



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

ESTAÇÃO ECOLÓGICA RASO DA CATARINA

EQUIPE:

COORDENADOR:

DR. NEISON CABRAL FERREIRA FREIRE (FUNDAJ)

PESQUISADORES:

DRA. DÉBORA COELHO MOURA (UF CG)

DRA. JANAÍNA BARBOSA DA SILVA (UF CG)

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 (UF CG)

BOLSISTAS E ESTAGIÁRIOS:

AMAURI LOPES (UFPE/DE CART)

ATHOS MENEZES (UFPE/DCG)

FRANCILAINE LIMA (UF CG/DCG)

ÍTALO FRANCIS (UFPE/DCG)

RAFAEL DANTAS (UF CG/DCG)

Recife

Março de 2015

ESTAÇÃO ECOLÓGICA RASO DA CATARINA

A preservação da biodiversidade na Caatinga

Neison Cabral Ferreira Freire¹

Débora Coelho Moura²

Janaína Barbosa da Silva³

6.1 Introdução

A Estação Ecológica Raso da Catarina (Esec Raso da Catarina) é um espaço do território nacional situado no Estado da Bahia (Figura 1), configurada por áreas dos municípios de Paulo Afonso (8,37%), Rodelas (31,39%) e Jeremoabo (60,24%) (Figura 2). 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 ICMBio (2008) no Plano de Manejo da Estação Ecológica Raso da Catarina:

O nome 'Raso' se deve à paisagem homogênea formada por solos rasos, planos e de grande extensão, como se pode observar no modelo digital de terreno (Figura 3). 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. (ICMBio, Plano de manejo: Estação Ecológica Raso da Catarina, 2008, p. 19)

¹ Pesquisador Doutor, Pesquisador Adjunto III, Diretoria de Pesquisas Sociais, Fundação Joaquim Nabuco (Fundaj), Recife-PE, Brasil.

^{2,3} Docente Doutora, Professora Adjunta, Instituto de Geografia, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande-PB, Brasil.



Figura 1: Vista panorâmica da Esec Raso da Catarina – uma das maiores extensões contínuas do bioma Caatinga em excelente estado de conservação.

Foto: Neison Freire (2014)

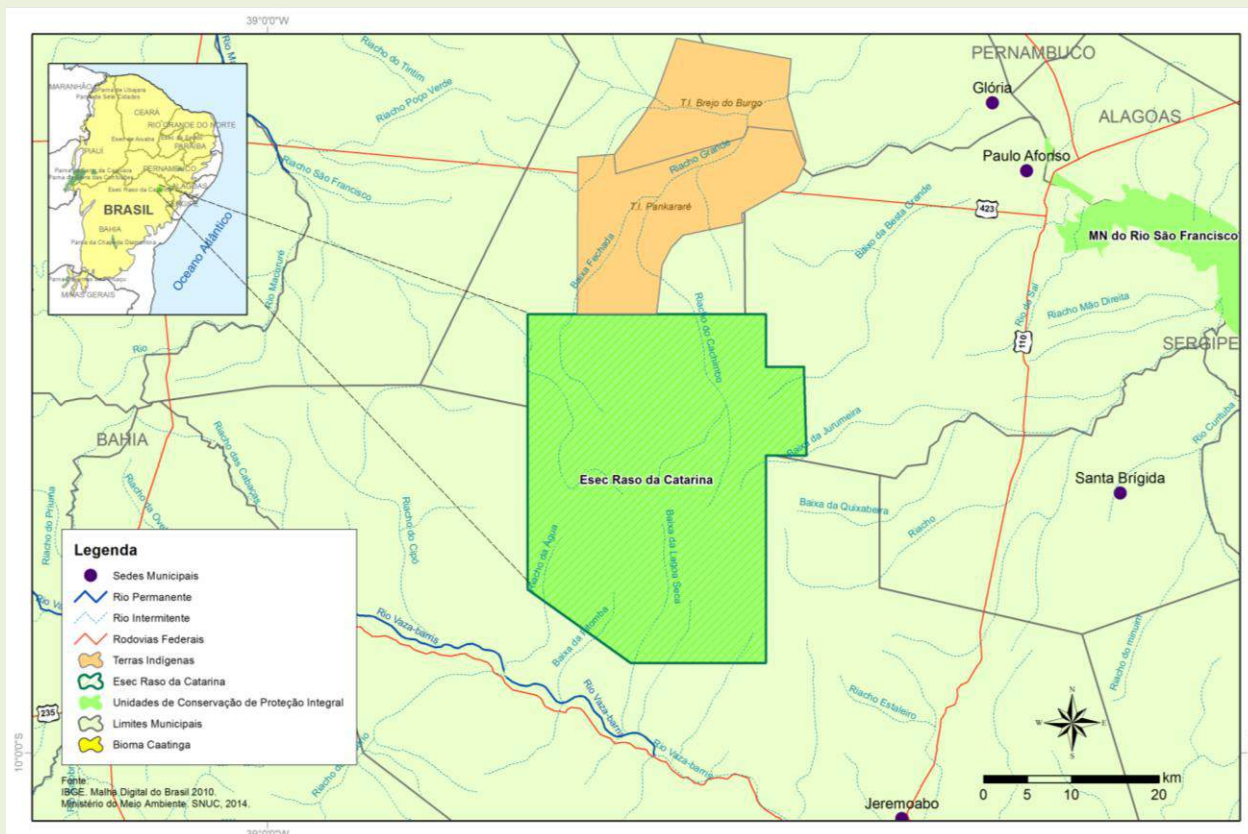


Figura 2: Mapa de localização da Esec Raso da Catarina. Fonte: elaborado pelos autores.

Fonte: elaborado pelos autores.

De acordo com a Lei Nº 6.902, de 27/04/1981, as Estações Ecológicas (Esec) “são áreas representativas de ecossistemas brasileiros, destinadas à realização de pesquisas básicas e aplicadas de Ecologia, à proteção do ambiente natural e ao desenvolvimento da educação conservacionista”. O § 1º desta mesma Lei estabelece que 90% (noventa por cento) ou mais da área de cada Estação Ecológica será destinada, em caráter permanente, e definida em ato do Poder Executivo, à preservação integral da biota, e, no seu § 2º, determina que na área restante, desde que haja um plano de zoneamento aprovado, segundo se dispuser em regulamento, poderá ser autorizada a realização de pesquisas ecológicas que venham a acarretar modificações no ambiente natural.

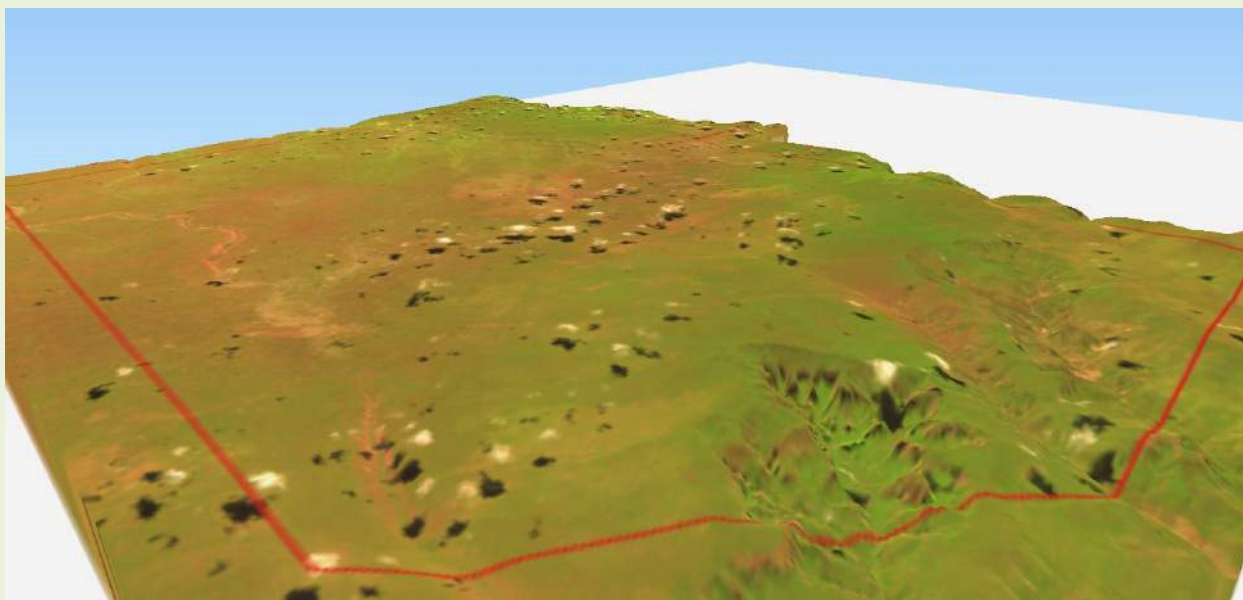


Figura 3: Modelo Digital de Terreno da área da Esec Raso da Catarina (poligonal na cor vermelha) e entorno, gerado no Cieg para a pesquisa a partir de imagens ortorretificadas do sensor AVNIR-2 e ortomosaicos AVNIR-2, produzidos pelo IBGE (2015); inclui material Jaxa; exagero vertical 5x; dados processados no software QuantumGIS.

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 (Figura 4). 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 utilizado 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 ficam fora dos limites da Esec Raso da Catarina.

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 à incêndios, a sede oficial da unidade fica em Paulo Afonso – BA.

Um Plano de Manejo foi publicado em 2008 pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 2008), dividido em quatro encartes: 1º) analisa a importância da conservação ambiental da Esec Raso da Catarina nos contextos internacional, federal e estadual, 2º) trata dos aspectos ambientais, socioeconômicos, institucionais e legais, 3º) faz um diagnóstico da Esec, seus fatores bióticos e abióticos, infraestrutura disponível e as atividades ali desenvolvidas, e que podem ser apropriadas ou conflitantes, 4º) apresenta um planejamento da Esec, por áreas de atuação e por programas temáticos, observando atividades, subatividades e normas que devem presidir o uso da área e o manejo de seus recursos, incluindo, ainda, o cronograma físico e financeiro dessas atividades⁴.

⁴ Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/esec_raso_da_catarina.pdf>. Acesso em 31/03/2015.



Figura 4: 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)

No entorno da Esec Raso da Catarina encontram-se outras duas unidades de conservação: a Área de Proteção Ambiental Estadual Serra Branca e a Área de Relevante Interesse Ecológico de Cocorobó. Esta última é também gerenciada pelo ICMBio, além da Esec Raso da Catarina. Na área da estação estão, ainda, localizadas quatro terras indígenas: Pankararé (Figura 5), Brejo dos Burgos, Quixaba e Kantaruré, onde habitam as etnias Tuxá, Kantaruré, Xukuru-kariri e Pankararé.



Figura 5: 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. Registre-se que no dia da tomada desta fotografia, 10/02/2014, às 12h, foi feita pela equipe de pesquisadores uma leitura da temperatura do solo com termômetro infravermelho, indicando o valor de 61,2°C – um dos valores mais elevados registrados em toda a pesquisa.
Foto: Neison Freire (2014)

6.2 Aspectos Socioeconômicos

Os municípios que têm porções de seus territórios dentro da Esec Raso da Catarina são comandados pelo polo de Paulo Afonso, seguido por Jeremoabo e Rodelas. Comparados com a capital Salvador, estes municípios têm população bastante menor. A proporção entre população urbana e rural é inversamente proporcional entre estes municípios e a capital do Estado. Ou seja, os municípios que constituem a Esec têm expressiva população rural, sendo que em Jeremoabo a população rural é maior que a urbana em termos absolutos, como se observa na Tabela 1.

De forma geral, a região está situada em uma microrregião da Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR, MI, 2009) cuja tipologia é assinalada como “estagnada” (Figura 6). 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.

Tabela 1: População – municípios da Esec Raso da Catarina e de Salvador.

| 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 |
|---------------------|-------------------------|--|------------------------|---|------------------------|---|
| Paulo Afonso | 93.404 | 50.383 | 14.992 | 6.808 | 108.396 | 57.191 |
| Rodelas | 6.540 | 3.021 | 1.235 | 588 | 7.775 | 3.609 |
| Jeremoabo | 17.437 | 10.008 | 20.243 | 10.327 | 37.680 | 20.335 |
| Salvador | 2.674.923 | 1.562.443 | 733 | 328 | 2.675.656 | 1.562.771 |

Fonte: IBGE, Censo 2010.

O “vazio demográfico” e isolamento urbano da Esec Raso da Catarina também podem ser constatados através do mapa da Figura 6. Talvez este isolamento e a dificuldade de acesso tenham contribuído para a conservação da unidade desde a sua criação em 1984. Em Paulo Afonso, cidade de apoio a quem deseja se dirigir à Esec, poucos conhecem o caminho para se chegar à Terra Indígena dos Pankararés (vizinha à unidade em tela) e quase ninguém sabe ir até à sede da Esec. A equipe de pesquisadores contou com o apoio do ICMBio para poder se locomover de Paulo Afonso até à sede e assim realizar os trabalhos de campo dentro da unidade.

Ao considerarmos a Tipologia das Cidades Brasileiras (MCid, 2005), verificamos que há dois portes de cidades no entorno da Esec: um abaixo de 20 mil hab e outro que está entre 20 mil e 100 mil hab, porém em sua maioria com cidades onde predominam as atividades rurais. Os centros urbanos (maiores) são marcados pelos espaços rurais consolidados (Paulo Afonso e Delmiro Gouveia) ou pobres (São José da Tapera e Pão de Açúcar). As cidades abaixo de 20 mil hab são marcadas por espaços rurais de pouca densidade econômica. Essas características eminentemente rurais desses municípios ajudam também a explicar os conflitos socioambientais que serão vistos no item seguinte, em especial o chamado “fundo de pasto”.

A renda urbana per capita em geral é baixa quando comparada à Salvador, exceto Paulo Afonso que se aproxima da capital (Tabela 2). A média da renda rural per capita dos municípios do entorno (R\$ 199,55) representa quase a metade (49,51%) da média da renda urbana per capita desses municípios (R\$ 403,00) em 2010. Ou seja, as condições de consumo e bem-estar da expressiva população rural são baixas, revelando um quadro social de grandes desigualdades de renda e baixo desenvolvimento humano.

Por apresentar um dos menores níveis de renda e bem-estar do País, a região termina por instigar o esvaziamento populacional rural e os fluxos migratórios para áreas mais dinâmicas ou de maior patrimônio produtivo instalado, num fenômeno identificado por Myrdal (1957) como “causação circular cumulativa”.

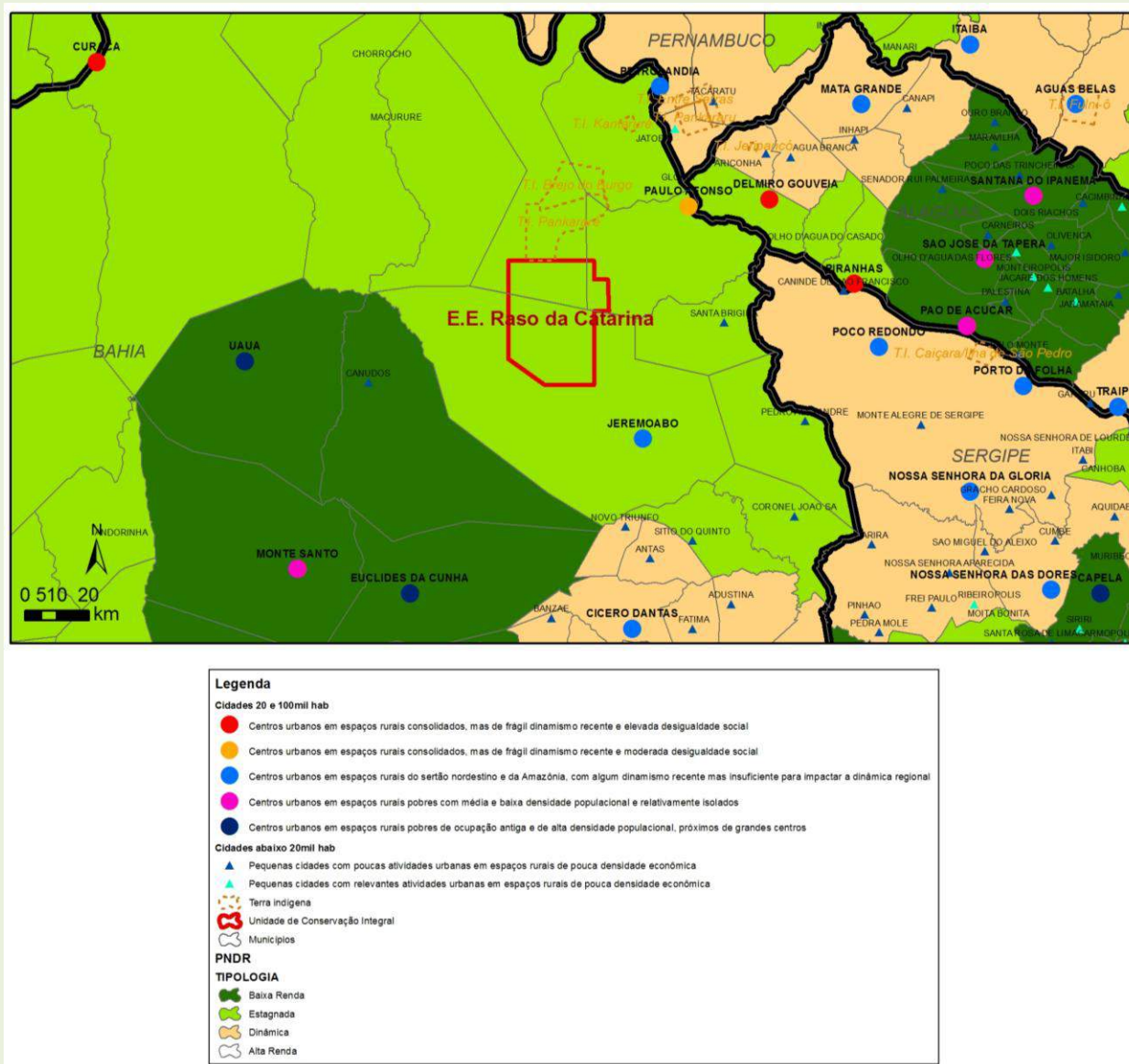


Figura 6: Mapa da Esec Raso da Catarina, a PNDR (MI, 2003) e a Tipologia das Cidades (MCid, 2005).
Fonte: MI, 2003; MCid, 2005; ICMBio. Elaborado pelos autores.

Tabela 2: Renda mensal, em R\$, valores de agosto de 2010 – municípios da Esec Raso da Catarina e de Salvador.

| 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 |
|--------------|---------------|-------------------------|--------------------|--------------|------------------------|-------------------|---------------|------------------------|
| Paulo Afonso | 54.002.687,60 | 578,16 | 1.071,84 | 3.370.812,94 | 224,84 | 495,13 | 57.373.500,53 | 529,30 |

| | | | | | | | | |
|------------------|------------------|--------|----------|--------------|--------|--------|------------------|--------|
| Rodelas | 1.752.825,13 | 268,02 | 580,21 | 251.428,11 | 203,59 | 427,60 | 2.004.253,24 | 257,78 |
| Jeremoabo | 6.326.611,79 | 362,83 | 632,16 | 3.445.920,21 | 170,23 | 333,68 | 9.772.531,99 | 259,36 |
| Salvador | 2.493.559.949,07 | 932,20 | 1.595,94 | 175.828,99 | 239,88 | 536,06 | 2.493.735.778,07 | 932,01 |

Fonte: IBGE, Censo 2010.

A taxa de analfabetismo é expressiva (Tabela 3), especialmente se comparada à capital Salvador. No total, no ano de 2010, 29.608 hab dos três municípios do entorno da Esec eram analfabetos, em uma população total de 153.351 hab. Ou seja, uma taxa de analfabetismo total de 0,193, muito acima de Salvador que é de 0,049. Nesta precária situação educacional, torna-se evidente as dificuldades de entendimento da população, especial a rural analfabeta, entender a importância e a necessidade de conservação ambiental em áreas protegidas. Para estas populações socialmente vulneráveis, antes de se estabelecer políticas públicas voltadas à Educação Ambiental, torna-se imprescindível a adoção de políticas de Educação de Base. Esta, claro, é condição necessária para aquela.

Tabela 3: Analfabetismo – municípios da Esec Raso da Catarina e de Salvador.

| Município | População urbana analfabeta | Taxa de analfabetismo urbana | População rural analfabeta | Taxa de analfabetismo rural | População total analfabeta | Taxa de analfabetismo total |
|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| Paulo Afonso | 12.618 | 0,135 | 4.351 | 0,290 | 16.969 | 0,157 |
| Rodelas | 1.390 | 0,212 | 295 | 0,239 | 1.685 | 0,217 |
| Jeremoabo | 4.086 | 0,234 | 6.868 | 0,339 | 10.954 | 0,291 |
| Salvador | 130.551 | 0,049 | 135 | 0,184 | 130.686 | 0,049 |

Fonte: IBGE, Censo 2010.

Esta característica, esta fragilidade do comércio local, tem suas origens na matriz econômica que historicamente a determina. De fato, não existe na economia açucareira uma desverticalização expressiva da produção, mesmo porque a *plantation* não condiciona o surgimento de significativas atividades subsidiárias à atividade produtiva que no Nordeste brasileiro é secularmente baseada no latifúndio, como há muito notou Furtado (2003). O que se observa é a predominância de uma alta concentração de renda nas mãos de poucos privilegiados, com poucas interdependências econômicas horizontais (CARVALHO, 2005). Esta alta concentração de renda não permite o desenvolvimento de uma classe média forte o suficiente para assegurar escala e dinâmica rentável para as transações comerciais necessárias à expansão do mercado local, além de achatam consideravelmente a renda do trabalhador não especializado, como anota Lessa (2006). Enfim, a razão dos baixos indicadores socioeconômicos verificados no estado está diretamente relacionada com essas características encontradas em Alagoas.

Tabela 4: Escolaridade (hab) – municípios da Esec Raso da Catarina e de Salvador.

| Município | População Urbana | | | | |
|--------------|--|---|--------------------------------------|-------------------|-----------------|
| | Sem instrução e fundamental incompleto | Fundamental completo e médio incompleto | Médio completo e superior incompleto | Superior completo | Não determinado |
| Paulo Afonso | 56.649 | 11.860 | 19.840 | 4.551 | 505 |
| Rodelas | 4.269 | 646 | 1.374 | 183 | 67 |
| Jeremoabo | 12.704 | 2.015 | 2.343 | 376 | 0 |
| Salvador | 1.211.333 | 393.789 | 795.127 | 255.602 | 19.072 |

Fonte: IBGE, Censo 2010.

Tabela 5: Escolaridade (hab) – municípios da Esec Raso da Catarina e de Salvador.

| Município | População Rural | | | | |
|--------------|--|---|--------------------------------------|-------------------|-----------------|
| | Sem instrução e fundamental incompleto | Fundamental completo e médio incompleto | Médio completo e superior incompleto | Superior completo | Não determinado |
| Paulo Afonso | 12.144 | 1.648 | 1.076 | 107 | 17 |
| Rodelas | 981 | 136 | 102 | 15 | 2 |
| Jeremoabo | 17.706 | 1.457 | 960 | 23 | 97 |
| Salvador | 514 | 77 | 138 | 4 | 0 |

Fonte: IBGE, Censo 2010.

6.3 Os conflitos socioambientais

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 bovino e ovinos dentro dos limites da unidade. Segundo revelou a pesquisa de campo, a caça de animais silvestres está relacionada à 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 a 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.

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. “Tal modelo de criação facilita o acesso dos animais à água e à comida, principalmente nos períodos de estiagem severa, além de ser um exemplo de adaptação e convivência com o clima semiárido da região”⁵:

Os fundos de pasto se constituem em centenas de comunidades espalhadas pela Caatinga e são considerados pelos órgãos oficiais do Brasil como populações tradicionais. Estas se caracterizam como grupamentos humanos marcados por identidades e valores comuns. Os traços étnicos e raciais e suas trajetórias de vida são os mais diversos, isto porque existem fundos de pasto quilombolas, indígenas ou de agricultores e agriculturas familiares que nasceram e cresceram naquelas localidades, se ocupando de plantações ou cuidando de seus animais, em geral caprinos e bovinos.

Fonte: <http://www.ocarete.org.br/povos-tradicionais/comunidades-de-fundo-de-pasto>. Acesso: 27/10/2015.

A Esec conta hoje com uma boa infraestrutura, como energia elétrica na sede, setor de brigadistas e frota de veículos compatíveis com os tipos de solo da caatinga e com as atividades desenvolvidas pelos gestores, técnicos e pessoal de apoio. Em entrevista concedida à pesquisa na sede do ICMBio em Paulo Afonso-Ba no dia 13/02/2014, o gestor da Unidade, Sr. José Tiago Almeida dos Santos, observou que “os principais impactos se referem à falta de uma demarcação dos limites e fechamento da área (‘cercamento’). A presença de gado em “fundo de pasto” causa bastante impacto, utilizando-se das estradas feitas na década de 1960 pela Petrobrás, cujos marcos geodésicos ainda estão edificadas e em perfeito estado de conservação, na área da Esec. Nestes casos, embora a fiscalização do ICMBio tenha os instrumentos legais para apreensão dos animais, esta não é feita para não causar conflitos socioambientais significativos com as populações tradicionais e de alta vulnerabilidade social que vivem no entorno da estação. Afinal, como bem observou o gestor, “esta prática é realizada desde os tempos da colonização do interior do Nordeste do Brasil”.

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

⁵ Fonte: Em <<http://www.cerratinga.org.br/populacoes/comunidades-de-fundos-de-pasto>> Acesso em: 27 de outubro de 2015.

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.

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 (Figura 6).



Figura 6: Espécies nativas do bioma Caatinga estão bem preservadas no interior da Esec Raso da Catarina. Foto: Neison Freire (2014).

6.4 Fitofisionomias e Características Geoambientais

6.4.1 Aspectos gerais

A Região Semiárida do Nordeste do Brasil, com destaque para a Estação Ecológica Raso da Catarina (Esec Raso da Catarina), apresenta uma variável climática que, associada à estrutura geológica formada por afloramentos de arenito da Bacia de Tucano, proporciona determinadas condições de solo que contribuem para o aparecimento de inúmeras formações vegetais na Caatinga. Estas formações vegetacionais de Caatinga na região são destacadas pela fisionomia arbustiva arbórea em excelente estágio de conservação (ANDRADE-LIMA, 1981; ARAÚJO *et al.*, 2007).

O clima nesta região é responsável pela variação dos elementos geoambientais, aos quais estão adaptados a vegetação e os processos de formação do relevo, com predomínio de solos arenosos, em função da base geológica da bacia sedimentar. Esses fatores são determinantes para a distribuição da vegetação Caatinga em toda a área da Esec Raso da Catarina (CARDOSO & QUEIROZ, 2007).

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

6.4.2 Análise Geoambiental

A área da Esec Raso da Catarina está localizada na bacia sedimentar de Tucano, constituída de Neossolos litólicos poucos espessos em sua maior extensão, com horizonte A fraco e textura média a argilosa e frequentemente pedregoso. São registrados nestas áreas os Neossolos quartzarênicos, distróficos, profundos e pouco férteis, bem drenados, além dos Luviscos e Vertissolos, muito argilosos com horizonte B vérticos, onde predominam os relevos plano ou suave ondulado (PLGGB, 1988).

As unidades geomorfológicas englobam as formações paleozóicas e mesozóicas 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 350 a 700 m na parte norte (bacia do Jatobá, em PE) (VELLOSO *et al.*, 2002).

A Esec Raso da Catarina se encontra em uma verdadeira “chapada arenítica”, que se apresenta como uma superfície plana, de baixa declividade. Esta declividade varia de 0 a 2°, e apresenta uma altimetria que varia entre 142 a 200 m, (AB’SABER, 2006; OLIVEIRA, 2010) (Figura 1:

A e B). Entretanto, a Terra Indígena Pankararé apresenta superfície tabular formada de rochas areníticas da Formação Marizal, e declividades que varia de 3° a 6° (Figuras 2: A e B).

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 dez meses (Assis, 2000). A precipitação média de 400 mm ao ano, sendo uma das regiões mais seca do Brasil e o período chuvoso estende-se de janeiro a abril (PLGGB, 1988).

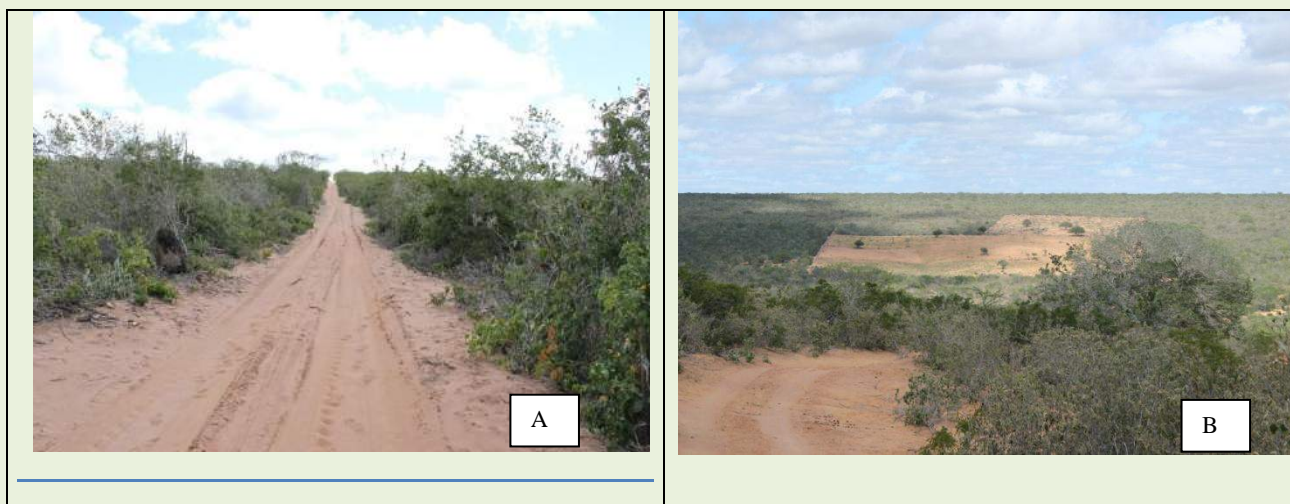


Figura 1: A: Feições do relevo plano, compostos de Neossolos quartzarênicos; B: áreas sedimentares de arenito, do período Devoniano, da Formação Tacaratu, em que ocorre relevo suave ondulado, localizados na E. E. Raso da Catarina. Fotos: Débora Moura e Neison Freire (fevereiro/2014).

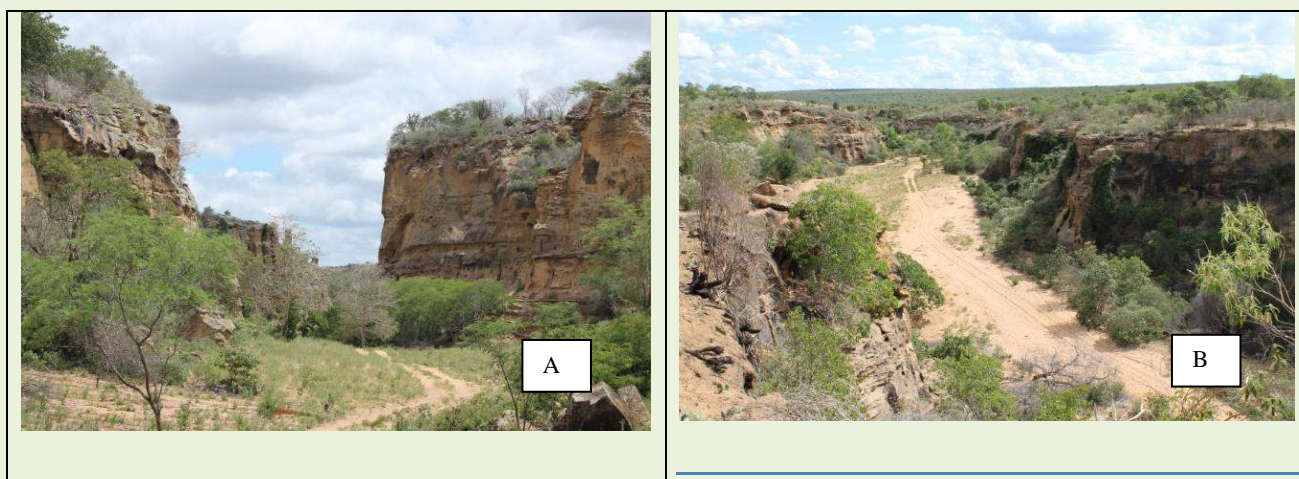


Figura 2: A e B: Panorama do relevo escarpado e ruíniformes formado por rochas areníticas, em que ocorre Terra Indígena Pankararé, localizados no entorno da E. E. Raso da Catarina. Fotos: Débora Moura e Neison Freire (fevereiro/2014).

As bacias hidrográficas da região são endorréicas, comandadas 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 proterozoicas, do embasamento cristalino, do tipo

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

6.4.3 Análise da Vegetação e Fitofisionomias

A vegetação Caatinga apresenta adaptações anatômicas e fisiológicas relacionadas ao clima (BAUTISTA, 1986). Esta vegetação caracteriza-se pela presença de árvores e arbustos decíduais, constituindo-se ainda do domínio das plantas suculentas espinhosas e de herbáceas temporárias que se desenvolvem no período chuvoso (ANDRADE-LIMA, 1981).

A vegetação de Caatinga pode ser caracterizada, como florestas de porte baixo, que compreende árvores e arbustos, que apresentam espinhos e microfilia. A diversidade florística da Caatinga mostra que a maior riqueza está associada às famílias, como Asteraceae, Leguminosae, Euphorbiaceae, Bignoniaceae e Cactaceae (ANDRADE-LIMA, 1981, GARIGLIO et al. 2010). A família Leguminosae apresenta-se como a mais diversa, com 293 espécies em 77 gêneros, das quais 144 espécies são endêmicas (QUEIROZ, 2006a, CARDOSO & QUEIROZ, 2007).

Na Caatinga são registrados muitos táxons de Leguminosae. Entretanto, os mais comuns são aqueles dos gêneros *Mimosa*, *Acacia*, *Caesalpinia* e *Senna* - estes se apresentam na paisagem com fitofisionomia arbustiva arbórea (QUEIROZ, 2006). A cobertura vegetal formada por uma fisionomia arbustiva densa e árvores isoladas é decorrente de uma morfoestrutura plana e de formação pedológica, constituída por Neossolos Quartzarênicos com cobertura de Caatingas Arbóreas e Arbustivas conservadas (AB'SABER, 2006), (Figura 3: A e B).



Figura 3: A: Feições da vegetação Caatinga com fisionomia arbustiva, localizada sobre os Neossolos quartzarênicos; B: fitofisionomia arbustiva arbórea localizada na Esec Raso da Catarina.
Fotos: Débora Moura (fevereiro/2014).

Nas áreas da Esec Raso da Catariana, a vegetação apresenta-se como típica de espécies do bioma Caatinga, com fitofisionomia arbustiva densa (Figura 4 A) nas áreas planas. Entretanto são encontradas áreas com fisionomia arbustiva aberta em regeneração (Figura 4 B), por haver passado por queimadas, nos períodos secos, nos anos de 2001, 2008 e 2011.

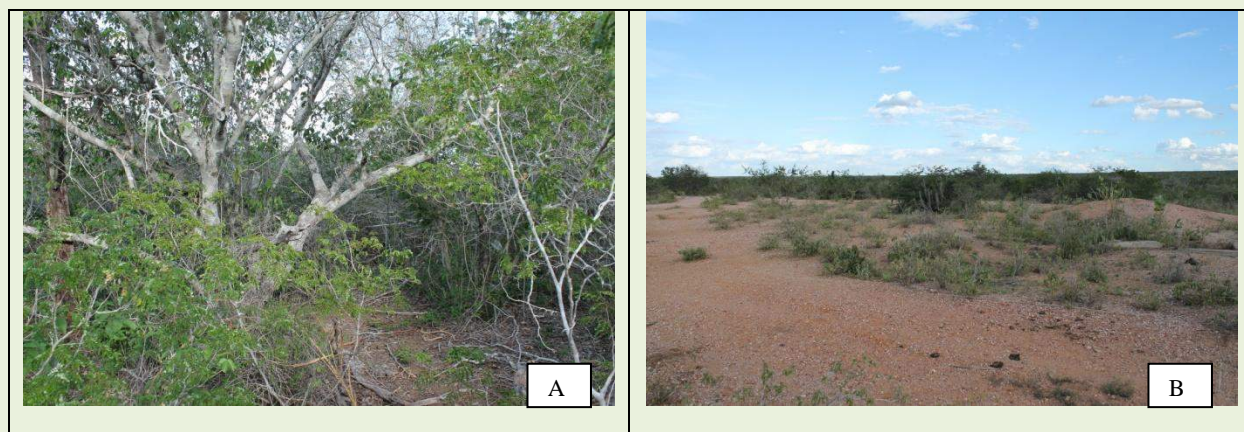


Figura 4: A: Fitofisionomia arbustiva densa da vegetação Caatinga que ocorre na área da E.E.Raso da Catarina; B: Vegetação de Caatinga arbustiva aberta em regeneração, devido as sucessivas queimadas, que atingiram a Esec Raso da Catarina. Foto: Débora Moura (fevereiro/2014).

Vários estudos etnobotânicos foram realizados nas Terras Indígenas Pankararé e comunidades quilombolas (COLAÇO, 2006; ALMEIDA & BANDEIRA, 2010; GOMES & BANDEIRA, 2012). Entretanto, na Esec Raso da Catariana, os estudos botânicos estão restritos às famílias *Arecaceae* (ROCHA, 2009), *Boraginaceae* (VIERIA *et al*, 2013), *Rubiaceae* (VARJÃO *et al.*, 2013) e *Verbenaceae* (MELO *et al.*, 2010).

A fitofisionomia arbustiva predominante na Esec Raso da Catarina é composta por: *Apocynaceae* (*Allamanda blanchetii* A. DC, *Aspidosperma pyriforme* 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. *Tournefortia rubicunda* Salzm. ex DC.; g. *Varronia curassavica* Jacq.; h. *Varronia globosa* Jacq.; i. *Varronia leucocephala* (Moric.) J.S.Mill. (Figura 5 A); *Bromeliaceae* (*Hohenbergia catingae* Ule., *Neoglaziovia variegata* Mez., *Tillandsia recurvata* L, *Encholirium spectabile* Martius 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. *Cnidocolus quercifolius* Pohl); *Fabaceae* (*Dioclea grandiflora* Mart. ex Benth. (Figura 5 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, Kew Bull. indivíduos destas espécies são observadas com maior frequência (CARDOSO & QUEIROZ, 2007; MELO et al, 2010, VIEIRA et al, 2013).

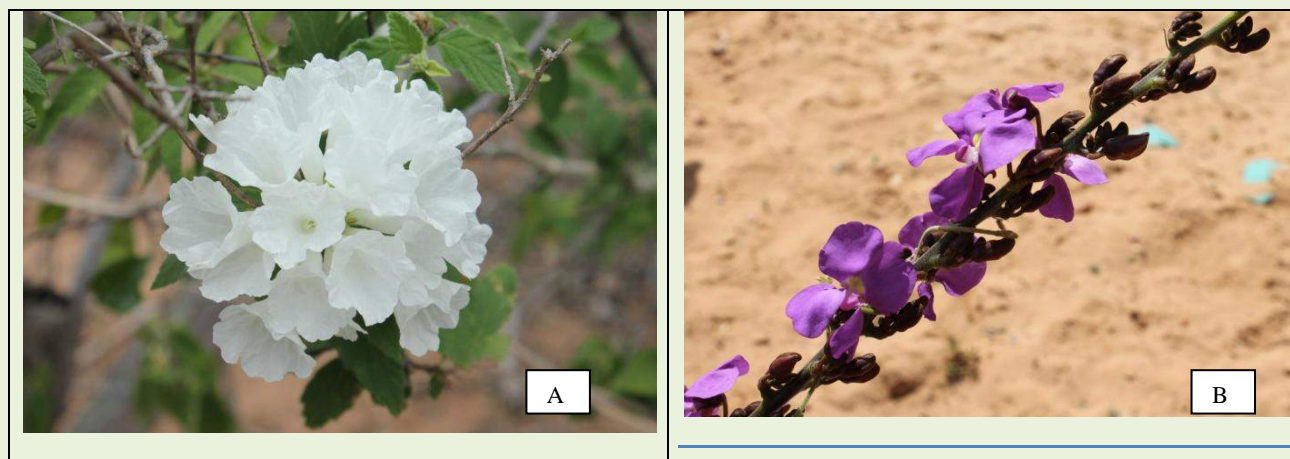


Figura 7: A: Ocorrência da espécie de Boraginaceae (*Varronia leucocephala* (Moric.) J.S.Mill.), e B: Fabaceae (*Dioclea grandiflora* Mart. ex Benth.) em áreas de fitofisionomia, localizadas na E. E. Raso da Catarina.

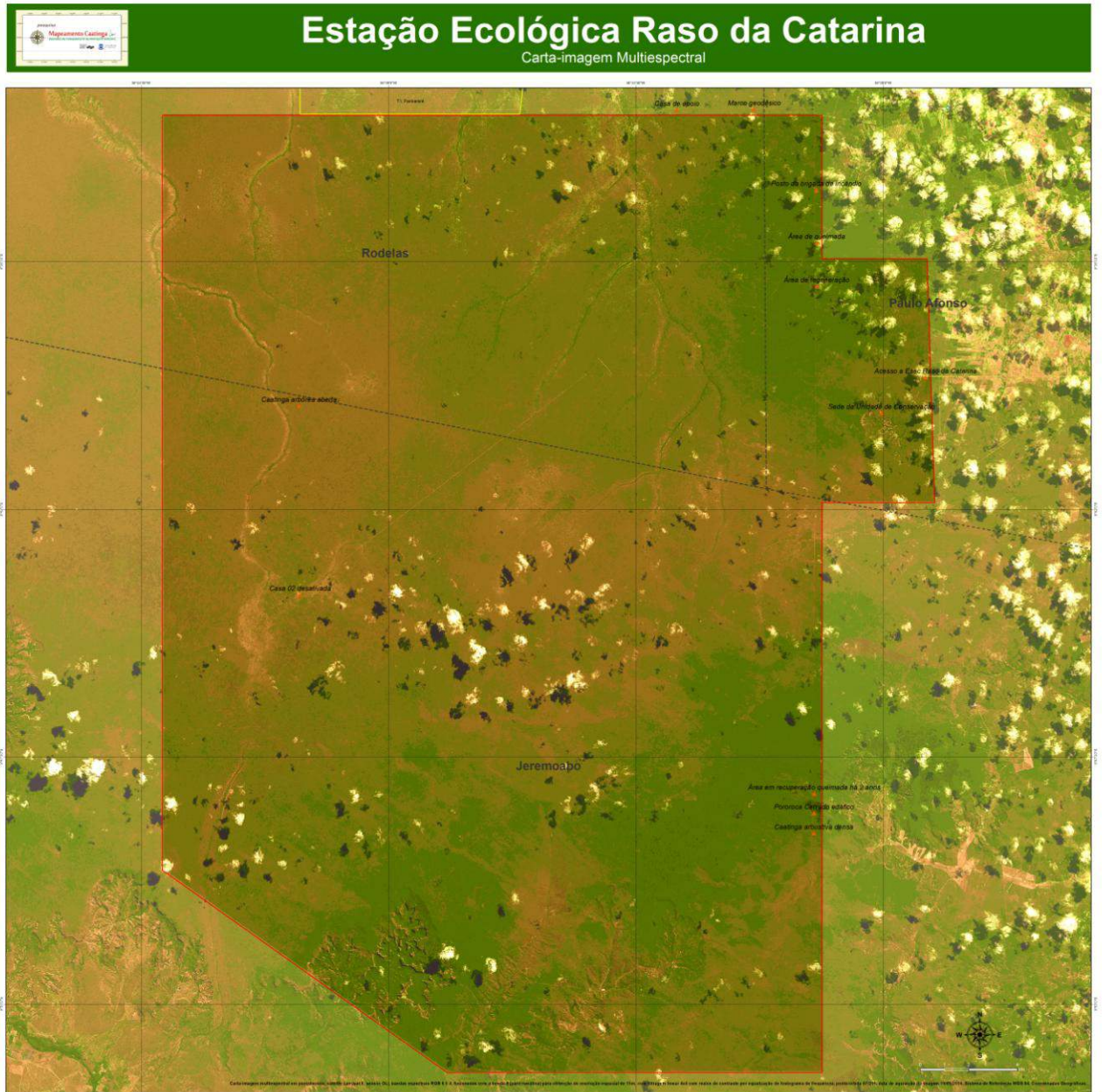
Fotos: Débora Moura (fevereiro/2014).

A fitofisionomia arbórea está representada por uma flora de espécies de Caatinga, das quais são representadas por Celastraceae (*Mayteus rigida* Mart.), Burseraceae (*Commiphora leptophloeos* (Mart.) Gillet), Bignoniaceae (*Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Mo., *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos)); Fabaceae (*Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz, *P. bracteosa* (Tul.) L.P.Queiroz, *Peltogyne pauciflora* Benth., *Senna spectabilis* (DC.) H.S. Irvin & Barneby, *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz, *Anadenanthera colubrina*(Vell.) Brenan). (FIGUEIRÊDO et al., 2000; BARBOSA, 2004; CANTALICE, 2008).

6.5 Geração da carta-imagem multiespectral

A carta-imagem da Esec Raso da Catarina (figura 8) foi gerada a partir de imagens LandsAT 8 OLI, originalmente baixadas do site da USGS, EUA. A data de aquisição é 10/05/2014 com incidência de nuvens < 20%. Os procedimentos metodológicos estão descritos no Capítulo 2 deste Relatório. Foram aplicadas técnicas de realce linear de contraste para melhorar a acuidade visual da carta-

imagem. O processamento das imagens foi realizado no software Spring 5.2 (INPE) e a edição da carta foi realizada no software ArcGIS 10.2 (ESRI), licenciado para o CIEG.



Legenda

- ▲ Pontos GPS
- Terras Indígenas
- Limites Municipais
- Limites da Esec Raso da Catarina
- Catinga Arbustiva Densa
- Catinga Arbustiva/ Herbácea
- Área Degradada em Regeneração



Fundação Joaquim Nabuco

UFMG

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

Coordenador: Prof. Dr. Nelson Cesar Pinheiro (UFPA)

Realização: Fundação Joaquim Nabuco (FUNDAÇÃO) e Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Elaboração e edição: Instituto de Geografia (IG) e Instituto de Zootecnia (IZO) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Assessoria: Instituto de Geografia (IG) e Instituto de Zootecnia (IZO) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Revisão: Instituto de Geografia (IG) e Instituto de Zootecnia (IZO) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Diagramação: Instituto de Geografia (IG) e Instituto de Zootecnia (IZO) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Impressão: Instituto de Geografia (IG) e Instituto de Zootecnia (IZO) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

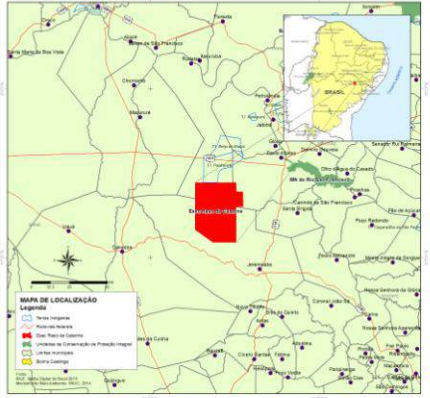


Figura 8: Carta-imagem multiespectral da Esec Raso da Catarina, originalmente medindo 1000 x 1200 mm.
Fonte: USGS (2014), imagens multiespectrais LandsAT 8 OLI processadas e editadas pelos autores; data de aquisição 10/05/2014.

A análise exploratória da carta-imagem revela a significativa extensão contínua da vegetação preservada de caatinga, como foi observado tanto na pesquisa de campo, como na entrevista concedida pelo gestor da Esec. As porções em tons de verde mais escuro revelam áreas de Caatinga arbustiva densa, enquanto aquelas de tons de verde claro são as áreas de Caatinga arbustiva aberta. Áreas em tons amarelos são de solo exposto ou fisionomia herbácea. Em geral, a área é bastante plana, com algumas drenagens superficiais que suportam rios temporários durante o curto período chuvoso.

6.6 Comportamento Espectral dos Alvos e Índices Normalizados de Vegetação

6.6.1 Mapeamento Temático entre 2001 e 2014

Para a execução dos mapas temáticos foram utilizadas imagens de 2001 (LandsAT 5 TM) e 2014 (LandsAT 8 OLI), originalmente baixadas no site da USGS (EUA). Após Processamento Digital de Imagens (PDI), foram utilizadas as bandas espectrais que têm melhor resposta nos sensores a bordo destes satélites para a vegetação. Além disto, a busca no site teve como parâmetro uma incidência de nuvens < 20% para toda a cena orbital (aproximadamente medindo 185 x 185 km²).

A técnica utilizada aqui foi a de Classificação Supervisionada por Maximoverosimilhança⁶, utilizando o classificador MAXVER implementado no software Spring 5.2 (INPE, 2013)⁷. Amostras de áreas das classes Arbórea, Arbustiva, Solo Exposto, Antropizadas e Nuvem foram obtidas das imagens, a partir de combinações espectrais de melhor realce para interpretação visual. No caso da imagem de 2001, para o sensor TM do satélite LandsAT 5, a combinação espectral foi RGB 543 (figura 9), uma vez que a banda espectral TM 5 têm cobertura do espectro eletromagnético na faixa

⁶ “O método estatístico de **Máxima Verossimilhança** é o método de classificação "pixel a pixel" mais comum. Considera a ponderação das distâncias entre médias dos níveis digitais das classes, utilizando parâmetros estatísticos.” Fonte: Spring, INPE, 2013.

⁷ Para maiores informações ver o Capítulo 4 – Metodologia.

do infravermelho próximo e, portanto, maior sensibilidade para registro de biomassa da vegetação⁸; no caso da imagem de 2014 (figura 10), sensor OLI do LandSAT 8, a combinação espectral foi RGB 742, pelos mesmos motivos da imagem mais antiga.

Obtidas as respectivas amostras (em torno de cinco para cada classe para cada data), procedeu-se à análise para verificação da qualidade das mesmas quanto à Matriz de Confusão entre as classes e amostras. Para as amostras de 2001 foi obtido o desempenho médio de 98,86% – índice considerado satisfatório para esta técnica (figura 11). Isto quer dizer que o classificador MAXVER, a partir das amostras colhidas pelo usuário, acertou em 98,86% entre as classes e amostras, ou seja, a confusão entre as classes estaria abaixo de 2%. Para as amostras de 2014, o desempenho médio ficou em 93,09% (figura 12), abaixo, portanto, da data anterior. Segundo o Manual do Spring (INPE, 2013), “uma matriz de classificação ideal deve apresentar os valores da diagonal principal próximos a 100%, indicando que não houve confusão entre as classes. Contudo, esta é uma situação difícil em imagens com alvos de características espectrais semelhantes.”

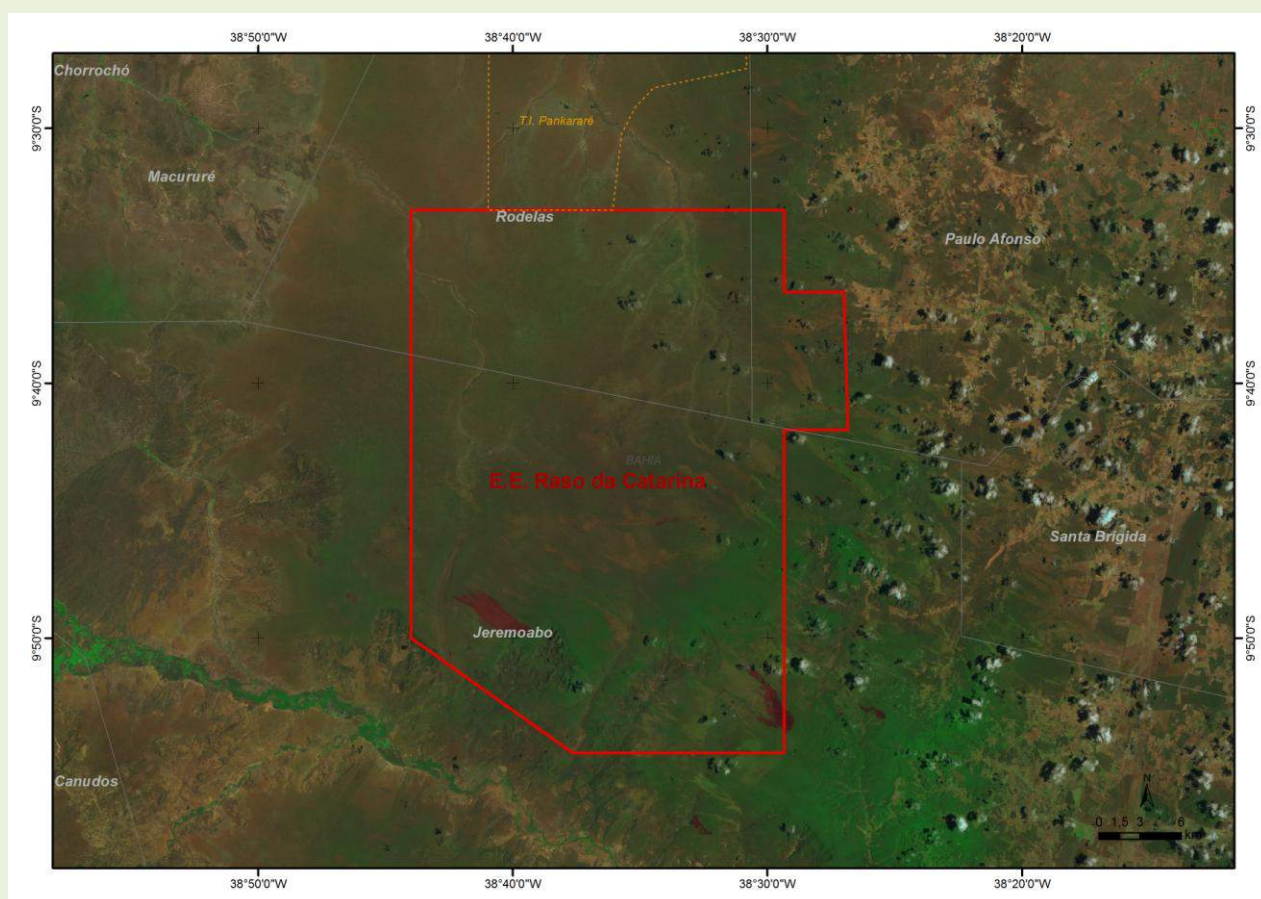


Figura 9: Imagem multiespectral LandsAT 5 TM RGB 543 da Esec Raso da Catarina e entorno, de 30/01/2001. Fonte: elaborado pelos autores a partir de imagens disponíveis no USGS (2014).

⁸ Para maiores informações ver o Capítulo 4 – Sensoriamento Remoto e Meio Ambiente.

Convém, também, considerar o fato de que as características geoambientais da Caatinga, em especial as fitofisionomias presentes na área da Esec Raso da Catarina que têm predominância de Caatinga arbustiva-herbácea, porém mesclando com áreas de solo exposto (poucas) e outras áreas arbóreo-arbustivas (mais expressivas), como foi constatado durante as expedições de campo pelos pesquisadores na área de estudo. Assim, considerou-se ser este um índice satisfatório para as especificidades desta área.

Colhidas, analisadas e aprovadas as amostras, procedeu-se à classificação supervisionada. Aplicaram-se três interações de pós-classificação em plano de informação temático gerado no processamento, eliminando os “ruídos” existentes no processamento da classificação supervisionada. Este “ruído” se refere aos pixels isolados que, para o entendimento visual humano, prejudica a percepção de conjunto do mapa temático. Nesta etapa, utilizou-se um filtro espacial, onde se define o peso e o limiar de cada interação. “O peso varia de 1 a 7, e define o número de vezes que será considerada a frequência do ponto central. O limiar varia também de 1 a 7, e é o valor de frequência acima do qual o ponto central é modificado” (INPE, 2013). Optou-se pelo peso = 2 e o limiar = 5, em três interações sucessivas. Estes valores dependem da experiência do usuário, e não há um valor pré-definido, depende de cada situação. “Quanto menor o peso e menor o limiar, maior o número de substituições que serão realizadas.”



Figura 10 Imagem multiespectral LandsAT 8 OLI RGB 654 da Esec Raso da Catarina e entorno, de 10/05/2014.
Fonte: elaborado pelos autores a partir de imagens disponíveis no USGS (2014).

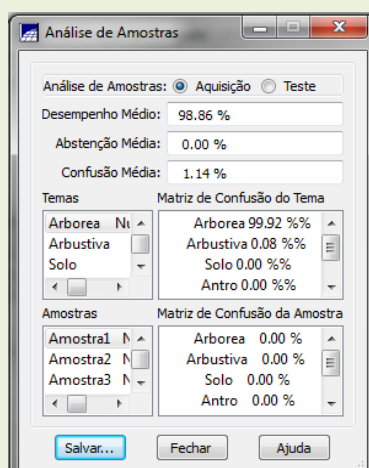


Figura 11: Tela do software Spring 5.2 com a Análise de Amostras da classificação supervisionada de 2011.
Fonte: elaborado pelos autores.

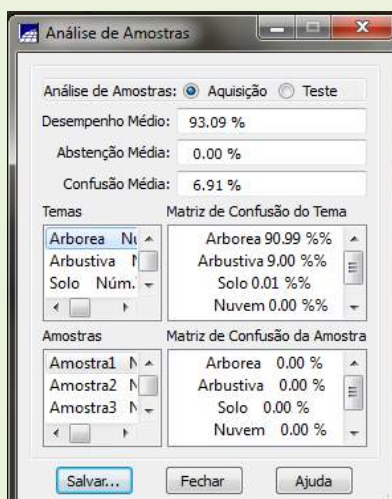


Figura 12: Tela do software Spring 5.2 com a Análise de Amostras da classificação supervisionada de 2014. Fonte: elaborado pelos autores.

Obtidos os mapas temáticos das duas datas, procedeu-se à edição para confecção das cartas-imagens no software ArcGIS 10.2, conforme se pode observar nas figuras 13 e 16, e posterior análise.

Neste sentido, a análise do mapa temático de 2001 revela nitidamente áreas atingidas por incêndios florestais (na cor vermelha) a sudoeste e sudeste da estação, indicando o poder desta técnica para extração de informações a partir de imagens satelitais. Isso fica evidenciado, também, pela constatação desta fisionomia nestas respectivas áreas durante os trabalhos de validação de campo pela equipe em 2014, uma vez que estas áreas apresentavam vegetação com espécies pioneiras – típica de áreas em regeneração. O mapa também evidencia a grande extensão de Caatinga arbustivo-herbácea na área de estudo, representando 671,14 km², ou 64,02% da área total da unidade de conservação (1.048,32 km²) (figura 15). Se somarmos esta área com a de arbóreo-arbustiva, o total representava, em 2001, 855,84 km², ou seja, 81,66% da área da Esec estava sob o domínio de caatingas preservadas – o que indica o alto índice de conservação de biodiversidade desse bioma nesta UC do Estado da Bahia.

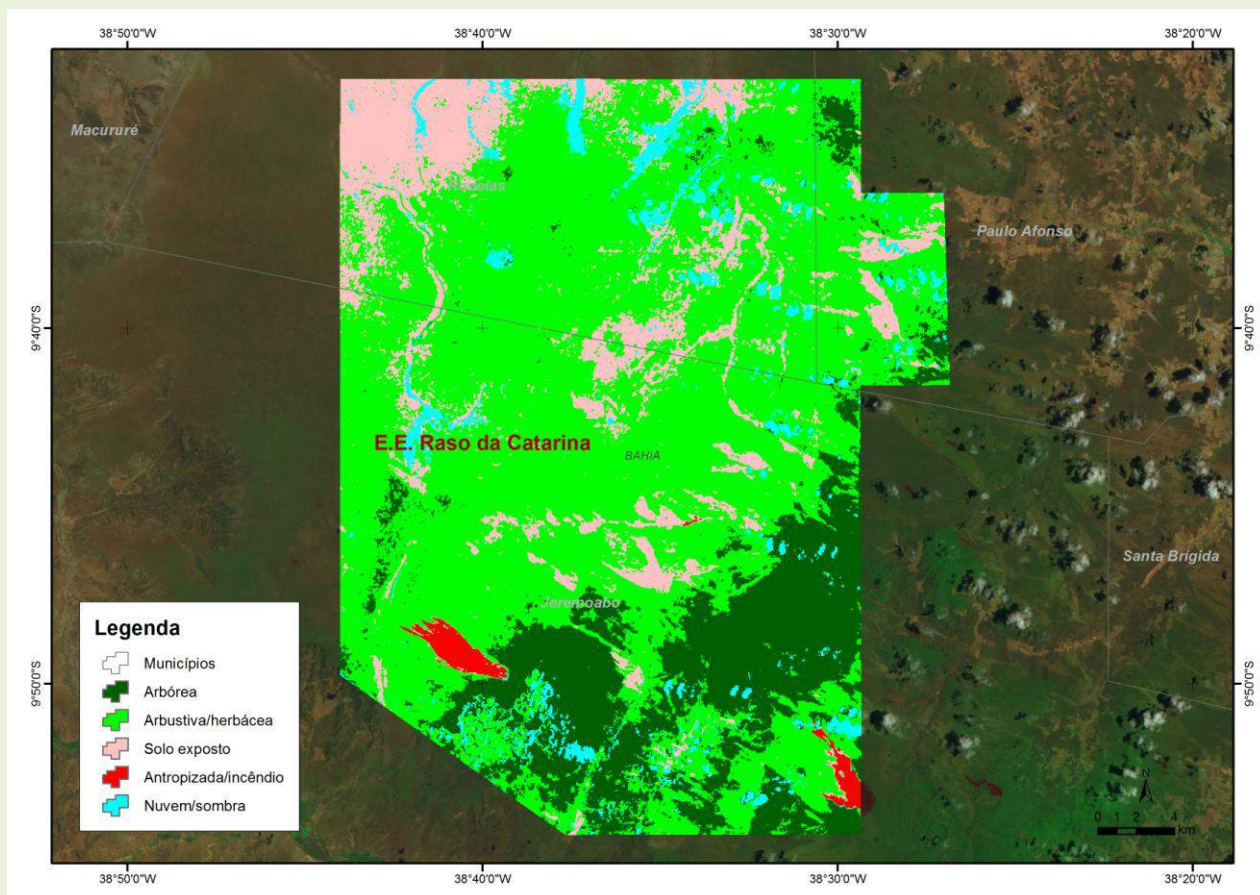


Figura 13: Carta-imagem temática da Esec Raso da Catarina com o entorno em imagem multipectral RGB 543, de 2001. Observe-se a detecção de áreas atingidas por incêndios florestais na cor vermelha e sua propagação pelos ventos predominantes nas épocas de secas na direção noroeste.

Fonte: elaborado pelos autores a partir de imagens LandsAT 5 TM.

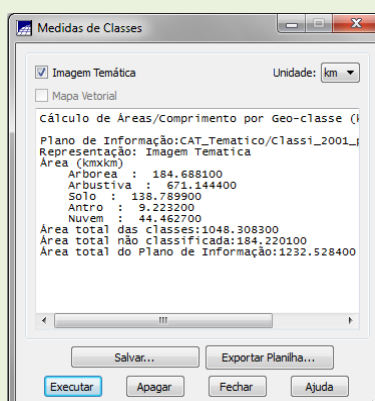


Figura 14: Tela do software Spring com o cálculo das áreas, em km², da imagem temática da Esec Raso da Catarina de 2001.

Fonte: elaborado pelos autores a partir de imagens LandsAT 5 TM.

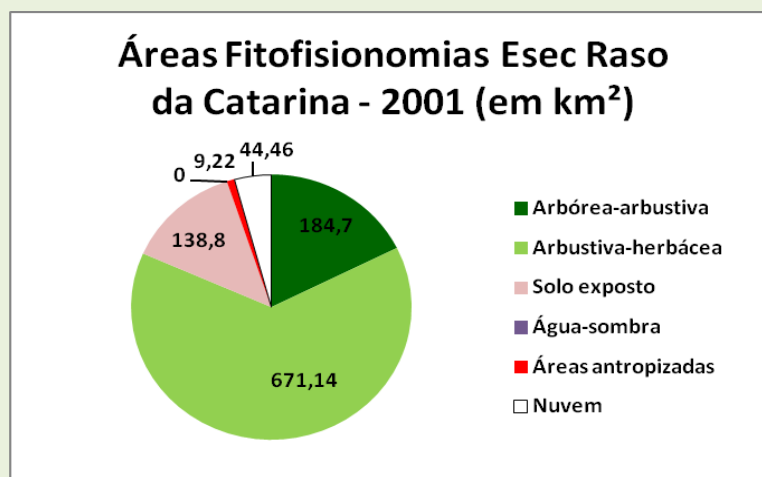


Figura 15: Gráfico das áreas de fisionomias da Esec Raso da Catarina em 2001, calculadas a partir de processamento digital de imagem de imagem temática classificada.

Fonte: elaborado pelos autores a partir de imagens LandSAT 5 TM (USGS, 2014).

A figura 16 mostra a carta-imagem com o mapa temático obtido após classificação supervisionada nas bandas espectrais de 2014. Observamos a regeneração da Caatinga nas áreas atingidas por incêndios florestais na data anterior e ausência de novos incêndios significativos na data mais nova – fruto da efetiva ação de brigadistas contratados pelo ICMBio para combate ao fogo na Esec e de equipamentos destinados para tal finalidade. Ainda se observa uma discreta diminuição de áreas com solo exposto (111,40 km²) e um significativo aumento de 154,58% de áreas com a fisionomia arbóreo-arbustiva (285,52 km²), quando comparadas com a imagem de satélite de 13 anos antes.

Evidencia-se, assim, o cumprimento legal desta UC no que concerne à efetiva preservação do bioma Caatinga em área de proteção integral e destinadas exclusivamente à pesquisas científicas, mas também devido, sobretudo, à eficiente gestão ambiental do ICMBio nesta área, porém combinada com outros fatores, já mencionados, tais como o isolamento geográfico, a dificuldade de acesso e o distanciamento de áreas urbanas significativas, como se pode observar nos mapas de localização da figura 2 e da PNDR e Tipologia das Cidades da figura 6, ambos anteriormente registrados neste capítulo.

A figura 17 mostra um gráfico com as áreas temáticas de 2014, enquanto o gráfico da figura 18 mostra a evolução das áreas entre as duas datas pesquisadas.

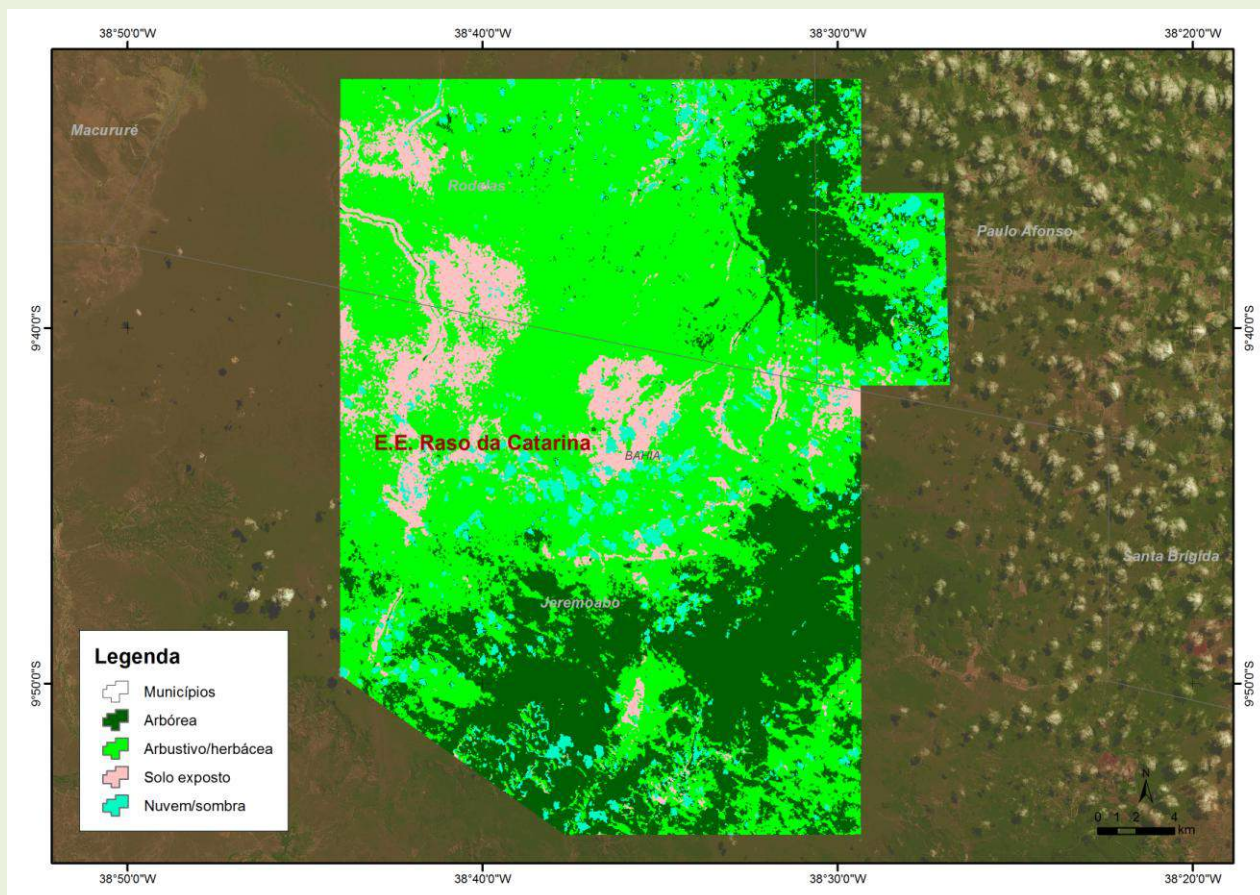


Figura 16: Carta-imagem temática da Esec Raso da Catarina com o entorno em imagem multipectral RGB 742, de 2014. Observe-se a regeneração da caatinga nas áreas atingidas pelo fogo na imagem de 2001. Fonte: elaborado pelos autores a partir de imagens LandSAT 8 OLI.

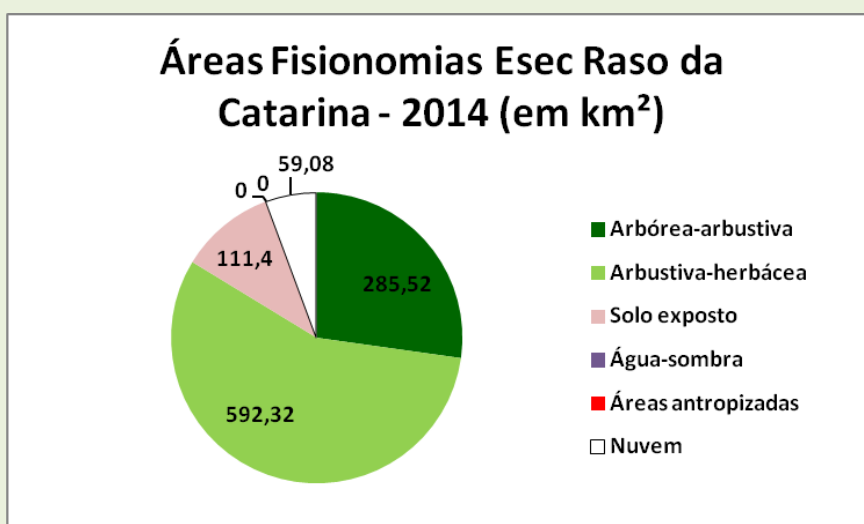


Figura 17: Gráfico das áreas de fitofisionomias da Esec Raso da Catarina em 2014, calculadas a partir de processamento digital de imagem de imagem temática classificada. Fonte: elaborado pelos autores a partir de imagens LandSAT 5 TM (USGS, 2014).

Confeccionados os mapas temáticos, calculadas as áreas, executadas as tabelas e formatados os respectivos gráficos, procedeu à tabulação cruzada das áreas das duas datas. Esta técnica estatística permite saber o balanço de áreas entre duas datas (tabela 7 e figura 19).

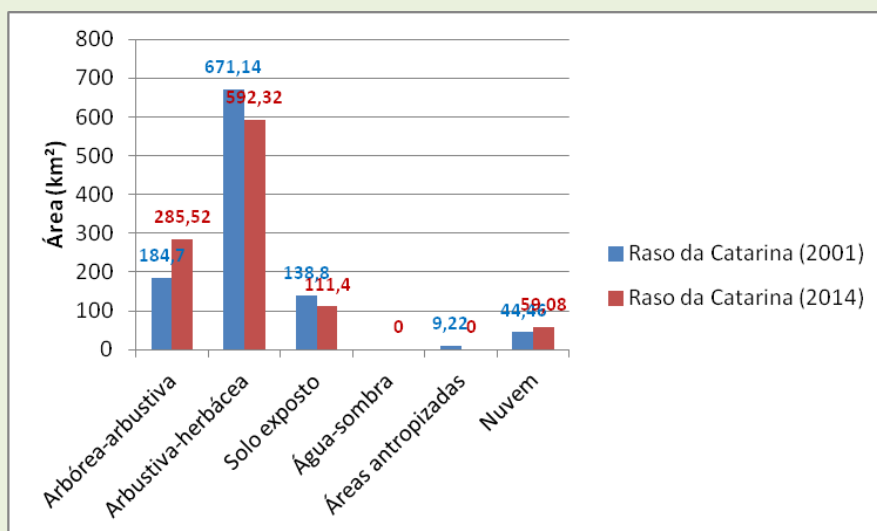


Figura 18: Gráfico comparativo de áreas da Esec Raso da Catarina em 2001 e 2014 (valores em km²).

Fonte: elaborado pelos autores.

Analisando a Tabela 7, observamos que a classe Arbóreo-arbustivo em 2014 conquistou, por exemplo, 12,03 km² de áreas que em 2001 eram tomadas por fisionomias Arbustivo-herbácea, 4,99 km² eram solo exposto e 11,57 km² eram áreas antropizadas (neste caso, incluindo-se aquelas áreas atingidas por incêndios florestais).

Mais uma vez, evidencia-se a eficiência da gestão na UC, pois toda esta evolução indica maior capacidade da Esec em não só regenerar áreas de alguma forma degradadas, como melhorar os indicadores de biodiversidade com a conquista de novas áreas com espécies vegetais de caatinga de maior porte arbóreo. Portanto, a princípio e à luz destas imagens satelitais processadas (2001 e 2014), o desmatamento predatório não é um problema significativo nesta área.

A substituição de áreas de fisionomia Arbustivo-herbácea por Solo exposto (79,69 km²) pode ter acontecido devido à dinâmica destas classes no ambiente de Caatinga, incluindo a sensibilidade do porte arbustivo ao estresse hídrico por déficit nos períodos secos, o que coincide com a data de aquisição das imagens em 2001 e 2014, janeiro e maio, respectivamente.

Tabela 7: Tabulação cruzada de áreas: linhas com as áreas em km² das classes temáticas em 2014 e colunas com as respectivas áreas originais em 2001 da Esec Raso da Catarina.

| Classes | Arbóreo-arbustiva | Arbustivo-herbácea | Solo exposto | Antropizada | Nuvem |
|---------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------|--------------------|--------------|
| Arbóreo-arbustivo | 127,47 | 12,03 | 4,99 | 11,57 | - |
| Arbustivo-herbácea | 42,71 | 423,64 | 96,43 | 3,81 | 25,71 |
| Solo exposto | 3,71 | 79,69 | 24,24 | 0 | 3,75 |
| Nuvem/sombra | 8,81 | 40,34 | 6,08 | 0,41 | 3,43 |

Fonte: elaborada pelos autores a partir de processamento de imagens satelitais.

Após a tabulação cruzada, aplicou-se um algoritmo desenvolvido pelos pesquisadores em linguagem de álgebra espacial, o mesmo utilizado no capítulo anterior (Parque Nacional do Catimbau). A programação foi escrita e executada em LEGAL (Spring, INPE, 2013), considerando-se que este algoritmo faria uma comparação entre os dois mapas temáticos, conforme descrito no Capítulo 2 – Metodologia. O resultado espacial pode ser visto na figura 19 e o cálculo de áreas das mudanças ocorridas na Esec entre as duas datas mapeadas está registrado por meio do gráfico da figura 20.

A partir da carta-imagem das mudanças, observa-se que em 581,19 km², ou 55,46%, da área total não houve mudanças entre as fisionomias e que em outros 244,75 km² houve regeneração ambiental. Se somarmos as duas áreas, temos que entre 2001 e 2014, um total de 825,94 km², ou 78,81% da Esec Raso da Catarina, representam áreas de total conservação da biodiversidade da caatinga na estação ecológica. Este dado confirma as percepções dos pesquisadores quanto ao excelente estado de conservação desta área durante os trabalhos de campo em fevereiro de 2014.

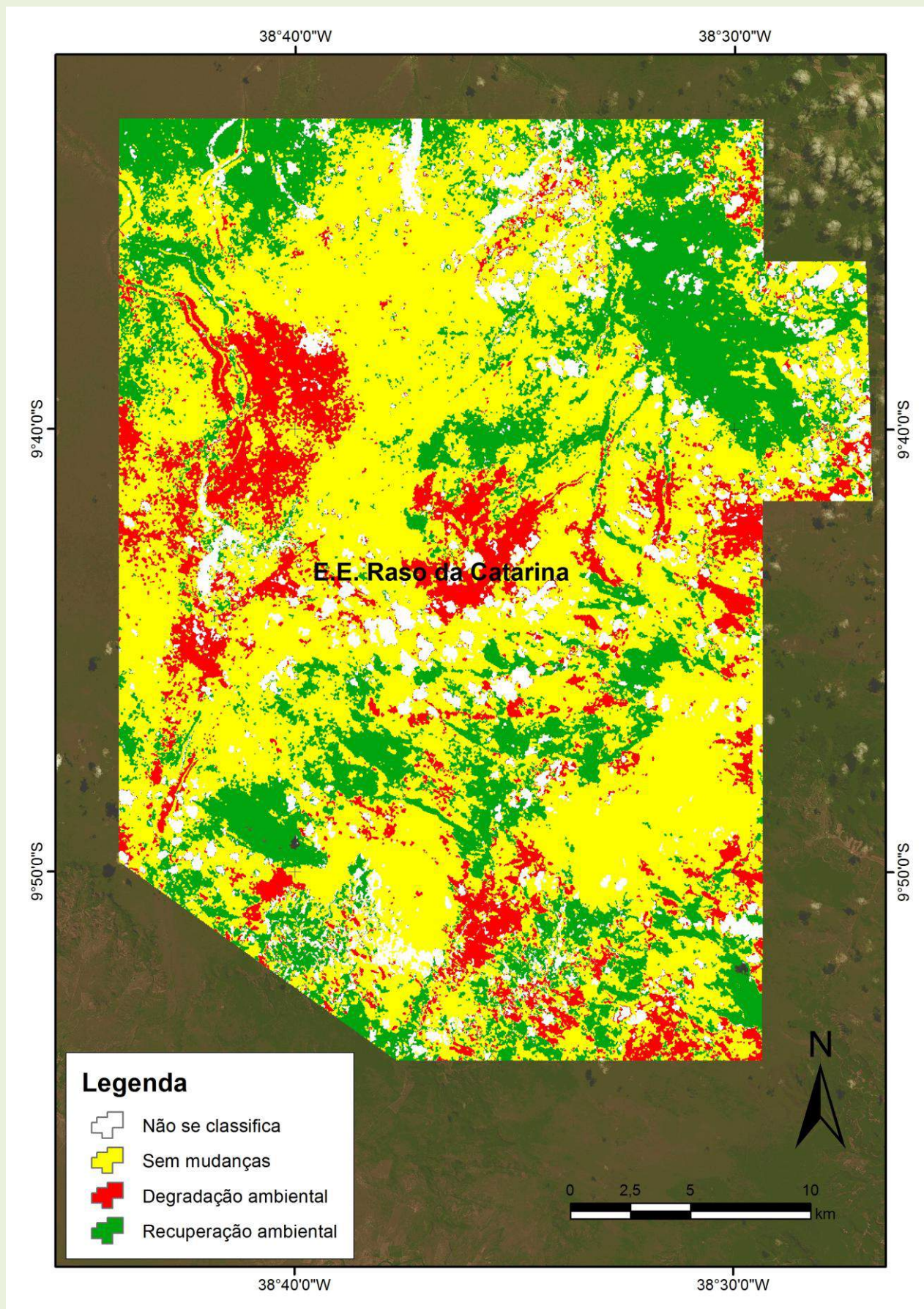


Figura 19: Carta-imagem temática da Esec Raso da Catarina com as mudanças ocorridas entre 2001 e 2014. Fonte: elaborado pelos autores a partir de processamento digital de imagens LandSAT 5 TM e 8 OLI.

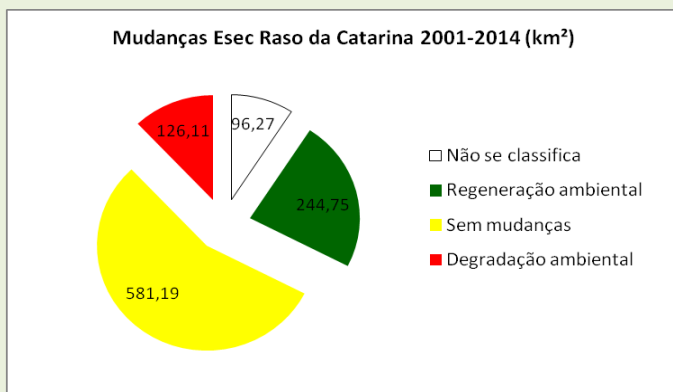


Figura 20: Gráfico de áreas mudanças da Esec Raso da Catarina entre 2001 e 2014 (em km²).

Fonte: elaborado pelos autores.

6.6.2 IVDN e IVAS aplicados a Esec Raso da Catarina

Como dito anteriormente, a Estação Ecológica Raso da Catarina está inserida integralmente no bioma Caatinga localizada na Bahia nos municípios de Jeremoabo, Rodelas e Paulo Afonso (Figura 01).

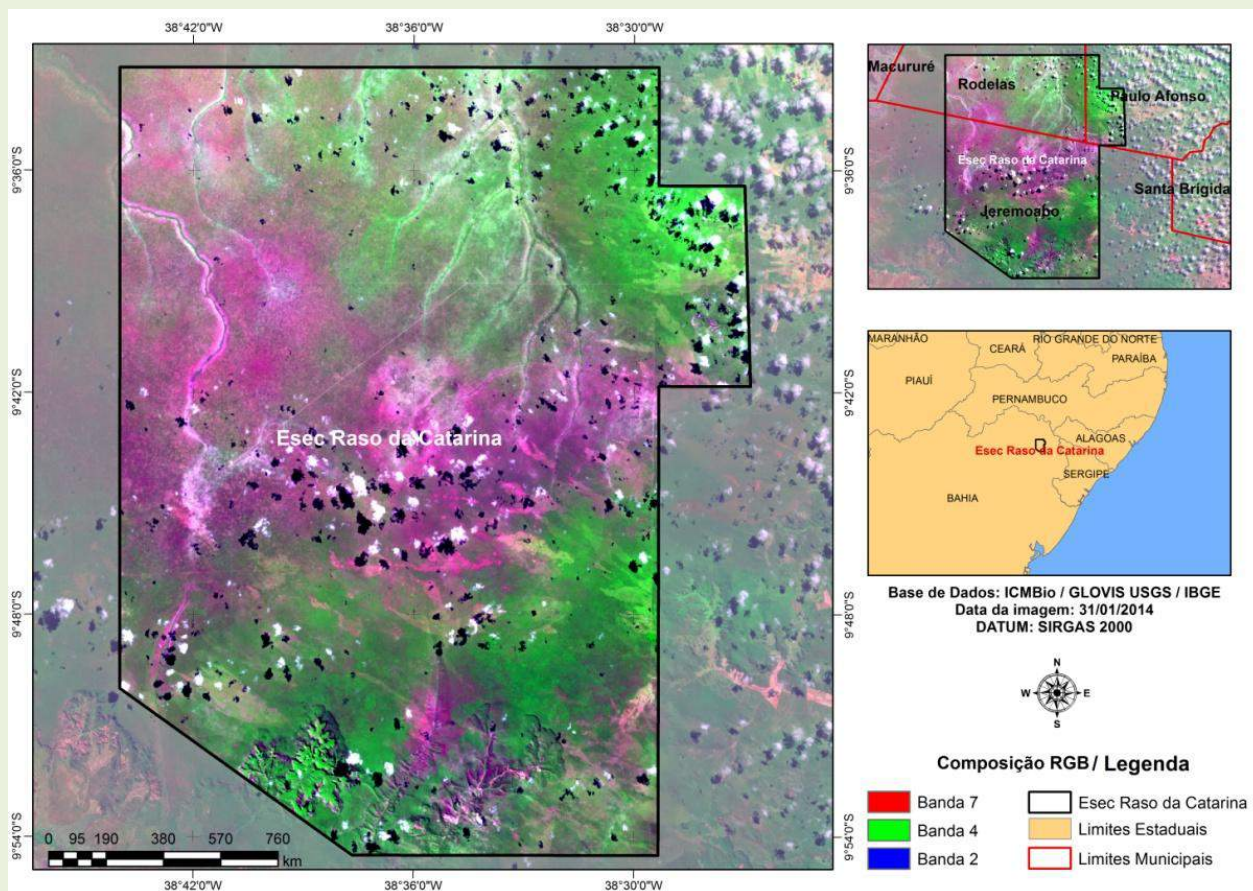


Figura 01: Localização da Estação Ecológica do Raso da Catarina-Bahia/Brasil.

Fonte: elaborado pelos autores a partir de imagens LandSAT 5 TM e 8 OLI.

Os aspectos geomorfológicos apresentam relevo suave com característica tabular e hipsometria entre 397 a 736 metros (Figura 02) atuando como um divisor de águas entre as bacias dos rios Vaza-Barris (ao sul) e a do submédio São Francisco (ao norte) de acordo com Paes e Dias (2011). Segundo Veloso et al (2001) os solos são ácidos, bastante arenosos, profundos, de drenagem excessiva e baixa fertilidade. Oliveira (1983) identificou os seguintes tipos: areias quartzosas, planossolos solódicos, regossolos distróficos e os brunos não cálcicos. Neste sentido, Almeida e Figueroa (1983) também afirmam que a Esec totalmente inserida na Bacia Sedimentar Tucano, onde a instabilidade morfodinâmica favorece incisões de ravinas.

De acordo com Prado (2003) os cursos de água são intermitentes, desaparecendo em sua maioria na estação secas, enquanto na chuvosa surgem alguns rios surgem, mas por um curto período, já que as chuvas param e as estiagens tornam-se dilatadas.

Logo, os mosaicos paisagísticos existentes sobre solos arenosos, disponibilidade hídrica irregular e escassa, em conjunto com baixa atividade humana, refletem na distribuição das fisionomias que serão aqui analisadas a partir do mapeamento das fisionomias.

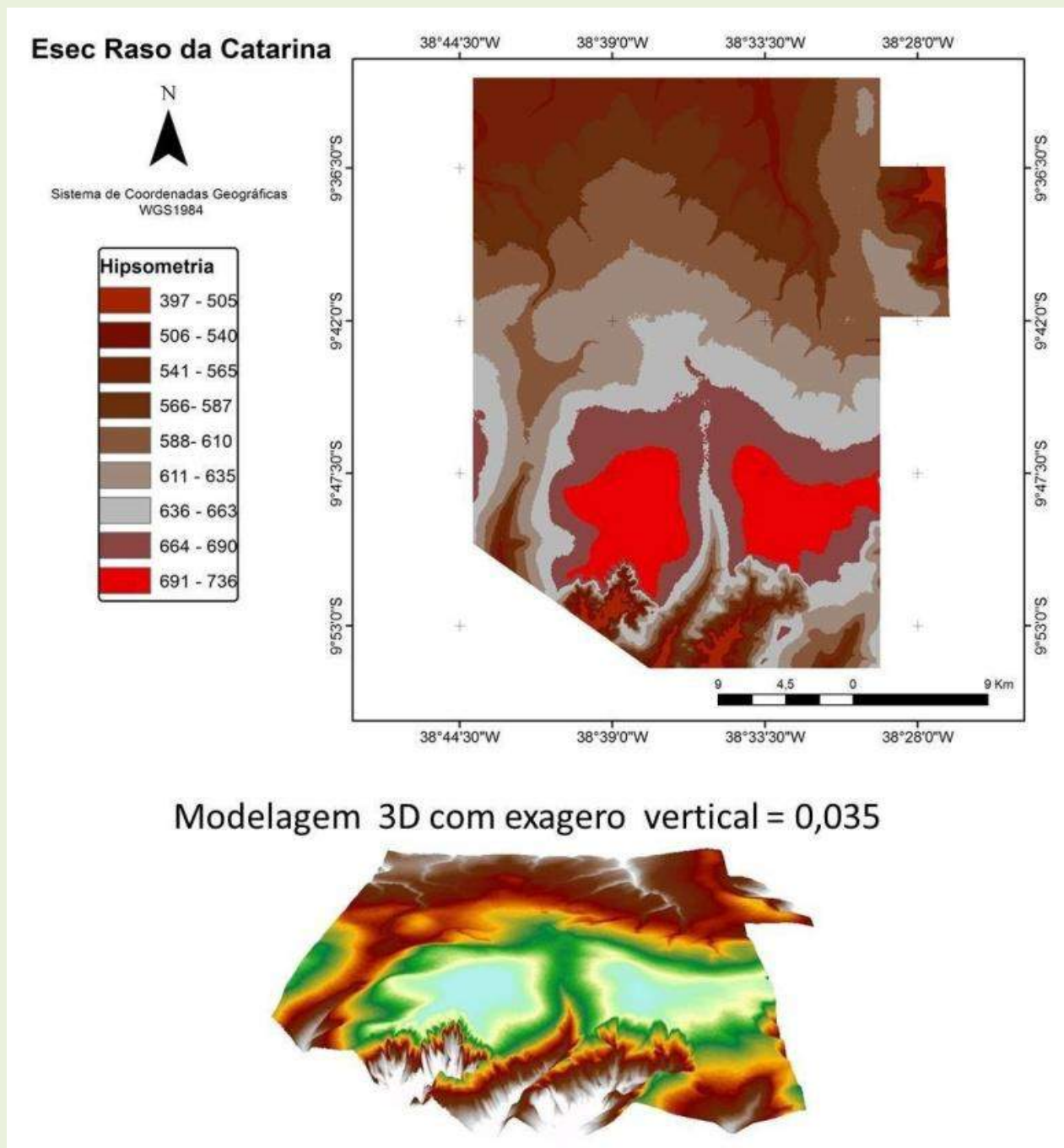


Figura 02: Mapa hipsométrico da Estação Ecológica Raso da Catarina.
Fonte: Elaborado pelos autores.

Para o mapeamento das fisionomias e respectivas quantificações foram realizados a partir de técnicas de Sensoriamento Remoto (SR) e Geoprocessamento. Imagens orbitais dos satélites Landsat 5 e 8 a partir das técnicas de SR possibilitaram a identificação das fisionomias enquanto o Geoprocessamento favoreceu a elaboração dos mapas e a quantificação das fisionomias.

Os Índices de Vegetação (IV) foram as técnicas empregadas para a identificação e o mapeamento por serem eficazes quanto à precisão entre o identificado nas imagens e o comprovado em campanhas de campo. Outro fator é a gratuidade e facilidade de acesso aos bancos de dados em

Institutos de Pesquisa como o INPE e a USGS. Os fatores mais considerados no uso dos IV são a eficácia destes quando da acurácia corroborada em campo e o custo-benefício.

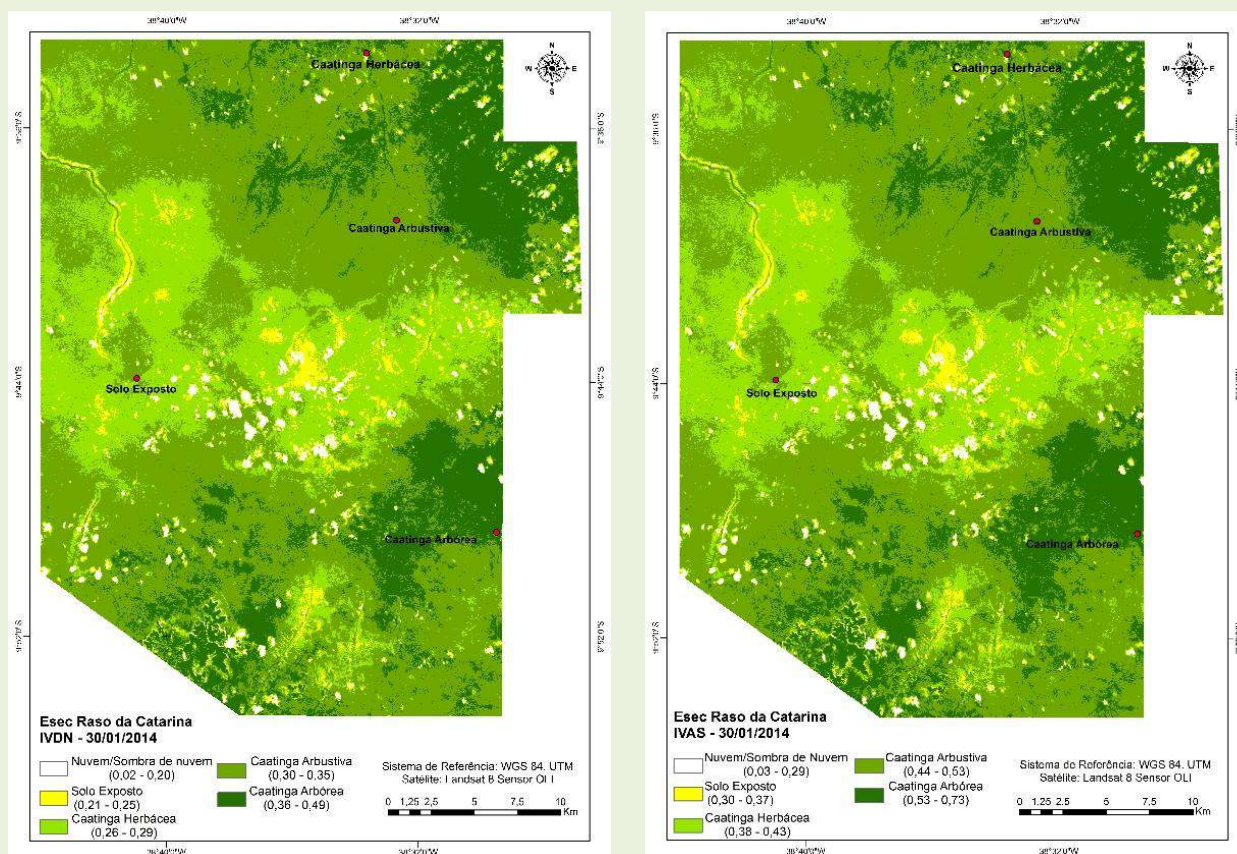
Para o mapeamento e análise das fisionomias da Esec Raso da Catarina primeiramente foram processadas as imagens e em seguida foram aplicados os Índices de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN) e do Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (IVAS) (Capítulo da metodologia detalhada páginas x a x). A elaboração final dos mapas e a quantificação das fisionomias foram realizadas a partir do Geoprocessamento, inicialmente foi realizado o recorte da área da relativa à Esec, em seguida a classificação das fisionomias e por último a construção do *layout* final em formato de mapas. Foram utilizadas imagens dos Landsat 5, sensor TM de 31/01/2001 e do 8 sensor OLI de 30/01/2014.

Foi identificada a predominância de extratos vegetacionais arbustivos, herbáceos e arbóreos, áreas típicas de solo exposto além de nuvens respectivamente. A fisionomia denominada Nuvem (sombra de nuvem) foi acrescida a Esec embora não seja interessante sua presença, afinal essa resulta da impossibilidade de uma análise da real informação da cobertura da terra por vegetação ou mesmo solo exposto. Contudo, devido ao período de captura da imagem ter ocorrido no período chuvoso e a área ser considerável na interpretação e quantificação das fisionomias, então foi considerada.

Embora a Esec Raso da Catarina esteja sobre solos sedimentares que favorecem acúmulo de água em bolsões subterrâneos, e possibilitam o afloramento desses em configurações comumente denominados de açudes ou espelhos de água, esses não foram visualizados nas imagens, mesmo da captura dessas na estação chuvosa ou mesmo em campanha de campo.

Procedendo as análises relacionando ambos IV (Figuras 03 e 04), identificaram-se nessas as mesmas fisionomias quando da elaboração dos mapas e da corroboração da verdade de campo realizada em 12/02/2014 pela equipe de pesquisadores (Figura 05). E ao confrontar a análise dos IV com fotografias de campo (Figuras 04, 05 e 06) identificou-se que o IVDN foi o que melhor espacializou individualmente as fitofisionomias principalmente no que concernem as herbáceas e as arbustivas.

Embora o IVDN não considere o efeito causado pelo substrato do solo em sua modelagem ao contrário do IVAS, que faz a correção para fitofisionomias típicas de dosséis com níveis de cobertura onde o solo influencia significativamente, tem-se que ambos responderam com valores semelhantes para as mesmas fisionomias. Tal resposta possivelmente é decorrente da preservação e isolamento da Esec a partir do distanciamento das áreas urbanas e ausência de moradores que antecede a sua criação.



Figuras 03 e 04: IVDN e IVAS Esec Raso da Catarina para o ano de 2014, respectivos pontos de controle para cada fisionomia identificada em campo e intervalos de acordo com a classificação.

As fitofisionomias Caatinga Arbustiva, Herbácea e Arbórea, seguidas por Solo Exposto e Nuvem respectivamente, com seus valores de áreas em km^2 são descritas na Tabela 01 para ambos os IV. A fisionomia Nuvem não é objeto de discussão, pois não contribui na análise, na realidade ela acaba por encobrir áreas relativas às demais fisionomias. O Solo Exposto apresentou variação de área de $0,5 \text{ km}^2$, ou seja, uma margem de erro considerada nesta pesquisa um valor irrisório. A Caatinga foi quantificada igualmente por ambas estimativas. Os valores discrepantes ocorreram entre as fisionomias Arbustiva e Arbórea. O IVDN identificou áreas recobertas relativas à Arbustiva em mais 30 km^2 quando da comparação ao estimado pelo IVAS.



Figura 05: a) Solo Exposto (9° 43' 54"S e 38° 40' 38,2"W); b) Caatinga Herbácea (9° 33' 37,8"S e 37° 57' 0,5"W); c) Caatinga Arbustiva (9° 33' 42,8"S e 38° 32' 42,8" W) e d) Caatinga Arbórea (9° 48' 43"S e 38° 29' 31,9" W).
Fotos: Neison Freire (2014) e Débora Moura (2014).

Tabela 01: Valores para cada fisionomia de acordo com o IVAS e IVDN para o ano de 2014.

Esec Raso da Catarina – Ano: 2014

| FISIONOMIA | ÁREA/km ² | |
|--------------------|----------------------|--------|
| | IVDN | IVAS |
| Nuvem | 19,93 | 19,42 |
| Solo exposto | 40,65 | 41,15 |
| Caatinga herbácea | 250,08 | 250,08 |
| Caatinga arbustiva | 540,76 | 509,87 |
| Caatinga arbórea | 196,05 | 226,95 |

Em campanha de campo, constatou-se, a partir de dados coletados com GPS em deslocamento que recobriu toda a Unidade numa circunferência de 360° bordejando o limite desta, que o IVDN apresentou maior proximidade em todas as fisionomias.

A eficácia do IVDN quando da comparação com o IVAS possivelmente é uma resposta às condições naturais como a geomorfologia e aos tipos de solos. A Esec Raso da Catarina segundo Oliveira e Chaves (2010) é uma extensa chapada de forma tabular, predominantemente plana, onde segundo Ab'Saber (2006) a própria denominação Raso faz referência a áreas relativamente planas com vegetação homogênea e solos arenosos, essas constatadas em campanha de campo por nós.

Ao analisar os intervalos para cada índice, identificou-se uma sutil discrepância entre esses para todas as fisionomias. Os valores relativos aos intervalos para cada um estão descritos na Tabela 02. Os valores encontrados para o IVDN ficaram entre 0,02 a 0,49, enquanto os valores do IVAS variaram entre 0,03 a 0,73. Para a análise dos intervalos foram considerados apenas os relativos ao IVDN, uma vez que este apresentou os melhores resultados, como explicado anteriormente.

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

| FISIONOMIA | IVAS | IVDN |
|--------------------|-------------|-------------|
| | INTERVALO | |
| NUVEM | 0,03 a 0,29 | 0,02 a 0,20 |
| SOLO EXPOSTO | 0,30 a 0,37 | 0,21 a 0,25 |
| CAATINGA HERBÁCEA | 0,38 a 0,43 | 0,26 a 0,29 |
| CAATINGA ARBUSTIVA | 0,44 a 0,53 | 0,30 a 0,35 |
| CAATINGA ARBÓREA | 0,54 a 0,73 | 0,36 a 0,49 |

Geralmente, valores negativos até zero são relativos à água; contudo, na classificação não foi identificada esta fisionomia. A fisionomia nuvem representada pelo intervalo 0,02 a 0,20 assumiu valores similares àqueles característicos de solo exposto possivelmente pela cor/tonalidade do pixel, enquanto a fisionomia Solo Exposto foi estabelecida entre 0,21 a 0,25. Os valores entre 0,26 a 0,49 são relativos à vegetação. Para a Caatinga Herbácea o intervalo foi de 0,26 a 0,29, enquanto a Arbustiva esteve entre 0,30 a 0,35 e a Arbórea entre 0,36 a 0,49.

Estabelecido anteriormente o IVDN como a melhor estimativa para a Esec Raso da Catarina, procedeu-se a análise da imagem referente ao ano de 2001. Foram identificadas as mesmas fisionomias quando do ano de 2014, contudo os intervalos dessas foram diferentes (Figura 06, Tabela 03).

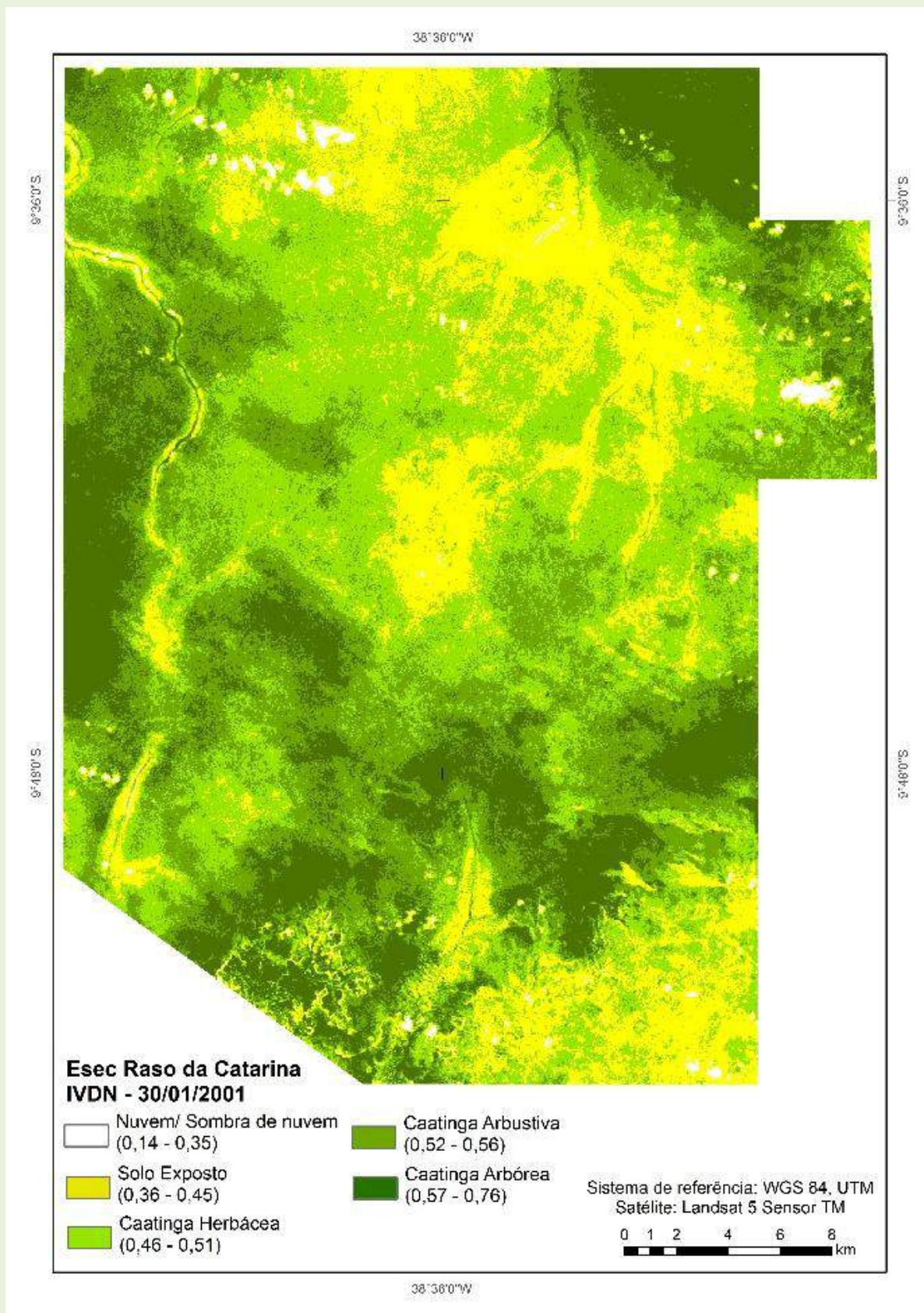


Figura 06: IVDN Esec Raso da Catarina ano de 2001.
Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 03: Intervalos para cada fisionomia de acordo com o IVDN para 2001 e 2014.

| FISIONOMIA | IVDN/2001 | IVDN/2014 |
|-----------------------|-------------|-------------|
| | INTERVALO | |
| NUVEM | 0,14 a 0,35 | 0,02 a 0,20 |
| SOLO EXPOSTO | 0,36 a 0,45 | 0,21 a 0,25 |
| CAATINGA HERBÁCEA | 0,46 a 0,51 | 0,26 a 0,29 |
| CAATINGA ARBUSTIVA | 0,52 a 0,56 | 0,30 a 0,35 |
| CAATINGA ARBÓREA | 0,57 a 0,76 | 0,36 a 0,49 |

Os valores de áreas em km² referentes às fisionomias estão expostos na Tabela 04, onde é possível analisar comparativamente os valores dos anos 2001 e 2014 e identificar para a referida Unidade de Conservação os valores em todas as classes. De acordo com Paes e Dias (2011) na Estação do Raso predomina a fisionomia arbustivo-arbórea, onde o arbustivo predomina em decorrência do solo que retém pouca água e assim dificulta o desenvolvimento das espécies arbóreas.

Tabela 04: Quantificação em km² das fisionomias da Esec Raso da Catarina dos anos 2000 e 2014 respectivamente, e a relação entre aumento e perda para cada fisionomia.

| RASO DA CATARINA - 2001 | | 2014 | Aumento/redução |
|-------------------------|-----------------|--------|-----------------|
| Fisionomia | Km ² | | Km ² |
| Nuvem | 7,93 | 19,00 | 11,07 |
| Solo Exposto | 195,05 | 41,00 | -154,05 |
| Caatinga Herbácea | 399,36 | 250,08 | -149,28 |
| Caatinga Arbustiva | 274,42 | 509,07 | 234,65 |
| Caatinga Arbórea | 170,98 | 226,95 | 55,97 |

Quanto à redução das fisionomias Solo Exposto e vegetação de porte Herbáceo, considera-se tais valores como uma resposta positiva à criação e função da Esec, afinal o aumento no porte dos extratos vegetais das fitofisionomias Arbustiva e Arbórea, respectivamente, apresenta-se como uma

sucessão ecológica secundária. Segundo Odum (1988), a sucessão ecológica secundária é um processo de recuperação de uma área que já passou por modificações, decorrentes de seu uso para agricultura e ou desmatamento.

Assim, a redução das áreas de Solo Exposto e espécies Herbáceas em detrimento das Arbustivas e Arbóreas favorecem a qualidade ecológica da Esec, onde espécies da fauna encontram alimentação, como é o caso da arara-azul-de-lear que segundo Dias e Paes (2011) utilizam a estação de junho a agosto com esse objetivo e estão sob ameaça de extinção e táxons como os marsupiais, morcegos e roedores também são relativamente comuns na Esec.

A vegetação Herbácea favorece a presença de anfíbios e répteis, onde a Esec foi indicada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) como prioritária para a conservação desses animais, devido à riqueza de espécies e número de endemismo elevado segundo Rodrigues (2004), além de espécies da entomofauna e aranhas. Onde segundo Reis *et al.*, (1999, p. 6) deve-se considerar “as interações planta-animal, ou a recuperação de áreas degradadas será sempre utópica, pois não respeita os princípios nem promove a biodiversidade, o equilíbrio ecológico e o desenvolvimento sustentável”.

Segundo esta pesquisa, a Esec Raso da Catarina apresentou aumento dos seus extratos fitofisionômicos Arbustivo e Arbóreo, enquanto o Herbáceo exibiu redução em conjunto com Solo Exposto, quando da análise do intervalo de 13 anos. Prado (2003) ao pesquisar as “as cCatingas da América do Sul” identificou na Esec que a vegetação de porte Arbóreo era uma fitofisionomia rara, esparsa e fragmentada sobre solos ricos em nutrientes, esses não muito abundantes. Os fatores que contribuíram para tal condição são decorrentes de ações antrópicas pontuais como incêndios criminosos e uso das áreas como fundo de pasto.

O isolamento derivado da distância dos aglomerados humanos, baixíssimo índice de ocupação fixa humana desde a sua criação, gestão e disponibilidade de profissionais para manutenção da Esec e Brigada de combate a incêndio atuante são ações que se apresentam como eficazes para a proteção integral desta Unidade de Conservação, como previsto em Lei.

Autores como Paes e Dias (2011) discorrem sobre alguns impactos já identificados na Esec como a presença de caçadores, coletores de lenha e traficantes de animais silvestres, além da presença de gado criado solto na Estação (comumente denominado de criação de fundo de pasto). A presença ilegal desses humanos pode também causar incêndios acidentais ou propositais, onde o efeito devastador do fogo sobre a Caatinga semiárida, reduz espécies vegetais, deflagrando erosão genética e perda da biodiversidade, além de expor e erodir o solo favorecendo a desertificação.

Enquanto, por exemplo, no Parque Nacional do Catimbau (Parna do Catimbau) há grandes conflitos com moradores residentes no Parque que atuam no desmatamento para uso de estacas, lenha, conquista de novas áreas para pastagem e agricultura de subsistência e incêndios criminosos,

apenas este último conflito é mais comum na Esec Raso da Catarina, que apresenta também a inserção de gado para pastagem livre na Unidade de Conservação, atividade tradicionalmente conhecida como “fundo de pasto”.

6.7 Conclusões

Atualmente, as áreas da Esec Raso da Catarina se encontram em excelente estágio de conservação, devido ao isolamento, a extensão territorial e a gestão eficiente do ICMBio. Entretanto, na área existem conflitos entre as comunidades tradicionais, que criam seus animais de corte (bovino e caprino) soltos. Como visto, esta atividade, tradicionalmente conhecida como “fundo de pasto”, gera conflitos com a unidade gestora. Outros conflitos se referem à caça predatória e os consequentes incêndios provocados por fogueiras deixadas pelos caçadores.

Poucos estudos sobre a diversidade da florística e faunísticos foram feitos, dos quais estes estão restritos às Terras indígenas e à APA Serra Branca. Apesar de ser uma área restrita a conservação, uma análise ecológica e florística, proporciona uma compreensão dos componentes ecológicos e da biodiversidade do bioma Caatinga.

Através da análise de campo foi possível constatar que as comunidades tradicionais que se localizam no entorno da Esec conhecem e dependem dos recursos vegetais, as quais utilizam-nas como plantas medicinais e alimentícias. Desta maneira, a conservação da vegetação Caatinga requer estudos específicos sobre a ecologia das espécies vegetais e faunística.

O mapeamento temático entre as datas de 2001 e 2014 revelou um excelente estado de conservação das fisionomias presentes na área. De fato, ao comparar espacialmente os dois mapas temáticos classificados e elaborar-se o mapa de mudanças, observou-se que em cerca de 78,81% não houve mudanças ou registrou-se recuperação ambiental, onde áreas com porte arbustivo-herbáceo, antropizadas (incêndios na maior parte) ou solo exposto se converteram em arbóreo-arbustiva. Cálculos de áreas e respectivos gráficos foram executados, além de mapas e cartas-imagem, buscando facilitar o entendimento visual das mudanças ocorridas na Esec entre essas duas datas, sempre relacionando os resultados obtidos pelas técnicas de Sensoriamento Remoto e Processamento Digital de Imagem com a pesquisa de campo realizada na UC.

Ainda com relação ao mapeamento, para a Esec Raso da Catarina o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada foi a melhor estimativa para identificar as fisionomias confirmadas em campanha de campo. Foram elas: Nuvem, Solo Exposto e as fitofisionomias Caatinga Herbácea,

Arbustiva e Arbórea respectivamente. Ao comparar os valores de área em km² entre as imagens do ano 2001 e 2014, identificou-se alterações significativas, como o aumento das fisionomias Caatinga Arbustivas e Arbóreas, enquanto o Solo Exposto e a Caatinga Herbácea apresentaram redução. Tal condição reafirma o SNUC e a Esec como importantes iniciativas para a preservação e manutenção do bioma Caatinga no que se refere a esta região.

REFERÊNCIAS

AHRENS, S. **Sobre a Legislação aplicável a restauração de florestas de preservação permanente e de Reserva Legal.** In: Galvão, A. P., Porfírio-da-Silva, V., Restauração Florestal: Fundamentos e estudo de caso. Colombo: EMBRAPA FLORESTA. p.13-26. 2005.

ALMEIDA, N. V.; CUNHA, S. B. & NASCIMENTO, F. R. A cobertura vegetal e sua importância na análise morfodinâmica da bacia hidrográfica do rio Taperoá – Nordeste do Brasil/ Paraíba. REVISTA GEONORTE, Edição Especial, V.3, N.4, p. 365-378, 2012.

ALMEIDA, M. C. B.; FIGUEROA, L. A. (Coord.). Estação Ecológica Raso da Catarina/Bahia. Subprojeto: estudos geomorfológicos. Relatório de Pesquisa do Convênio Salvador: Sema/Minter/UFBA, 1983. 26 p. Mimeo.

ANDRADE-LIMA, D. The Caatinga dominium. **Rev. Brasileira de Botânica** 4: 149-153. 1981.

ASSIS, J.S. **Biogeografia e conservação da biodiversidade.** Projeções para Alagoas. Maceió: Ed. Catavento. p.200. 2000.

_____. **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. 25-26. 1999.

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.

BAUTISTA, H. P. **Espécies arbóreas da Caatinga – sua importância econômica.** Simpósio sobre Caatinga e sua exploração racional, Feira de Santana, Bahia, Brasil. 92-94. 1988.

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 dômico.** Editora da UFSC, Florianópolis, Brasil. 1994.

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. Diversidade de Leguminosae nas Caatingas de Tucano, Bahia: Implicações para a Fitogeografia do Semi-Árido do Nordeste do Brasil. **Rodriguésia** 58 (2): 379-391. 2007.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Projeto Jatobá**. Recife: CNEM/CPRM. 76p. 1972.

EGLER, W. A. Contribuição ao estudo da Caatinga pernambucana. **Rev. Brasileira de Geografia**. 13: 577-590. 1951.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Centro nacional de pesquisas de solos (**Sistema brasileiro de classificação de solos**). Brasília. 412. 1999.

FERRI, M. G. **A Vegetação Brasileira**. EDUSP, São Paulo, Brasil. 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. **Naturalia**, Rio Claro, v.25, p. 33-46. 2000.

FREITAS, R. R.; ROCHA, P. L. B.; SIMÕESLOPES, 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.

GARIGLIO, M.A. [et al.], organizadores. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, p. 368. 2010.

GIULIETTI AM, BOCAGE NETA AL, CASTRO AAJF, GAMARRA-ROJAS CFL, SAMPAIO EVSB, VIRGÍNIO JF, QUEIROZ LP, FIGUEIREDO MA, RODAL MJN, BARBOSA MRV, HARLEY RM. **Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga**. En: SILVA JMC, TABARELLI M, FONSECA MT, LINS LV (Orgs.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente. Pp. 47-90. 2004a.

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. 103-118. 2002.

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.

IBAMA. Plano de Manejo Estação Ecológica Raso da Catarina. 2ª. Ed. Brasília: Ibama, 2008.

INPE, **Boletim Meteorológico**. 3: 25. 2001.

LEITE, L.W.; WANDERLEY, L. **Zoneamento ecológico-florestal do Estado de Sergipe**. Aracaju, Sudene/Condese. p. 107. 1976.

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.

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 série Ciências Biológicas**, 11(2): 255-264. 2011.

MACHADO-FILHO, H.O., MELO, J.I.M., SALES, M.F. Flora da região de Xingó, Alagoas-Sergipe: *Portulacaceae sensu lato*. **Biotemas**, 25 (4), 2012.

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, 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.

ODUM, E. P. 1988. Fundamentos de Ecologia. 4ª Ed. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa. 927pp.

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, 368p. 2010.

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, 2003. p. 3-73.

RADAMBRASIL. **Levantamento de recursos naturais (anexo); folhas SC. 24/25 Aracaju/Recife.** Vol. 30. Rio de Janeiro, Brasil. 1983.

REIS, A.; ZAMBONIN, R. M.; NAKAZONO, E. M. Caderno nº 14. Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal. Cetesb. São Paulo, 1999.

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, 368p. 2010.

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, 2003. p 181-188.

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.

SAMPAIO, E. V. S. B., SALCEDO. I. H. Effect of different fire severities on coppicing of Caatinga vegetation in Serra Talhada, PE, Brazil. **Biotropica**. 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.

SANTANA, D. O. et al. Utilização do microhábitat 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.

Santiago, M. M; Silva, H. A.; Galvncio, J. D.; Tiago Oliveira, T. H. Análise da Cobertura Vegetal Através dos Índices de Vegetação (NDVI, SAVI e IAF) no Entorno da Barragem do Botafogo-PE. Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasi, 25 -30 abril, 2009. INPE, p 3003-3009.

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**, Viçosa-MG, 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** 5, 105402. 2009.

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**, Viçosa-MG, v.37, n.3, p.479-490, 2013.

SILVA, M.J., MELO, J.I.M., SALES, M.F. Flora d Região de Xingó, Alagoas e Sergipe: Acanthaceae A. JUSS. **Rev. Caatinga**, Mossoró, Vol. 23, (2), 2010.

SILVA, M.J.; MELO, J.I.M; SALES, M.F. FLORA DA REGIÃO DE XINGÓ, ALAGOAS E SERGIPE: ACANTHACEAE A. JUSS. **Rev. Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 2. 2010.