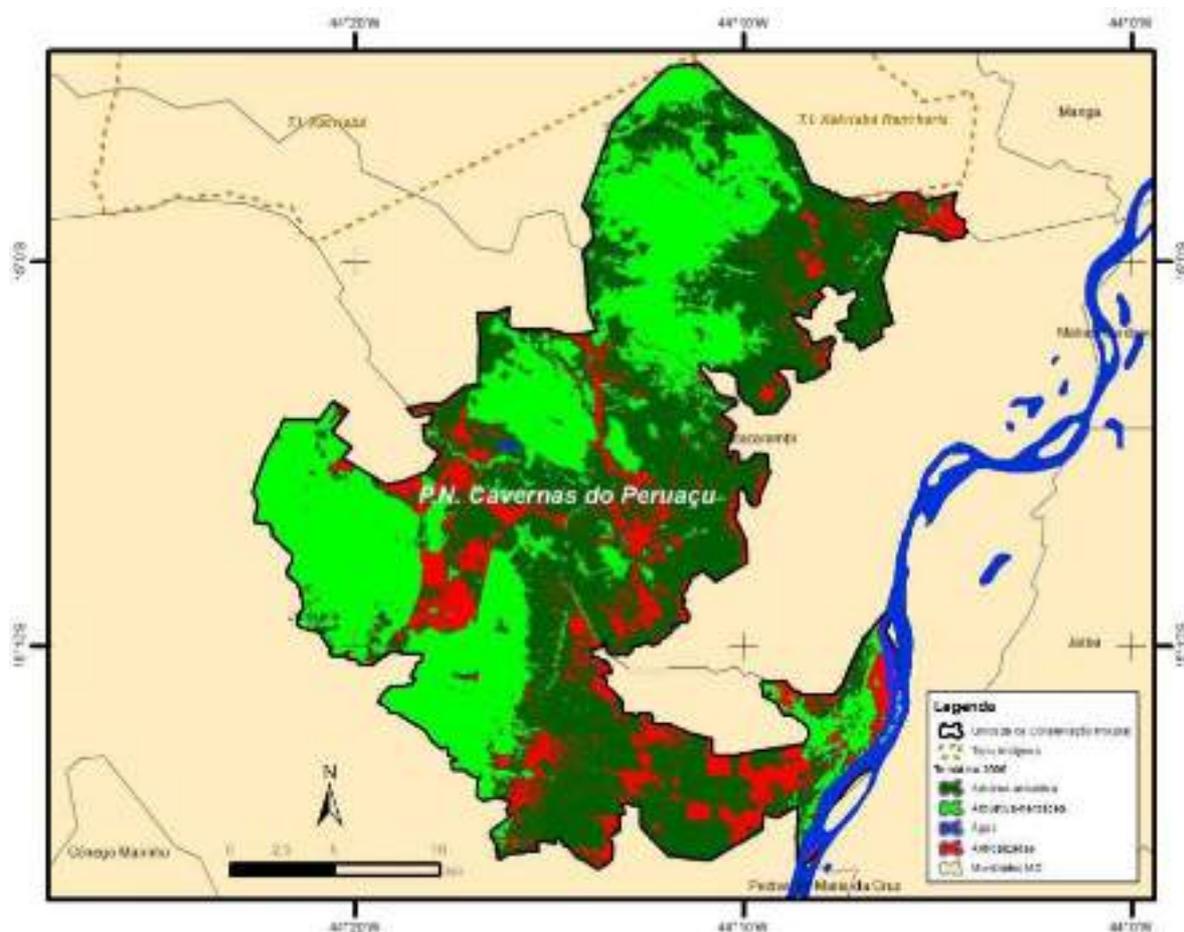


Figura 17: mapa temático do Parna Cavernas do Peruaçu - Ano 2000.

Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados extraídos do satélite LandSAT 5 TM (2016).

À primeira vista, essas áreas antropizadas não são plenamente observáveis por levantamentos expeditos. Entretanto, o imageamento satelital permitiu uma avaliação mais precisa dessas áreas, calculada em 73,47 km<sup>2</sup>, ou seja, 13% da área total do parna, como se pode observar por meio dos mapas temáticos das figuras 17 e 20. Em 19/03/2014, a equipe de pesquisadores visitou o parna e constatou que muitas dessas áreas foram regularizadas e estavam em estágio de regeneração.

Mas se, por um lado, várias dessas áreas antropizadas localizadas nas áreas mais centrais (e isoladas) do parna foram regularizadas, por outro, a imagem multiespectral de 2014, e sua posterior classificação e mapeamento temático, mostraram o avanço das áreas antropizadas próximo a margem direita do rio São Francisco. Essas áreas são marcadas, principalmente, por atividades de pastagem e culturas de subsistência. Tal fato também pode ser registrado durante as expedições de

campo da equipe de pesquisadores da Fundaj e da UFCG em março de 2014, resultado da proximidade geográfica do centro urbano de Itacarambi (figura 22). A análise socioeconômica apresentada anteriormente nesse capítulo também evidencia a predominância de pequenas atividades rurais nesse município, como de fato ocorre em toda a microrregião de Januária.

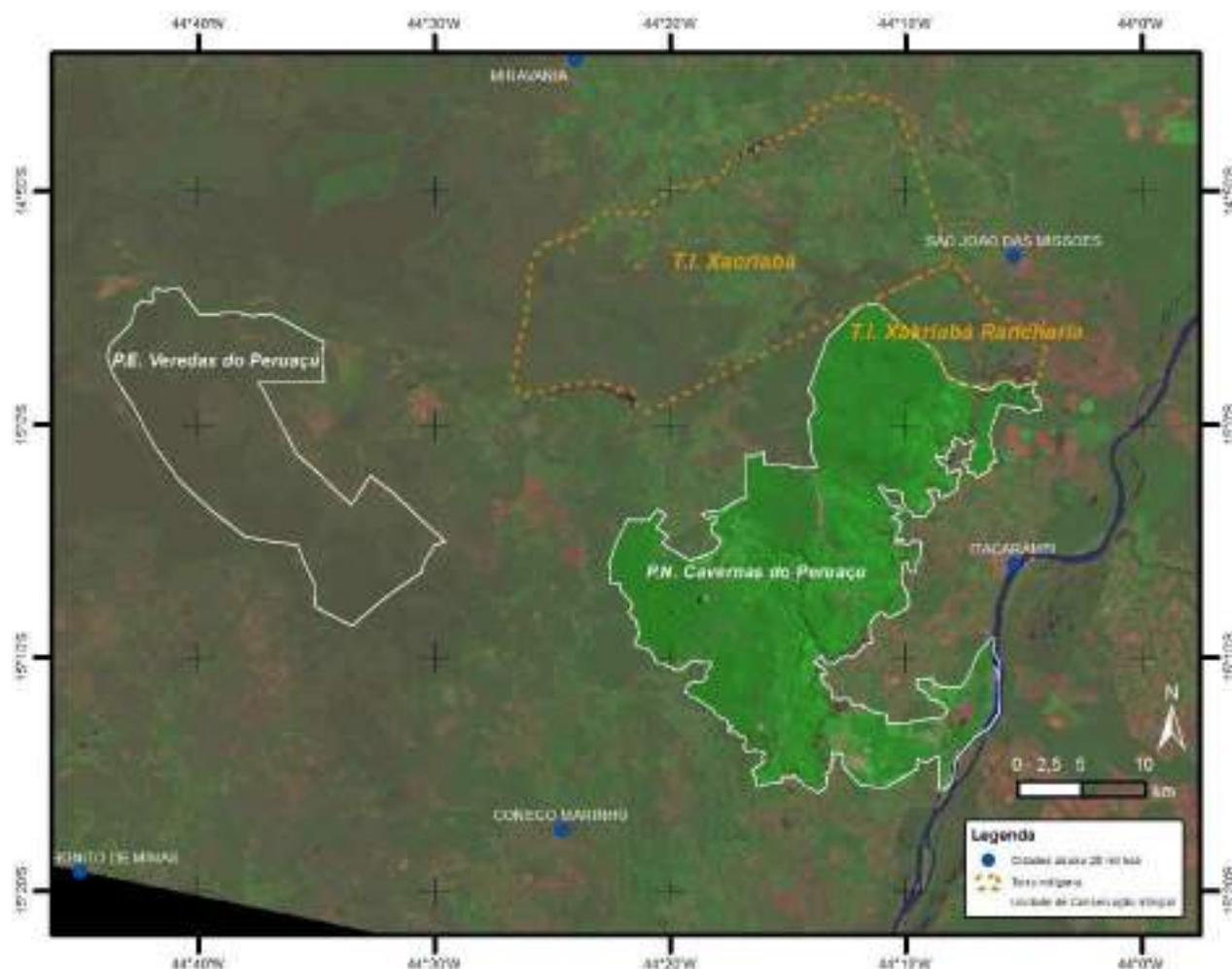


Figura 18: Imagem Multiespectral RGB 543 do Parna Cavernas do Peruaçu – Ano 2014. Fonte: Elaborada pelos autores a partir do satélite LandsAT 8 OLI (2016).

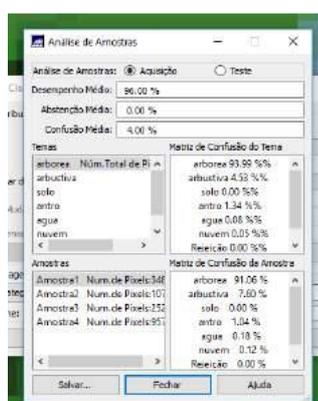


Figura 19: Tela do software Spring com Análise das Amostras das classes temáticas de 2014.

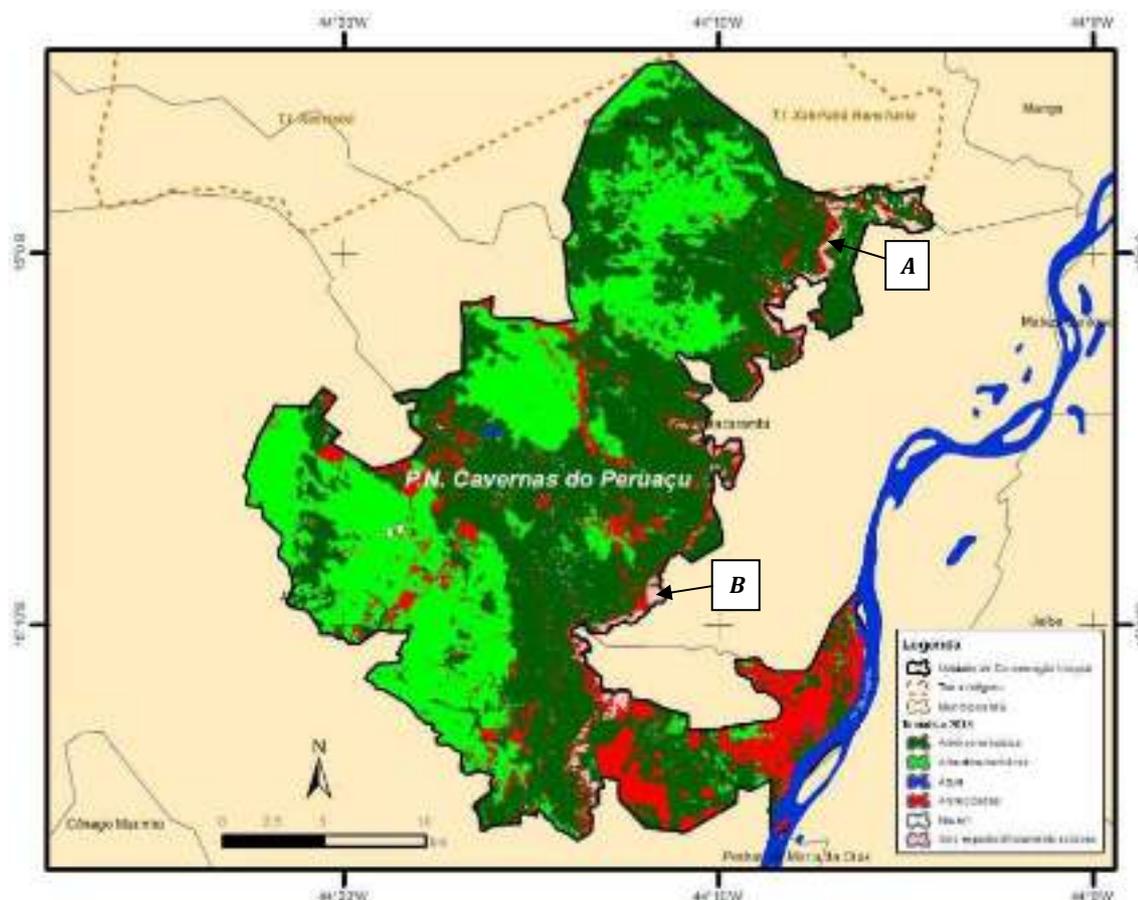


Figura 20: Mapa Temático do Parna Cavernas do Peruaçu – Ano 2014 (pontos A e B correspondem aos locais de tomada de fotografias, conforme a figura 23).

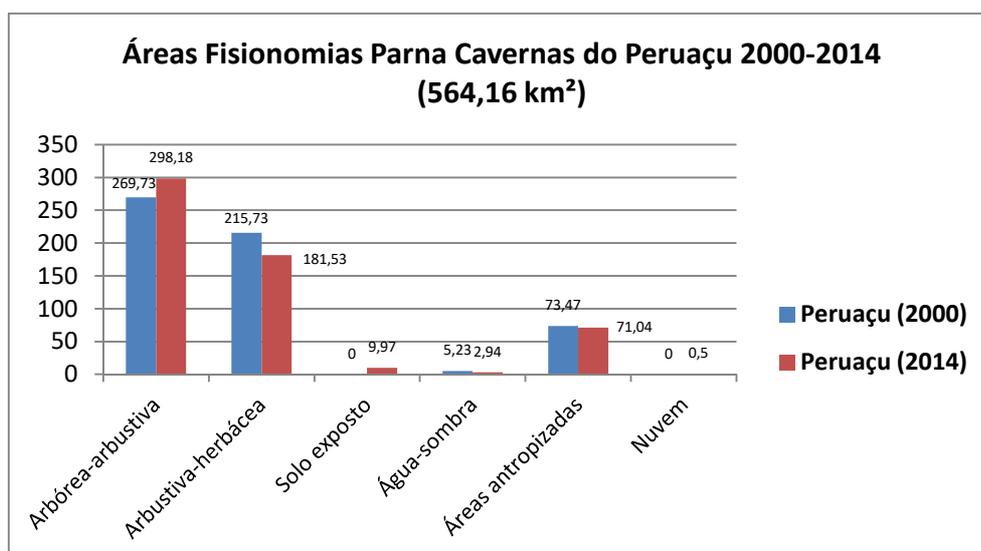


Figura 21: Gráfico com áreas das classes temáticas do Parna Cavernas do Peruaçu (2000 – 2014).

Tanto a imagem multiespectral, como o mapa temático de 2014, revelaram a classe “solo exposto”, composta, essencialmente, por afloramentos rochosos (figura 23), que, como já mencionado, são encontrados nas áreas onde aflora o Pré-cambriano indiviso.



Figura 22: Áreas antropizadas dentro dos limites do parna, próximas à margem direita do rio São Francisco, em Itacarambi/MG.

Fotos: Neison Freire (2014).

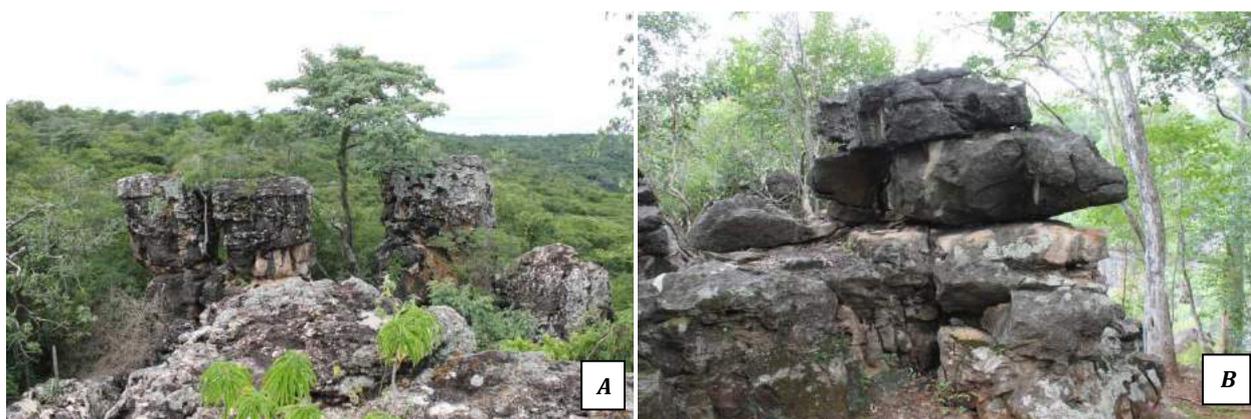


Figura 23: Afloramentos rochosos carbonáticos do Grupo Bambuí (A) e rochas do embasamento cristalino (granitos e granodioritos) (B), identificados na classe “solo exposto” do mapa temático de 2014.

Fotos: Neison Freire (2014).

Após o mapeamento temático de 2000 e 2014, procedeu-se à análise espacial com a customização do algoritmo de álgebra espacial *Analises.alg* (figura 24), a ser executado no software Spring, dentro do banco de dados geográfico criado para o parna (chamado “Peruacu”). Este algoritmo, desenvolvido especialmente para essa pesquisa e adaptado a todas as UC’s pesquisadas, faz um cruzamento entre as classes temáticas georreferenciadas entre duas datas, criando um novo mapa temático com as seguintes classes: NC (Não se Classifica), SM (Sem Mudanças), DA (Degradação Ambiental) e RA (Recuperação Ambiental). Após a execução, foi gerado o mapa temático da figura 25.

```

{
// 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 ("Tematico");
Tematico T2014 ("Tematico");
Tematico TMudancas ("Analises");

//Instanciações de variáveis:
TAntigo = Recupere (Nome = "classi_2000T");
T2014 = Recupere (Nome = "classi_2014T");

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

//Comandos:
{
"NC":(
(TAntigo.Classe == "Arborea" && T2014.Classe == "Agua")
|| (TAntigo.Classe == "Arbustiva" && T2014.Classe == "Agua")
|| (TAntigo.Classe == "Arborea" && T2014.Classe == "Agua")
//|| (TAntigo.Classe == "Solo" && T2014.Classe == "Agua")
|| (TAntigo.Classe == "Arborea" && T2014.Classe == "Nuvem")
|| (TAntigo.Classe == "Arbustiva" && T2014.Classe == "Nuvem")
|| (TAntigo.Classe == "Agua" && T2014.Classe == "Nuvem")
|| (TAntigo.Classe == "Antro" && T2014.Classe == "Nuvem")
//|| (TAntigo.Classe == "Nuvem" && T2014.Classe == "Arborea")
//|| (TAntigo.Classe == "Nuvem" && T2014.Classe == "Arbustiva")
|| (TAntigo.Classe == "Solo" && T2014.Classe == "Nuvem")
//|| (TAntigo.Classe == "Nuvem" && T2014.Classe == "Antro")
),

"SM":((TAntigo.Classe == "Arborea" && T2014.Classe == "Arborea")
|| (TAntigo.Classe == "Agua" && T2014.Classe == "Agua")
|| (TAntigo.Classe == "Arbustiva" && T2014.Classe == "Arbustiva")
|| (TAntigo.Classe == "Antro" && T2014.Classe == "Antro")
|| (TAntigo.Classe == "Agua" && T2014.Classe == "Arborea")
|| (TAntigo.Classe == "Agua" && T2014.Classe == "Arbustiva")
//|| (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 == "Agua" && T2014.Classe == "Antro")
|| (TAntigo.Classe == "Agua" && T2014.Classe == "Solo")
),

"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 == "Agua" && T2014.Classe == "Arborea")
|| (TAntigo.Classe == "Agua" && T2014.Classe == "Arbustiva")
)
};
}

```

Figura 24: Algoritmo *Analises.alg*, elaborado para o parna Cavernas do Peruaçu e que faz uma análise espacial entre os temáticos de 2000 e 2014.

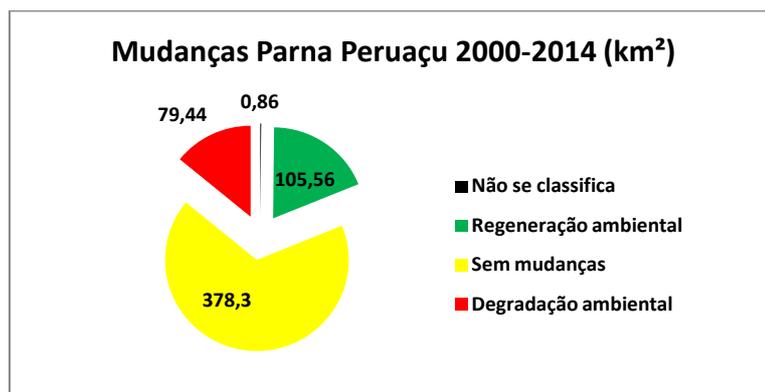


Figura 25: Gráfico com áreas da análise espacial entre os mapas temáticos de 2000 e 2014 (em km²).

A análise do mapa temático de mudanças entre os anos de 2000 e 2014 (figura 26) mostra que, de fato, há um predomínio das áreas sem alteração quanto às fisionomias e uso do solo, representadas na cor amarela no respectivo mapa temático. Ao efetuar-se o cálculo das áreas (figura 25), verifica-se, entretanto, que as áreas com recuperação ambiental (105,56 km²) são superiores aquelas onde ocorreu degradação ambiental (79,44 km²). Acrescente-se à análise o fato de que 378,3 km² não apresentaram mudanças entre as datas. Portanto, houve tanto um equilíbrio quanto à dinâmica espacial das classes com fisionomias arbórea e arbustiva, como também ganhos significativos quanto à conservação e recuperação da biodiversidade nos limites do parna, devido à constatação de que as áreas recuperadas foram maiores que aquelas degradadas para os 14 anos de intervalo aqui pesquisados por meio das imagens de satélite.

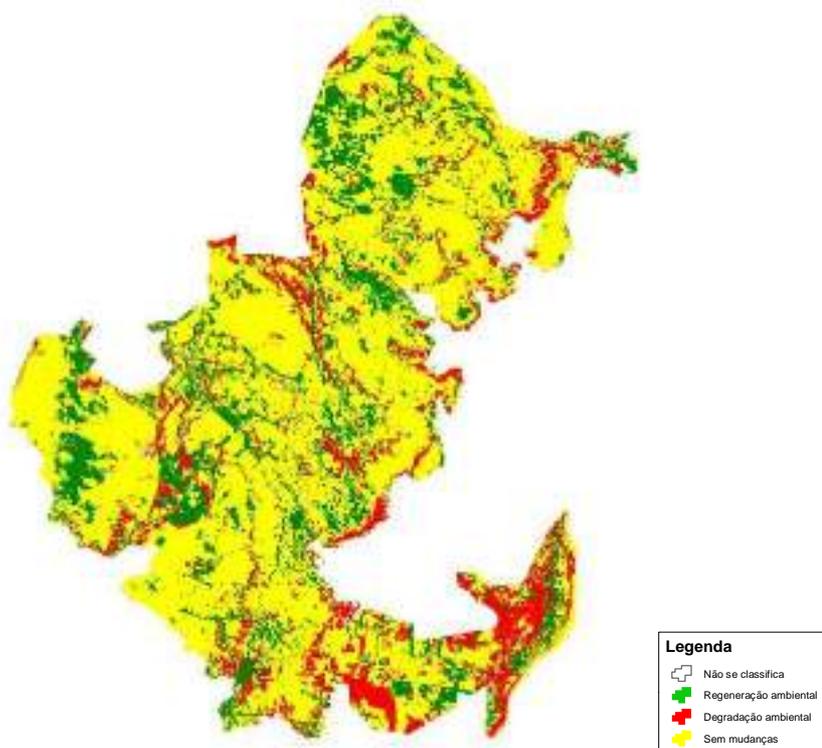


Figura 26: Mapa temático das mudanças entre os anos de 2000 e 2014.

A tabulação cruzada entre os temáticos (figura 27) permitiu registrar duas importantes dinâmicas espaciais na área do parna. A primeira se relaciona com a classe das Áreas Antropizadas. O gráfico da esquerda da figura 27 mostra que em 2014 apenas 2,62km<sup>2</sup> da área total dessa classe eram remanescentes de áreas antropizadas em 2000; o restante foi conquistado de outras fisionomias, em especial: 10,8 km<sup>2</sup> eram áreas de fisionomia arbustiva-herbácea e 34,46 km<sup>2</sup> eram áreas arbórea-arbustivas em 2000.

A princípio estes dados são preocupantes do ponto de vista da conservação da biodiversidade, pois indica uma simplificação ecológica e aumento de áreas degradadas dentro do parna. Entretanto, ao fazermos a tabulação cruzada para a classe representada pela fisionomia Arbórea-arbustiva, verificamos que em 2014 esta classe havia conquistado 32,4 km<sup>2</sup> de áreas que eram antropizadas em 2000. Ou seja, no balanço geral, houve ganhos significativos quanto ao aumento de áreas regeneradas, ao recuperar para fisionomias de maior porte (arbórea) e, portanto, com mais diversidade ecológica áreas que há 14 anos eram antropizadas.

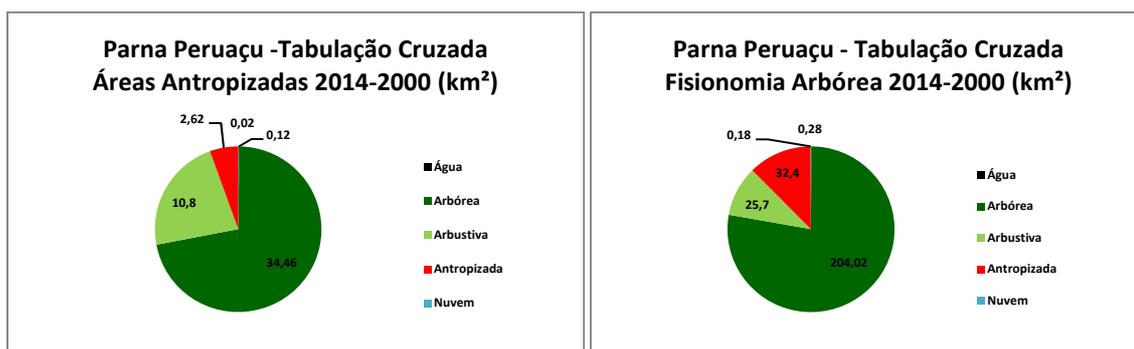


Figura 27: Gráficos com áreas da tabulação cruzada em ter 2014 e 2000 para as classes Áreas Antropizadas e Fisionomia Arbórea (em km<sup>2</sup>), da esquerda para a direita.

### 8.6.2 IVDN e IVAS aplicados ao Parna Cavernas do Peruaçu

O Parna Cavernas do Peruaçu compreende um mosaico de paisagens de relevante interesse cultural e natural, tais como vales cársticos, cavernas e sítios arqueológicos. Além de refúgio para a fauna, há espécies raras e em extinção que promovem a integração de ecossistemas, cujas linhas básicas visam a sustentabilidade econômica, social e ambiental da área do parque e seu entorno (ICMBio, 2005).

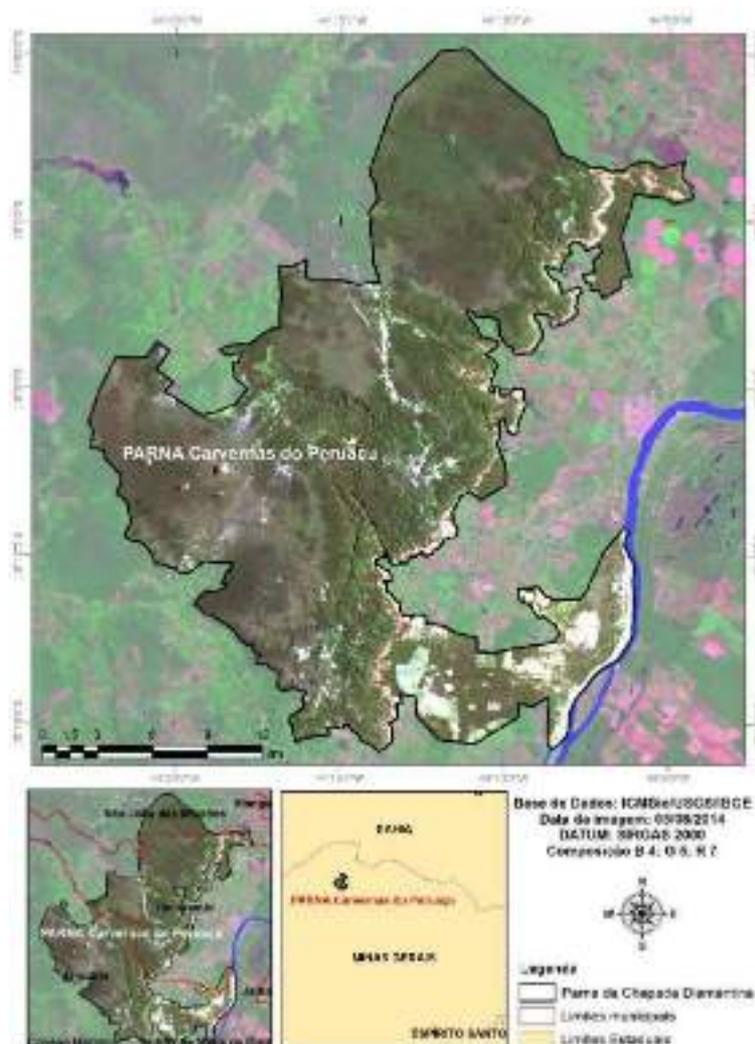


Figura 01: Localização do Parque Nacional Cavernas do Peruaçu.

De acordo com Plano de Manejo do Parna Cavernas do Peruaçu (ICMBio, 2005), há áreas antropizadas. Contudo, uma grande extensão de seu território encontra-se em bom estado de conservação. Ainda de acordo com o Plano de Manejo, há fitofisionomias de Caatinga, Cerrado e Floresta Estacional. Entretanto quando do trabalho de campo realizado pela equipe de pesquisadores não foi identificado o Bioma Caatinga, mas espécies de ampla distribuição que ocorrem em outros como o Cerrado e a Floresta Estacional, como já mencionado.

## Resultados e discussões

Foram identificadas em campanha de campo entre os dias 17 a 21 de março de 2014 e nas imagens de satélites as fisionomias Solo Exposto e Água e as fitofisionomias Mata Seca/Floresta Estacional de porte Arbóreo, Cerrado Arbustivo e Vegetação Rupestre e em Regeneração de porte Herbáceo.

Nas análises relacionando o IVDN e o IVAS (Figuras 02 e 03), identificaram-se nos Índices de Vegetação (IV) as mesmas fisionomias quando da elaboração dos mapas e da corroboração em verdade de campo realizada pela equipe de pesquisadores (Figura 04). Ao confrontar as análises dos IV com fotografias de campo (Figura 04), identificou-se que o IVAS foi o que melhor espacializou individualmente as fisionomias, principalmente no que concernem ao Solo Exposto e as fisionomias de porte Arbustivo.

Os valores de áreas em km<sup>2</sup> estão descritos na Tabela 01 para ambos IV e todas as fisionomias. Embora os IV tenham apresentado valores relativamente aproximado, o IVAS apresentou maior proximidade com a realidade de campo em todas as fisionomias. O IVDN superestimou Solo Exposto e Cerrado de porte Arbóreo. De acordo com Huete, Jackson e Post (1985), o brilho do solo influencia na resposta espectral, principalmente em dosséis com nível médio de cobertura vegetal, propiciando um aumento na quantificação de cobertura vegetal e favorecendo a aplicação do IVAS com fator de 0,5 para dosséis esparsos e densidade intermediária.

A condição encontrada pela equipe em campo corrobora com as informações dos autores supracitados, revelando não apenas a qualidade do IVAS para ambientes de Cerrado, mas também a importância da pesquisa de campo para a eficácia dos modelos em laboratório.

Tabela 01: Valores em km<sup>2</sup> para cada fisionomia de acordo com o IVAS e IVDN para o ano de 2014.

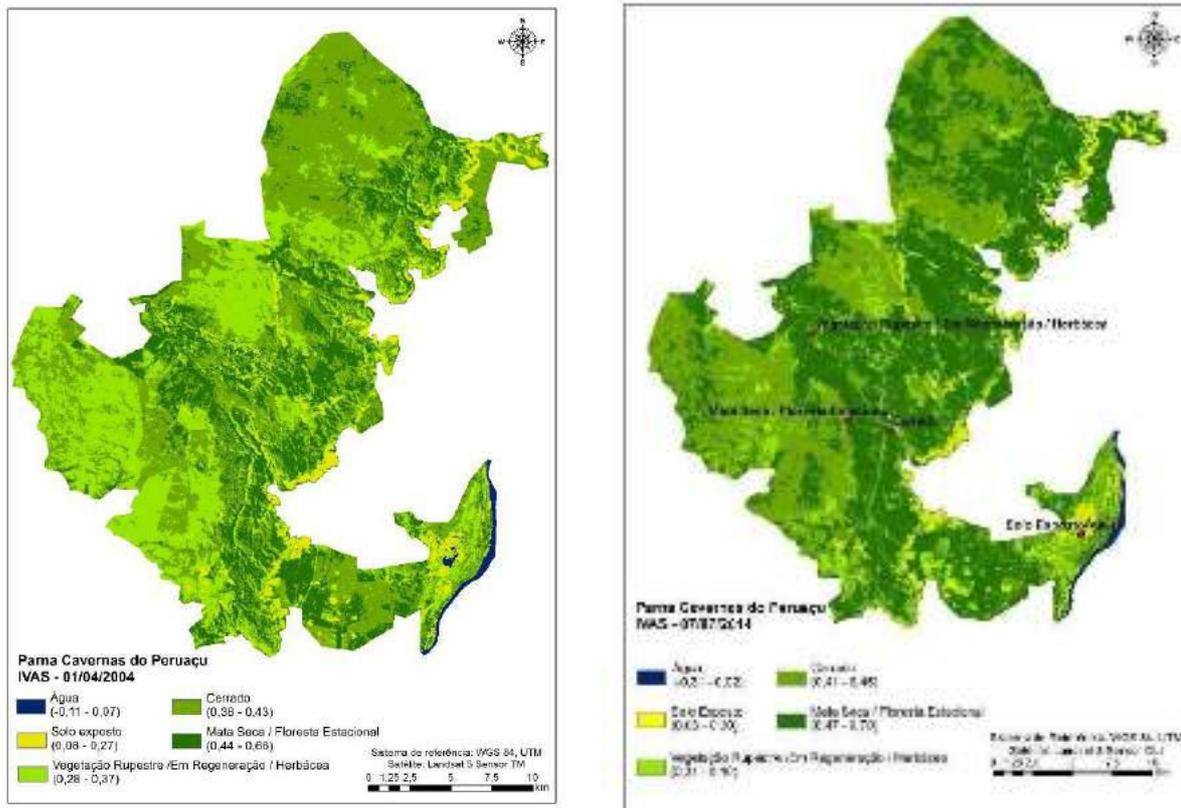
FISIONOMIA	ÁREA/km <sup>2</sup>		
	IVDN	IVAS	Diferença
Água	3,50	3,00	0,50
Solo Exposto	21,00	13,00	8,00
Vegetação Rupestre/Em Regeneração/Herbácea	45,00	49,00	-4,00
Cerrado/Arbustivo	215,00	205,00	10,00
Mata Seca/Floresta Estacional/Arbóreo	250,50	265,00	-14,50

Os valores referentes aos intervalos para cada fisionomia estão descritos na Tabela 02. Aqueles encontrados para o IVDN estão entre -0,66 a 0,85, enquanto para o IVAS entre -0,31 a 0,70. Para a análise dos intervalos foram considerados apenas os relativos ao IVAS, uma vez que este apresentou resultados mais condizentes com a realidade, como explicado anteriormente.

Tabela 02: Intervalos para cada fisionomia de acordo com o IVAS e IVDN 2014.

FISIONOMIA/PORTE	IVAS	IVDN
	INTERVALO	
Água	-0,31 a 0,02	-0,06 a 0,03
Solo Exposto	0,03 a 0,30	0,04 a 0,46
Vegetação Rupestre/Em Regeneração/Herbácea	0,31 a 0,40	0,47 a 0,63
Cerrado/Arbustivo	0,41 a 0,46	0,64 a 0,74
Mata Seca/Floresta Estacional/Arbóreo	0,47 a 0,70	0,75 a 0,85

Estabelecido anteriormente o IVAS como a melhor estimativa para o Parna Cavernas do Peruaçu, procedeu-se a análise da imagem referente ao ano de 2004. Foram identificadas as mesmas fisionomias quando do ano de 2014, apenas os intervalos relativos as fitofisionomias apresentaram diferenças (Figura 05, Tabela 03).



Figuras 06: IVAS Parna Cavernas do Peruaçu ano de 2004 e 2014.

Tabela 03: Intervalos para cada fisionomia de acordo com o IVAS para 2000/01 e 2014.

FISIONOMIA	IVAS/2004	IVAS/2014
	INTERVALO	
Água	-0,11 a 0,07	-0,31 a 0,02
Solo Exposto	0,08 a 0,27	0,03 a 0,30
Vegetação Rupestre/Em Regeneração/Herbácea	0,28 a 0,37	0,31 a 0,40
Cerrado/Arbustivo	0,38 a 0,43	0,41 a 0,46
Mata Seca/Floresta Estacional/Arbóreo	0,44 a 0,66	0,47 a 0,70

Ao proceder a análise espaço-temporal das fisionomias dos anos de 2004 e 2014 (Tabela 05), identificou-se que a classe Água não apresentou alteração. O Solo Exposto foi reduzido em 48% para o intervalo. Quando analisadas as fitofisionomias para o intervalo, foram identificadas para a Vegetação Rupestre/Regeneração de porte Herbáceo e Cerrado de porte Arbustivo uma redução de 66% e 20,5%. Mata Seca/Floresta Estacional foram as fitofisionomias que apresentaram acréscimo em área em 15%. Corroborando com Velsoso, Sampaio e Pareyn (2002) que identificaram ecossistemas naturais preservados, com áreas contínuas de vegetação arbórea arbustiva de Cerrado, Floresta Estacional e espécies de ampla distribuição de formações Caatinga.

Tabela 01: Valores em km<sup>2</sup> para cada fisionomia de acordo com a imagem e o ano em que foram analisados.

## Parna Cavernas do Peruaçu 2004/2014

FISIONOMIA	ÁREA/km <sup>2</sup>		
	2004	2014	Diferença
Água	3,00	3,00	0
Solo Exposto	25,00	13,00	-12,00
Vegetação Rupestre/Em Regeneração/Herbáceo	144,00	49,00	-95,00
Cerrado/Arbustivo	258,00	205,00	-53,00
Mata Seca/Floresta Estacional/Arbóreo	105,00	265,00	160,00

Tais alterações podem ser explicadas através da Sucessão Ecológica, onde áreas perturbadas passam a serem colonizadas por espécies pioneiras, e as espécies secundárias tardias têm como característica mais importante a deciduidade, onde o clímax é o resultado final da sucessão

(Budowski, 1965). Contudo, nesta pesquisa, ao tratar de Sucessão, aborda-se efetivamente os portes vegetacionais quando das espécies no âmbito das Rupestres de porte Herbáceo, Cerrado de porte Arbustivo e Floresta Estacional de ampla distribuição de porte Arbóreo.

Segundo o próprio Plano de Manejo do Parna Cavernas do Peruaçu, o objetivo da criação desta Unidade obedece a diretriz principal do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC, 2002) que é “preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica ...”.

Assim, identificou-se para o período 2004/2014 que a criação do Parna, graças à sua bem sucedida gestão administrativa, está cumprindo o objetivo de sua criação. Não apenas pela sucessão ecológica evidenciada na análise espaço-temporal, mas por todas as intervenções positivas encontradas em campanha de campo, como o cuidado com os novos acessos, respeito com a seleção de materiais construtivos utilizados nas passarelas e demais acessos públicos, a instalação de sinalizações e restrições das áreas mais sensíveis para os visitantes, além da presença constante de equipes de pesquisadores no parna.

## **8.7 Conclusões**

Atualmente, a área do Parna Carvernas do Peruaçu encontra-se bem preservada, devido ao seu entorno apresentar várias outras unidades de conservação, de âmbito estadual e federal, formando um mosaico de unidades de conservação. Entretanto, no entorno existem conflitos entre atividades agropastoris voltadas ao agronegócio, que repercute no uso excessivo dos recursos naturais, principalmente a água, influenciando na vazão dos rios São Francisco e Peruaçu, além de pressões antrópicas pela proximidade com o sítio urbano de Itacarambi, especialmente na porção meridional do parna e próximo à margem direita do rio São Francisco.

Analisando o padrão fitogeográfico da área do Parna Carvernas do Peruaçu, fica registrado que existe um mosaico vegetacional dos biomas Mata Atlântica e Cerrado, com ecossistemas de Floresta Estacionais e uma forte ligação florística de espécies de ampla distribuição geográfica.

O norte de Minas Gerais, por apresentar condições geoambientais próximas ao semiárido, sendo o limite sul do bioma Caatinga, possui uma predominância de Cerrado e Florestas decíduas. Entretanto, nas áreas de ocorrência de afloramentos calcários, abriga uma vegetação xerófila que está sujeita à intensa pressão antrópica, devido à pecuária tradicional e, mais recentemente, à implantação de grandes projetos de agricultura.

De maneira muito mais grave, várias áreas com afloramento calcário estão sendo pressionadas por mineradoras e fábricas de cimento, que conflitam com a gestão do Parna, proporcionando um desequilíbrio na riqueza florística dos Cerrados. Faz-se necessária a realização

de mais pesquisas nessa região, que apresentou alta riqueza específica da flora dos ecossistemas existentes, que podem ser ainda desconhecidas.

Através da análise de campo foi possível constatar que as comunidades do entorno do Parna Cavernas do Peruaçu conhecem e dependem dos recursos vegetais, principalmente na utilização das plantas medicinais. Desta maneira, a conservação do mosaico vegetacional requer maior estudo específico, para proporcionar à gestão do Parna maior conhecimento e melhor monitoramento, tanto da unidade de conservação, como da APA e seu entorno.

Na análise espaço-temporal com intervalo de 10 anos, identificou-se que não houve redução da área vegetada e sim que as fitofisionomias apresentam uma sucessão natural e aumento de áreas referentes ao porte da vegetação Arbórea, relativas à Mata Seca/Floresta Estacional.

A fisionomia Solo Exposto não apresentou aumento, visto que esse é referente a áreas de afloramento rochoso natural e não decorrente de desmatamento.

Logo, entende-se que o principal objetivo de criação da Unidade de Proteção Integral vem sendo cumprido e que a área apresenta características de ambiente preservado. Entretanto, recomenda-se a continuação da fiscalização ambiental, especialmente nas áreas de caverna e pinturas rupestres, além do monitoramento da expansão de atividades ligadas à agricultura familiar situadas dentro dos limites do parna, bem como das áreas antropizadas já regularizadas e em fase de recuperação ambiental.

## Referências

ALENCAR-SILVA, T. & MAILLARD, P. Delimitação, caracterização e tipologia das veredas do Parque Estadual Veredas do Peruaçu. **Geografias**. Belo Horizonte 07(2) 24-39 julho-dezembro, 2011.

AUPAUA, D. M. G. **Diversidade  $\beta$  (Beta) em Florestas Tropicais Sazonalmente Secas: relações florísticas entre gradientes fisionômicos e entre microambientes**. Lavras: UFLA, 2012.

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.

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. Instituto Chico Mendes da Biodiversidade - ICMBio. Plano de Manejo do Parque Nacional Cavernas do Peruaçu. Brasília, maio de 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente- MMA. Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Lei Nº 9.985, DE 18 DE JULHO DE 2000.

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

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**, 258: 922 - 930. 2009.

FAGUNDES, L.M.; CARVALHO, D.; VAN DEN BERG, E.; MELO MARQUES, J.J.G.S. & MACHADO, E.L.M. Florística e estrutura do estrato arbóreo de dois fragmentos de florestas decíduas às margens do rio Grande, em Alpinópolis e Passos, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 21: 65-78. 2007.

GONZAGA, A. P. D.; PINTO, J. R. R.; MACHADO, E. L. M.; FELFILI, J. M.. Similaridade florística entre estratos da vegetação em quatro Florestas Estacionais Decíduas na bacia do Rio São Francisco. **Rodriguésia** 64(1): 011-019. 2013.

GONZAGA, A.P.D. **Padrões fitogeográficos de Florestas Estacionais Decíduas na bacia do Rio São Francisco: análise florístico-estrutural e suas relações com o ambiente**. Tese de Doutorado em Ciências Florestais, Publicação PPGEFL. TD. 018 / 2011, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 140p. 2011.

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.

HUETE, A.R., JACKSON, R.D., & POST, D.F., 1985, Spectral response of a plant canopy with different soil backgrounds: *Remote Sensing of Environment*, v. 17, p. 37-53.

ICMBIO- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Atlas da fauna brasileira ameaçada de extinção em unidades de conservação federais** / Organizadores: Jorge Luiz do Nascimento, Ivan Braga Campos. – Brasília: Icmbio, 2011.

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**, 8(1): 032-042, 2012.

LOBO, H. A. S.; BOGGIANI, P. C. Cavernas como patrimônio geológico. **Boletim Paranaense de Geociências**, v.70, 2013.

LOMBARDI, J. A.; SALINO, A.; TEMONI, L. G. Diversidade florística de plantas vasculares no município de Januária, Minas Gerais, Brasil. **Lundiana** 6(1):3-20, 2005. Instituto de Ciências Biológicas – UFMG.

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 Amazônica, Mato Grosso, Brasil. **Biota Neotrop.**, 11(1): 133-142, 2011.

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** 65(1): 021-035. 2014

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.

MMA- Ministério do Meio Ambiente. **Biodiversidade do Cerrado e Pantanal: áreas e ações prioritárias para conservação** / Ministério do Meio Ambiente. – Brasília: MMA, 2007.

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.

MOURA, R. T. **Vertebrados da região do vale do rio Peruaçu - Análise da fauna de mamíferos.** In: Arq. Mus. Hist. Nat. Jard. Bot. - UFMG. Belo Horizonte. Volume XIX – 2009.

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 Bot. Bras.** 24(3): 674-685. 2010.

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.

OLIVEIRA, C.C.; ZANDAVALLI, R.B.; LIMA, A.L.A. & RODAL, M.J.N. Functional groups of woody species in semi-arid regions at low latitudes. **Austral Ecology**, 40: 40-49. 2015.

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-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.

PARNA-PC. **Parque Nacional Cavernas do Peruaçu.** V.1, BRASÍLIA, MAIO DE 2005.

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.

PILÓ, L.B. **A Morfologia Cárstica do Baixo Curso do Rio Peruaçu, Januária - Itacarambi, MG.** IGC/UFMG. Belo Horizonte. Monografia de Graduação, 80 p. 1989.

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.** Pp. 113-149. . 2006.

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.

RIZZINI, C.T. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos.** Rio de Janeiro, Âmbito Cultural Edições Ltda. 1979.

RODET, J., RODET, M. ., WILLEMS, L., POUCKET, 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; 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.

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 – R.C.E.E.F.** 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 bot. bras.** 25(4): 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 north-eastern and Central Brazil. **Ecology and Evolution** 2: 409-428. 2012.

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**, 31: 135-144. 2007a.

SARTORI, R. A.; CARVALHO, D. A. de; BERG, E. V. den; MELO MARQUES, J. J. G. de Sá e; SANTOS, R. M. dos. **Variações florísticas e estruturais do componente arbóreo de uma floresta estacional semidecidual montana em Socorro, SP.** **Rodriguésia** 66(1): 033-049. 2015.

SERAFINI, J. S. **O microclima de uma vereda degradada: estudo de caso no Parque Estadual Veredas o Peruaçu-MG/** Sérgio Serafini Júnior: orientador Prof<sup>o</sup>. Emerson Galvani. São Paulo, 2010.

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** 66 (1): 021-032. 2015.

SOUZA, F. M.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. Species-specific associations between overstory and understory tree species in a semideciduous tropical forest. **Acta Botanica Brasilica** 29(1): 73-81. 2015.

**UFMG. Arqueologia Do Vale Do Rio Peruaçu e Adjacências – Minas Gerais.** Arq. Mus. Hist. Nat. Jard. Bot. - Ufm. Belo Horizonte. Volume Xix – 2009. Org/ André Prous & Maria Jacqueline Rodet. Belo Horizonte, 2009.

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