



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM MODELAGEM EM
CIÊNCIAS DA TERRA E DO AMBIENTE – PPGM

Oswaldo de Castro Oliveira Júnior

ANÁLISE GEOSISTÊMICA COM BASE NAS GEOTECNOLOGIAS DO PARQUE
NACIONAL DA CHAPADA DIAMANTINA - BA

FEIRA DE SANTANA
2024

OSVALDO DE CASTRO OLIVEIRA JÚNIOR

**ANÁLISE GEOSISTÊMICA COM BASE NAS GEOTECNOLOGIAS DO
PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DIAMANTINA - BA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente (PPGM), da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), como requisito para a obtenção do título de mestre em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente.

Orientadora: Profa.Dra. Rosângela Leal

FEIRA DE SANTANA
2024

Ficha Catalográfica - Biblioteca Central Julieta Carteadó - UEFS

O49a

Oliveira Júnior, Osvaldo de Castro

Análise geossistêmica com base na geotecnologias do Parque Nacional da Chapada Diamantina - BA / Osvaldo de Castro Oliveira Júnior – 2024.

76 f.: il.

Orientadora: Rosângela Leal Santos

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Programa de Pós-Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente, Feira de Santana, 2024.

1. Potencial ecológico. 2. Sensoriamento remoto. 3. Cartografia. 4. Sistemas de informações geográficas. 5. Chapada Diamantina (BA). I. Santos, Rosângela Leal, orient. II. Universidade Estadual de Feira de Santana. III. Título.

CDU 502.05:912

Osvaldo de Castro Oliveira Júnior

“As Geotecnologias como Subsídio a Análise Geossistêmica no Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD)- BA”

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente da Universidade Estadual de Feira de Santana.

Orientadora: Profª Drª Rosângela Leal Santos.

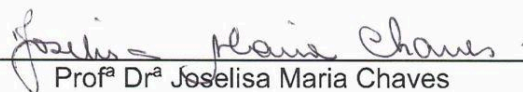
Linha de Pesquisa: Estudos Ambientais e Geotecnologias.

Data de aprovação: 01 de agosto de 2024.

BANCA EXAMINADORA:



Profª Drª Rosângela Leal Santos
Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS



Profª Drª Joselisa Maria Chaves
Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS



Prof. Dr. Alarcon Matos Oliveira
Universidade do Estado da Bahia - UNEB

Dedico este trabalho aos meus pais Osvaldo e Jucenira, por terem sido os meus primeiros e principais professores em minha vida. Aos demais integrantes de minha família e aos meus amigos, que tanto me apoiaram neste projeto acadêmico.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Lucas Costa de Souza Cavalcanti, pela atenção, pelo suporte intelectual e solicitude em esclarecer minhas dúvidas sobre a Teoria geossistêmica e a Ciência da Paisagem na Perspectiva Russa e Francesa.

Ao Dr. Marco Antônio Tomasoni, que me possibilitou o conhecimento da abordagem dos geossistemas durante a graduação, e pelo apoio bibliográfico do tema. À minha orientadora, a Professora Dra. Rosangela Leal Santos, pela paciência, pelas orientações, esclarecimentos sobre Geossistemas e Geotecnologias, e principalmente pelo aprendizado em me fazer acreditar em si próprio para obtenção da autonomia acadêmica.

Aos Professores Examinadores Dra. Joselisa Maria Chaves e Dr. Alarcon de Matos Oliveira.

A todos integrantes do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente, pela ajuda nos momentos de dificuldade e pelo incentivo a mim dispensado enquanto discente de mestrado.

Aos Amigos Janivam da Silva Assunção e Wellington Gomes Freire pelo apoio e orientações técnicas de produção acadêmico/científica.

A todos os colegas professores do Colégio Estadual Imaculada Conceição, que abraçam os desafios da profissão para possibilitar aos nossos estudantes o protagonismo e a autonomia intelectual para a obtenção da cidadania plena.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) -Código de Financiamento 001.

Meus sinceros agradecimentos,

Osvaldo de Castro Oliveira Jr.

RESUMO

O trabalho dissertativo realizou uma cartografia dos geossistemas do Parque Nacional da Chapada Diamantina - Bahia, com base nas geotecnologias; Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas. A ideia de mapear a área do Parque sob a concepção de geossistemas justifica-se a partir da análise dos ambientes sob uma perspectiva teórica geossistêmica de Bertrand, na qual o geossistema é uma tríade formada pelo potencial ecológico, pela exploração biológica e pela ação antrópica. Como etapa inicial, buscou-se o levantamento de informações gerais sobre a região da Chapada Diamantina e dados ambientais e históricos do parque; mapas impressos, bases de dados digitais e da literatura, para sua caracterização. Foi realizada uma reflexão teórica acerca das principais concepções integradas e sistêmica da paisagem por meio de uma revisão de literatura, para a compreensão da contribuição dos principais teóricos. Na fundamentação teórica, também foi incluída a discussão sobre a utilização das geotecnologias nos estudos ambientais integrados. A metodologia baseou-se no emprego das ferramentas e procedimentos das geotecnologias, inicialmente com a organização de um banco de dados georreferenciados contendo arquivos vetoriais e matriciais, imagens de satélite CBERS 4A, Modelos Digitais de Elevação (MDE) (COPERNICUS) e índice de vegetação NDVI. Os dados temáticos, extraídos de produtos derivados; aspecto, rugosidade e altimetria, foram utilizados para auxiliar na interpretação e vetorização manual das unidades de relevo. O mapa síntese, identificou 5 geossistemas em escala analítica de 1:250.000 (Geocomplexos). Na perspectiva de contribuir para ações de plano de manejo sustentável para o PNCD. Portanto, ressalta-se a necessidade de uma continuação das pesquisas, visto que no interior dos geossistemas identificados, há processos fisiológicos de maior detalhamento topográfico e que são importantes para compreender como os sistemas elementares se relacionam entre si e formam o todo dinâmico da paisagem. O Parque Nacional da Chapada Diamantina demanda urgentemente por uma normatização do seu uso, alinhada às práticas sustentáveis e sócio economicamente includentes.

Palavras chave: Concepções integradas. Paisagem. Potencial Ecológico. Sensoriamento Remoto. Sistemas de Informações Geográficas.

ABSTRACT

The dissertation work carried out a cartography of the geosystems of the Chapada Diamantina National Park - Bahia, based on geotechnology; Remote Sensing and Geographic Information Systems. The idea of mapping the Park area under the concept of geosystems is justified based on the analysis of environments from Bertrand's geosystemic theoretical perspective, in which the geosystem is a triad formed by ecological potential, biological exploration and anthropic action. As an initial step, we sought to collect general information about the Chapada Diamantina region and environmental and historical data about the park; printed maps, digital and literature databases, for their characterization. A theoretical reflection was carried out on the main integrated and systemic conceptions of the landscape through a literature review, to understand the contribution of the main theorists. The theoretical foundation also included a discussion on the use of geotechnologies in integrated environmental studies. The methodology was based on the use of geotechnology tools and procedures, initially with the organization of a georeferenced database containing vector and matrix files, CBERS 4A satellite images, Digital Elevation Models (DEM) (COPERNICUS) and vegetation index NDVI. Thematic data was extracted from products derived from DEM such as; aspect, roughness and altimetry. They were used to assist in the interpretation and manual vectorization of relief units. The synthesis map identified 5 geosystems on an analytical scale of 1:250,000. With a view to contributing to sustainable management plan actions for the PNCD. Therefore, the need for continued research is highlighted, given that within the identified geosystems, there are physiological processes of greater topographical detail that are important for understanding how elementary systems relate to each other and form the dynamic whole of the landscape. The Chapada Diamantina National Park urgently demands standardization of its use, aligned with sustainable and socio-economically inclusive practices.

Keywords: Integrated concepts. Landscape. Ecological potential. Remote Sensing. Geographic Information Systems.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Zoneamento Ecológico Econômico do Estado da Bahia-ZEE	16
Figura 2 – Modelo Ecodinâmico de Tricart	22
Figura 3 – Modelo Geossistêmico de Bertrand	25
Figura 4 – Níveis de Escala proposto por Bertrand e Beroutchachvili (1978)	26
Figura 5 – Localização Chapada Diamantina	32
Figura 6 – Ambientes Geológicos do PNCD	33
Figura 7 – Pluviograma dos Municípios do PNCD	37
Figura 8 – Malha Hidrográfica do PNCD	38
Figura 9 – Uso e Cobertura da Coleção 8 (Mapbiomas) na área do PNCD	40
Figura 10 – Coleção Map biomas recorte temporal 1985 – 2022	41
Figura 11 – Índice de Vegetação da Diferença Normalizada no PNCD	42
Figura 12 – Sistema Taxonômico de Jurandyr Ross	43
Figura 13 – Paredões da trilha “Cachoeira do Sossego, Lençóis – BA	44
Figura 14 – Trilha do “Ribeirão de Baixo” Lençóis – BA	45
Figura 15 – Planície Inundável do Marimbus, Lençóis – BA	46
Figura 16 – Conglomerados Inconsolidados “Piçarras”, Lençóis –BA	47
Figura 17 – Topo de Encosta, Serra do Sincorá, Lençóis – BA	48
Figura 18 – Fluxograma Metodológico	49
Figura 19 – Modelo Digital de Elevação	51
Figura 20 – Carta de Declividade do PNCD	52
Figura 21 – Carta de Aspecto do PNCD	52
Figura 22 – Carta de Rugosidade do PNCD	53
Figura 23 – Carta de Unidades de Relevo do PNCD	53
Figura 24 – Fluxograma metodológico (Vulnerabilidade)	55
Figura 25 – Complexos geográficos do PNCD	57
Figura 26 – Área dos Complexos Geográficos do PNCD	58
Figura 27 – Área dos Geossistemas em (ha)	58
Figura 28 – Concepção em 3D do plano de paisagem do Marimbus	59
Figura 29 – Rio Santo Antônio (Pantanal dos Marimbus)	60
Figura 30 – Rio São José, Lençóis-BA	61
Figura 31 –Trilha do “Ribeirão do meio” e Serra da Larginha ao fundo, Lençóis –BA	63

Figura 32 – Serra do Sincorá e sequenciamento topográfico	65
Figura 33 – Matas de Grotão, margem direita do Rio Ribeirão	66
Figura 34 – Vulnerabilidade Ecodinâmica do PNCD	68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação taxonômica de Sochava (1977)	23
Quadro 2 – Levantamento dos materiais	50

LISTA DE SIGLAS

APA - Área de Proteção Ambiental

CPRM - Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais

CSIRO - Commonwealth Scientific and Industrial

Research Organization

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

GTP - Geossistema Território e Paisagem

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Nacional

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

MDE - Modelo Digital de Elevação

PNCD - Parque Nacional da Chapada Diamantina

QGIS - Quantum GIS (Geographic Information System)

NASA - National Aeronautics and Space Administration

NASADEM - NASA Digital Elevation Model

NDVI - Normalized Difference Vegetation Index

SEPLAN - Secretaria de Planejamento

SIG - Sistemas de Informações

Geográficas SR - Sensoriamento Remoto

SRTM - Shuttle Radar Topography

Mission TGS - Teoria Geral dos Sistemas

TOPODATA - Bancos de Dados Geomorfométricos do Brasil

ZCIT - Zona de Convergência Intertropical

ZEE - Zoneamento Ecológico Econômico

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 Justificativa	15
1.2 Síntese Metodológica	17
1.3 Objetivo geral	18
1.4 Objetivos específicos	18
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO CONCEITUAL	19
2.1 Richard Hartshorne e a diferenciação de áreas	20
2.2 A contribuição de Tricart, Sochava e Bertrand	21
2.3 Geotecnologias como subsídio à análise de geossistemas	28
2.4 Povoamento da Chapada Diamantina	29
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	32
3.1 Características litológicas	33
3.2 Características geomorfológicas	34
3.3 Características pedológicas	35
3.4 Características fitológicas	35
3.5 Características climáticas	37
3.6 Hidrografia	37
3.7 Uso e cobertura no PNCD e o Projeto Mapiomas	39
4. AS UNIDADES DE RELEVO NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DIAMANTINA	43
4.1 Gargantas e Vales	44
4.2 Planície Inundável	45
4.3 Tálus e Pedimentos	46
4.4 Topos e Encostas	48
5. METODOLOGIA	49
5.1 Geoprocessamento	49
5.2 Atividade de Campo	55
5.3 Conclusões Metodológicas	55
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
6.1 Geossistemas do PNCD	57
6.2 Planícies de Inundação sob Cobertura Úmida e Hidrófita	59
6.3 Baixas Matas de Encosta	61
6.4 Topos e Vertentes sob Cobertura Rupestre /Savânica	63
6.5 Vertentes sob Tensão Ecológica	64

6.6 Gargantas e Vales sob Mata Úmida e de Grotão	65
6.7 Vulnerabilidade Ambiental do PNCD	67
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
8. REFERÊNCIAS	73

1. INTRODUÇÃO

A Chapada Diamantina é uma das mais belas e encantadoras regiões do Brasil, conhecida por sua beleza natural e riqueza histórica. Localizada no Estado da Bahia, fica situada no centro-norte do estado e abrange uma área de aproximadamente 38.000 km². É um dos destinos turísticos mais procurados atualmente no Brasil, devido à suas belas paisagens. Se eleva entre 600 e 1.200 metros acima do nível do mar. É marcada por planaltos elevados e vales profundos, compostos por rochas de origem cristalina e sedimentar, que formam paisagens espetaculares como cachoeiras, cavernas e cânions. O clima é tropical semiárido, mas com fortes influências da altitude e orografia local, com estação seca bem definida no inverno e estação chuvosa no verão. As temperaturas médias variam entre 16°C e 28°C. A vegetação predominante contém espécies de cerrado e caatinga, com presença de bromélias, orquídeas e diversas espécies de arbustos e árvores nativas. A Chapada Diamantina também apresenta uma paisagem profundamente marcada por intervenções humanas, influenciadas de maneira significativa pelos condicionantes históricos ligados ao ciclo econômico da mineração. Este ciclo, notadamente focado nos municípios localizados aos pés da majestosa Serra do Sincorá como Mucugê, Andaraí, Ibicoara, Lençóis e Palmeiras. Teve seu apogeu a partir da segunda metade do Século XIX, com destaque particular para o ano de 1820 (Bandeira, 2014, p. 17).

As cidades mencionadas, integrantes das denominadas "Lavras Diamantinas", ostentam um núcleo urbano de notável beleza arquitetônica, sendo reconhecidas e protegidas pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Nacional (IPHAN). Contudo, essa região de excepcional riqueza histórica e ecológica, em virtude de sua localização e aspectos ambientais, tem sofrido a expansão de grandes áreas destinada a projetos de agricultura irrigada, fazendo emergir frequentes e significativos desafios sócio-ambientais. Estes desafios impulsionam uma demanda crescente por investigações científicas, visando tanto à compreensão quanto à gestão efetiva de suas áreas e, sobretudo, de suas paisagens. O trabalho teve como objetivo norteador, a delimitação de geossistemas no Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD) por meio das ferramentas de geotecnologias e observação de campo para validação das análises sistêmicas mais consagradas, para que fosse

possível, identificar, qual das abordagens integradas (Sochava, Tricart, Bertrand), seria mais aplicável e viável para o estudo geossistêmico do parque.

O passo seguinte da pesquisa foi o de descrever em um capítulo à parte, as características ambientais do PNCD (geologia, solos, relevo, clima e vegetação), como forma de subsidiar a compreensão para interpretação dos produtos do geoprocessamento de delimitação dos geossistemas do parque. Após a etapa de geoprocessamento, são discutidos os resultados, de maneira a descrever e caracterizar os geossistemas delimitados, suas particularidades e o nível geral de vulnerabilidade ambiental do PNCD como um todo. Nas considerações finais faz-se uma pertinente reflexão sobre a importância que a preservação do PNCD tem para a proteção dos mananciais hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraguaçu, para a biodiversidade existente no parque, e para a qualidade de vida dos habitantes dos municípios que possuem área no PNCD.

1.1 JUSTIFICATIVA

Em termos gerais, os mapeamentos paisagísticos integrados que abrangem a Chapada Diamantina e conseqüentemente o Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD) costumam ser oficialmente delimitados sob o critério fitogeográfico. Na atualidade, o mapeamento de maior relevância foi o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) (Figura 1) realizado pela Secretaria de Planejamento do Estado da Bahia (SEPLAN) e publicado no ano de 2013.

Como etapa inicial, foi realizado um levantamento bibliográfico e cartográfico detalhado da região da Chapada Diamantina e do PNCD, com o objetivo de caracterizar a área de estudo e identificar as principais informações disponíveis. Em seguida, foi realizada uma revisão teórica sobre as principais concepções integradas e sistêmicas da paisagem, com destaque para a contribuição de autores como Bertrand (2007), Tricart (1977) e Sochava (1978). A fundamentação teórica também abordou a importância das geotecnologias nos estudos ambientais integrados, destacando o potencial das ferramentas de geoprocessamento para a análise espacial de dados geográficos.

Metodologicamente, a pesquisa baseou-se na construção de um banco de dados georreferenciado, integrado por diversas fontes de informação, como imagens de satélite, modelos digitais de elevação e dados vetoriais. A partir desse

O ZEE foi elaborado em escala 1:250.000 a partir dos fotolitos originais do Projeto RadamBrasil, que divide o território baiano em 30 unidades numa carta de escala 1:250.000, com a finalidade de normatizar as finalidades econômicas para a prevenção de que os mesmos não se tornem vetores de degradação ambiental. Embora estas cartas de 1:250.000 que compõem a coleção do ZEE sejam altamente relevantes para a gestão do território, são inadequados para um estudo de detalhamento de paisagens geossistêmicas que abranja todo o Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD). Estudos com base na Teoria dos Geossistemas no parque ainda são incipientes diante das outras abordagens utilizadas para estudo do PNCD e da Chapada Diamantina como um todo.

Ainda que existam diversos e relevantes trabalhos sobre as áreas naturais do PNCD associado às geotecnologias, no contexto atual, ainda se apresenta de forma incipiente, mapeamentos de paisagem sob a perspectiva geossistêmica no supracitado parque. Através de um levantamento de literatura sobre pesquisas empregando a abordagem geossistêmica no recorte espacial da Chapada Diamantina e mais especificamente, no PNCD, foi realizado, por meio de visitação à bibliotecas públicas e pelo sistema navegador de busca do Google Chrome, as palavras de busca: Geossistema+Parque+Nacional+Chapada+Diamantina (no período compreendido entre abril e maio de 2023), foram encontrados apenas dois títulos;

Uma publicação especial da parceria técnica entre o IBGE e o Governo do Estado da Bahia através do órgão Desenvale, denominada “Bacia do Rio Utinga: Subsídios à Formulação da Estratégia de Desenvolvimento Integrado na Bacia do Rio Paraguaçu, publicada em 1986, materializou um projeto do Governo do Estado da Bahia, para ordenar e normatizar e subsidiar projetos de agricultura familiar na porção leste da região da Chapada Diamantina. A Bacia do Rio Utinga abrange municípios como Wagner, Utinga, Bonito e Lençóis. Neste trabalho foi realizado um mapeamento geossistêmico em escala 1:50.000, onde foram identificados 13 geossistemas, com base em interpretação de fotos aéreas e cartas geológicas, de vegetação e geomorfológicas. O segundo título localizado pelo mecanismo de busca do Google foi um artigo intitulado - O Uso do Geoprocessamento como Instrumento de Análise Morfométrica da Microbacia do Rio Capivara, Município de Lençóis - BA, ao qual procurou responder ao questionamento da qualidade da água na Microbacia do Rio Capivara, localizado na porção sudoeste do Município de Lençóis no qual

buscava avaliar o formato da bacia, se a mesma contribuía para a dispersão de agentes poluentes no leito do principal curso fluvial da microbacia que leva o mesmo nome. Para o presente trabalho, tomou-se por base a metodologia apresentada em - IBGE/DESENVALE (1986).

1.2 SÍNTESE METODOLÓGICA

A concretização da pesquisa demandou a organização do trabalho em etapas metodológicas, que ficaram divididas em:

1. Revisão de literatura acerca da área de estudo.
2. Levantamentos diversos de conceitos utilizados como: Sistemas de Informações geográficas (SIG), Sensoriamento Remoto (SR)
3. Cabedal cartográfico; mapas impressos e digitais no Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD) e região, acerca de informações ambientais, bem como de transportes, político / territorial e de uso e cobertura.
4. Aplicação das ferramentas das geotecnologias para a produção de carta síntese dos geossistemas do PNCD, e caracterização dos mesmos através dos métodos de estudo de campo das paisagens Cavalcanti (2018).

1.3 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral da pesquisa foi identificar geossistemas de quarta ordem, denominados Geocomplexos ou Complexo Geográfico (Moura Oliveira, 2008) através dos métodos e das ferramentas das geotecnologias com destaque ao Sensoriamento Remoto (SR) e Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Estudar a Chapada Diamantina em seus diferentes aspectos.
2. Identificar unidades de relevo para o mapeamento de geossistemas.
3. Identificar uso e cobertura da terra para o mapeamento geossistêmico.
4. Demonstrar o estado de susceptibilidade ambiental das unidades geossistêmicas para a proposição de métodos preventivos e uso sustentável dos mesmos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO CONCEITUAL

Nesta breve discussão acerca dos autores que conceituam e modelam a paisagem, pode-se perceber como este conceito é vasto e polissêmico, e ainda permite a realização das mais variadas inferências. Seria a paisagem apenas um agregado de elementos heterogêneos? ou existe alguma força que age através do conjunto agregado, que seja responsável pela sua individualização e dinâmica? O que seria essa força? Seria esse “conjunto” o “momentâneo aspecto visível” do fluxo da ordem cósmica? Segundo Cavalcanti (2010, p.15) e Marques Neto (2022, p. 14) a percepção humana da paisagem se fez presente desde a antiguidade histórica, onde encontram-se registrados nos versículos da Bíblia as primeiras descrições integradas de uma porção da superfície terrestre.

No ocidente, os estudos integrados da paisagem constituem uma tradição que remonta naturalistas proeminentes no século XVIII e XIX como Alexander Von Humboldt e Charles Lyell (Leonardo Silva, 2021, p.11). Fortemente influenciados pelo idealismo romântico alemão e pela filosofia kantiana, que coloca a geografia como uma ciência sintética, descritiva e que visa abranger uma visão de conjunto do planeta (Moraes, 1998, p.14). Neste contexto incipiente da geografia científica na Europa, recebe a denominação de *Landschaft* (paisagem em língua alemã).

Humboldt e Ritter, representantes da ‘Landschaft’ germânica, conceituam a paisagem como uma associação de fenômenos pela conexão causal expressa espacialmente. Para estes, a paisagem não pode ser limitada ao imediatismo dos sentidos (Gomes, 1996, p.239). É desse modo que surge o conceito de morfologia da paisagem (formulado por Carl O. Sauer) como estudo do arranjo espacial das paisagens associado à sua dinâmica e evolução (Cavalcanti, 2018).

A reflexão sobre os enunciados basilares do conceito de paisagem não ficaria completo sem menção a Vidal de La Blache e o pensamento possibilista francês, que concebe paisagem como interface de relações entre homem e natureza na evolução temporal que consolida a expressão social materialmente especializada, a região, por meio do “modo de vida”. Segundo (Moraes,1998), La Blache chega a estabelecer uma teoria e um método de paisagem, incluindo procedimentos de campo e análise descritiva dos elementos constituintes, e potencial uso econômico. Mas os seus discípulos que surgiram posteriormente (Jean Brunhes, C. Vallaux, H.

Baulig) deram um viés mais social e econômico aos axiomas lablachianos, o que inevitavelmente acarretou no surgimento da dicotomia do pensamento geográfico francês, o meio geográfico já não era mais o meio físico (Moraes, 1998, p.74).

2.1 RICHARD HARTSHORNE E A DIFERENCIAÇÃO DE ÁREAS

No esforço em compreender a natureza de síntese e organização das áreas naturais, a contribuição de Hartshorne tornou-se bastante relevante para o enriquecimento do pensamento geográfico. Hartshorne destacou importância aos conceitos de relação e conexão, visto que o entendimento do caráter dinâmico e variável da superfície terrestre ocorre por eles (Castilho, 2016 p.53). Segundo Moraes (1998 p.84) a visão de organização espacial de Hartshorne propôs à geografia, uma fundamentação diferenciada da perspectiva tradicional. Tanto Hettner quanto Hartshorne conceberam a geografia como uma ciência que busca a diferenciação de áreas, isto é, o aspecto particular das parcelas do espaço, se originam da singularidade das formas de integração dos fenômenos geográficos (Moraes, 1998, p.87). A concepção de Hartshorne não se trata de mera corologia. Segundo Castilho:

Não trata-se exatamente de uma área específica mas do perfil dinâmico que permite interpretar a variabilidade de integração entre fenômenos em área (ou noutras áreas), enfim; o caráter variável da superfície terrestre. (Castilho, 2016, p.53)

Esta contribuição hartshorniana faz-se presente na atualidade, em sua episteme idiográfica do espaço, nos faz estimular o olhar de síntese ao analisarmos as interrelações espaciais, que hoje em dia é a própria razão de ser do SIG. Para Hartshorne são as interrelações no interespaço (área análise) que irão determinar a diferenciação de áreas no conjunto regional mais abrangente (Moraes, 1998 p.89). Se há algum caráter variável na superfície terrestre, também há o caráter “único” dos lugares, são únicos porque existem múltiplos fenômenos heterogêneos que variam na superfície terrestre (Hartshorne, 1951 p.264 apud Castilho, 2016). Fica evidente, que a diferenciação regional em Hartshorne (areal differentiation) constituía o objeto fundamental da geografia (Gomes, 1996. 232).

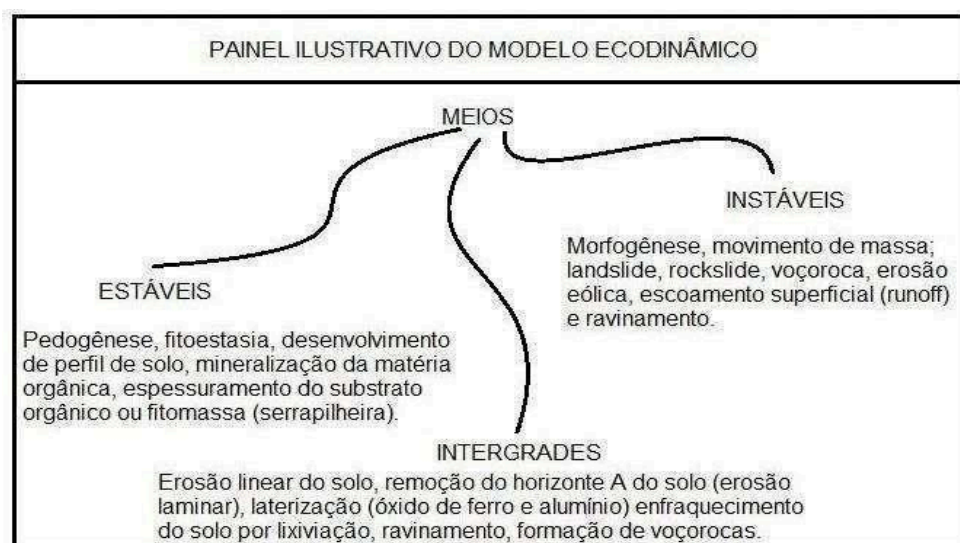
2.2 A CONTRIBUIÇÃO DE TRICART, SOCHAVA E BERTRAND

No âmbito específico da geografia física, os estudos integrados da paisagem, emergiram em sua forma científica e sistematizada somente na virada do final do Século XIX para início do Século XX, através do trabalho incipiente de Dokuchaev, apresentado em sua principal obra: Chernozem (1883). Foi talvez na Rússia que as ideias de Humboldt e Ritter efetivamente tiveram literal aplicação (Moraes, 1998 p.50). Outro cientista russo, Viktor Sochava, juntamente com outros dois cientistas franceses, Tricart e Bertrand, tornaram-se os principais teóricos consagrados da ciência da paisagem. Jean Tricart, atribui aos fenômenos geomorfológicos e pedogenéticos, o papel central no jogo de equilíbrio ou estabilidade que ocorre nas paisagens. A essa relação ele denominou de ecodinâmica (Tricart, 1977, p.35).

A não pode se contentar com a anatomia. Estudar a organização do espaço é determinar como uma ação humana é exercida em uma natureza mutante, que evolui segundo leis próprias, das quais percebemos, de mais a mais, a complexidade. Não podemos nos limitar à descrição fisiográfica, do mesmo modo que o médico se insere na dinâmica natural, para corrigir certos aspectos desfavoráveis e para facilitar a exploração dos recursos ecológicos que o meio oferece. (Tricart, 1977, p.35)

A paisagem, segundo essa concepção, pode apresentar-se sob distintos aspectos: meios estáveis; onde há predominância de processos pedogenéticos e conseqüentemente, favorecimento da presença biológica. Meios intergrades; onde pode-se constatar a presença simultânea de processos pedogenéticos e morfodinâmicos (Tricart, 1977 P. 62) e meios instáveis; com predominância de processos morfogênicos, que segundo Tricart, inibe a presença da cobertura vegetal (fitoestasia (Tricart, 1977 P.36)). Um ponto importante no pensamento de Tricart é a abordagem de processos pedológicos e geomorfológicos de forma integrada (Figura 2).

Figura 2 – Modelo Ecodinâmico de Tricart



Fonte: Tricart (1977), adaptado pelo autor, 2024.

Para Tricart, essa proximidade surge desde a alteração das rochas, na qual a pedogênese subsidia a morfogênese, isto é, em terrenos inclinados essa integração trabalharia em favor da morfogênese, na proporção entre declividade e comprimento da rampa da vertente, influenciando diretamente sobre o escoamento superficial (runoff). Em terrenos mais aplainados, o escoamento lento da água, favorece o umedecimento de matéria orgânica e consequentemente contribuindo para o intemperismo químico no manto de alteração pedomorfo-genético (Rubira et al., 2019).

Posteriormente, em meados do Século XX, Sochava foi um divisor de águas na tradição soviética da ciência da paisagem, devido ao fato de agregar, aos estudos integrados da paisagem, a Teoria Geral de Sistemas do epistemólogo austríaco Ludwig Von Bertalanffy, e dessa forma, contribuindo para uma sofisticação metodológica e qualitativa das pesquisas de áreas naturais da União Soviética. Principalmente pelo emprego de estações de monitoramento e mensuração de campo, surgindo dessa maneira, o conceito de geossistemas (Frolova, 2007 p.167). Victor Sochava, com base na Teoria Geral de Sistemas, sistematizou a Teoria dos Geossistemas, que possibilitou que as análises da paisagem na então União Soviética, pudessem ser estudadas em sua estrutura dinâmica, incluindo a quantificação da matéria e da energia destes sistemas através de estações de monitoramento. Segundo Sochava (1977,p.9), os geossistemas são uma classe

peculiar de sistemas dinâmicos abertos e hierarquicamente organizados. Em sua concepção, o geossistema pode conter as mais diversas escalas segundo o critério espacial e o enfoque de interesse do pesquisador (Quadro 1).

Quadro 1 – Classificação taxonômica de Sochava (1977)

Linha de Geômeros	Dimensão	Linha dos Geócoros	
Geossistema Planetário			
Conjuntos de tipos de meios naturais (conjunto de tipos de paisagens)	Planetária	Cinturão Físico-geográfico	
Tipos de meios naturais (tipos de paisagens)		Grupos de Regiões físico-geográficas	
Classes de geomas		Subcontinentes e conjuntos de suas megaposições	
Subclasses de geomas	Regional	Regiões físico-geográficas	
Grupos de geomas		Com zonalidade latitudinal	Com diferenciação vertical
Subgrupos de geomas		Zonas Naturais	Grupos de Províncias
Geomas		Subzona Províncias	Províncias
Classes de Fácies	Topológico	Macrogeócoro (Distrito, Paisagem)	
Grupos de Fácies		Topogeócoro (Raion)	
Fácies		Mesogeócoro (Terrenos e grupos de tratos)	
Área homogênea elementar, geômero elementar, biogeocenose		Microgeócoro (trato)	
		Área heterogênea elementar, geócoro elementar	

Fonte: Cavalcanti (2010), (adaptado pelo autor, 2024)

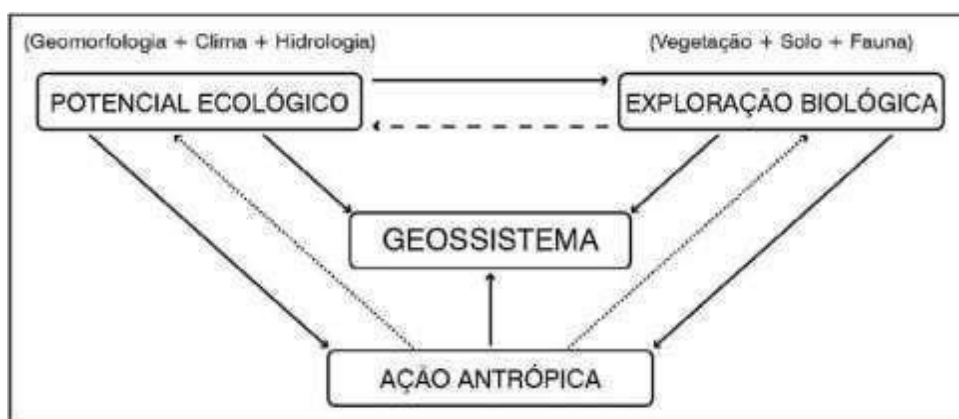
O geossistema portanto pode ser tanto o envolvimento planetário quanto a menor unidade espacial possível (Sochava, 1978, p.4) onde se possa comprovar ou mensurar, um câmbio de matéria, energia ou ambos (geômero elementar). Tratando-se de sua estrutura físico paisagística, o geossistema pode ser classificado por sua estrutura homogênea (geômero; mesmo conjunto de solo, relevo e vegetação) ou por sua característica heterogênea integrativa (geócoro; associação espacial diversa) (Sochava, 1978 *apud* Cavalcanti, 2018, p.89).

Segundo (Sochava, 1977), um Geossistema é composto por uma rede de subsistemas que se relacionam de uma forma dinâmica através dos fluxos de matéria e energia que ocorrem no interior de um sistema de escala maior (Inputs e Outputs). O padrão de comportamento desses fluxos segundo Sochava podem se apresentar de distintas maneiras, sendo as mais conhecidas:

- Fluxo em retroalimentação; quando a matéria ou energia que ao invés de sair do sistema (Output) retorna ao mesmo, retroalimentando o sistema. Ex: Solos lixiviados da Floresta Amazônica retroalimentados pela matéria orgânica (serrapilheira) gerada pelo estrato arbóreo e plantas menores.
- Fluxo Sequenciado; formado por uma rede de subsistemas onde a matéria e energia transita em sequência no sistema. Ex: Uma vertente de morro sem cobertura vegetal, com solos estruturalmente frágeis, gera a ocorrência de deslizamentos de terra que, consequentemente, assoreia o leito de um canal fluvial.
- Fluxo controlado; quando a intervenção antrópica intervém na dinâmica de um Geossistema para atenuar impactos ocasionados por ações antrópicas sem planejamento ambiental ou não. Ex: A disposição de sacos de areia próximo de uma área de topografia inclinada com formação de ravinamento, para prevenir o surgimento futuro de uma voçoroca (Grandes fendas no Solo).

Mas entretanto, é necessário frisar que o objeto de análise de Sochava não se limita ao estudo dinâmico de áreas naturais "intocáveis", segundo Neves e Sodré (2021, p.7) o geossistema excede a ideia de área natural, e incorpora em sua constituição, a repercussão de processos de origem sócio econômico. Concomitante à pesquisas integradas da paisagem na ex- União Soviética, estavam em curso na França, exaustivos estudos dedicados à compreensão integrada da paisagem, com destaque para os trabalhos de Tricart e Bertrand. Bertrand concebe geossistemas como sendo uma realidade estruturada sob a tríade: exploração biológica, potencial ecológico e ação antrópica (Figura 3).

Figura 3 – Modelo Geossistêmico de Bertrand



Fonte: Bertrand (2007).

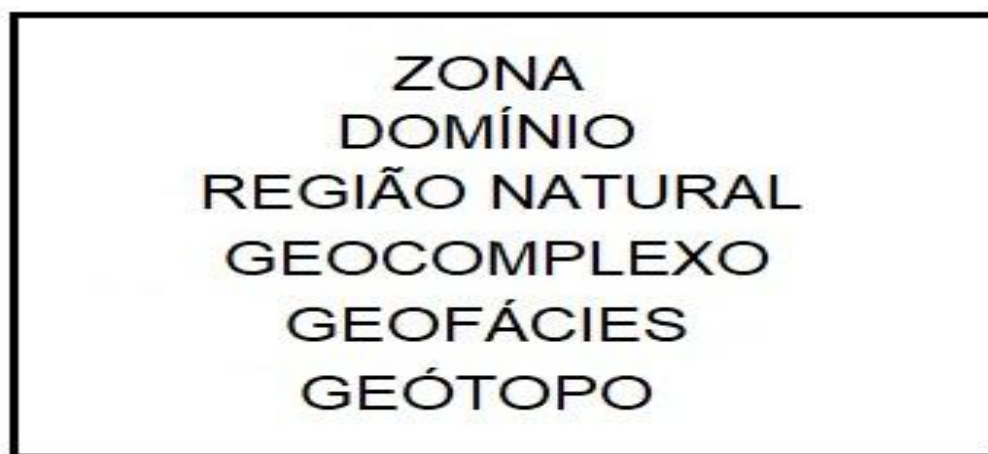
A abordagem de Bertrand distingue um pouco do geossistema de Sochava pelo fato de considerar o homem como componente, e sendo assim, um importante agente do geossistema. Tal presença “antrópica” na abordagem do colega russo, a presença da ação humana limita-se em ser apenas um fator influenciador / alterador sobre a dinâmica dos sistemas, mas não como um componente direto do sistema.

Bertrand estabelece uma classificação de paisagens que segue a seguinte lógica de hierarquia espacial descendente: Zona determinada pela zonalidade térmica do planeta (subártico, temperado, equatorial tórrido, tropical quente, etc). Domínio: categorizado como sendo as regiões dos grandes biomas do planeta (Tundra, Taiga, Floresta Temperada, Floresta Tropical Equatorial e Savana). Região Natural, e em menor escala: Geossistema, Geofácies e Geótopo (Bertrand et Bertrand, 2007 p.40). Porém, em 1978, Bertrand e Beroutchachvili produzem um artigo intitulado: Geossistema ou “Sistema Territorial Natural” ao qual, preocupados com a disparidade que suas pesquisas estavam tomando perante a perspectiva russa de classificação da paisagem, sob a liderança de cientistas como Sochava e Isachenko, afirmaram:

Em 1964-1965, nós havíamos definido o geossistema como uma unidade taxo-corológica, dentre outras: geotopo, geofácies, geossistema, região natural, domínio geográfico, zona. O geossistema representa um espaço natural dividido em geofácies. Esta definição taxonômica tem sido utilizada por outros autores, tanto em pesquisas fundamentais como em trabalhos de aplicação [...] Em um esforço de uniformização conceitual e de simplificação da linguagem, nós nos reunimos com o CIMA para uma definição mais lógica, como a de V. B. Sochava, que faz do geossistema, como do ecossistema, uma abstração e um conceito. (Bertrand & Beroutchachvili, 1978, p.168)

Esta reflexão conceitual faz Bertrand reorganizar seu sistema classificatório de paisagens, e, substitui a categoria hierárquica geossistema por “Geocomplexo”, passando assim, a considerar todas as escalas de paisagens como sendo geossistemas, por entenderem este conceito como uma teoria e não apenas uma escala territorial pré definida (Daves; Faccio, 2021). assim, a classificação de Bertrand atualizada seria: Zona, Domínio, Região Natural, Geocomplexo, Geofácies e Geótopo (Figura 4).

Figura 4 – Níveis de Escala proposto por Bertrand e Beroutchachvili (1978)



Fonte: Bertrand e Beroutchachvili (1978)

Todas as escalas passam, portanto, a serem consideradas como geossistemas dinâmicos e abertos. Quanto à evolução dinâmica da paisagem Bertrand enfatiza que o sistema de erosão de Cholley deveria ser estendido ao conjunto da paisagem (Bertrand, 2004) e dessa forma transcender a geomorfologia estrita. Segundo Bertrand, a morfogênese condiciona a dinâmica do geossistema e consequentemente, o sistema de evolução da paisagem. Os geossistemas podem apresentar sistemas de evolução diferentes. Estes sistemas de evolução podem ser de origem geomorfológica, pedológica ou biológica (Bertrand, 2004). Em sua obra intitulada - Uma Geografia Transversal e de Travessias (2007), Bertrand apresenta uma nova abordagem metodológica da paisagem, o Sistema GTP (Geossistema, Território e Paisagem). Proposto no ano de 1990, o sistema GTP, agrupa o geossistema-ambiente ao território- recurso e à paisagem-identidade.

Num esforço de Bertrand de abarcar a globalidade, a diversidade e a interatividade de todo o sistema ambiental (Bertrand & Bertrand, 2007, p. 72). O presente trabalho não contempla a metodologia do sistema GTP, tendo em visto que o autor procurou focar mais nos aspectos dos processos da organização natural dos geossistemas no PNCD.

Após breve apresentação dos enunciados teóricos dos autores supracitados que apresentam o geossistema como um modelo teórico da paisagem, faz-se necessário fazer indagações fundamentais para a o prosseguimento da pesquisa:

- É possível identificar e mapear geossistemas através do emprego do instrumental fornecido pelas geotecnologias?
- Qual das proposições teóricas de geossistemas mais se adequa a delimitação e mapeamento de geossistemas no recorte espacial do Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD) através das geotecnologias?

Estudos realizados com utilização de Sensoriamento Remoto e SIG no âmbito espacial da região Chapada Diamantina, têm demonstrado que é possível obter-se resultados positivos. Como por exemplo o artigo de Mattos et al. (2013) intitulado “O uso do Geoprocessamento como Instrumento de Análise Morfométrica da Microbacia do Rio Capivara, no Município de Lençóis - BA”, ao qual, abordou-se uma proposta de análise morfométrica com MDE, para mensurar a densidade, volume, drenagem e posição do Rio capivara na hierarquia fluvial local. Com dados do TOPODATA o autor realizou-se um mapeamento para obtenção de resultados, que apresentaram informações conclusivas, de que a bacia de estudo não possuía formato semelhante ao de uma circunferência, mas sim, alongada, o que possibilita maior dispersão de poluentes e não propensão a enchentes (Mattos et al., 2013, p.4560).

Com base no que foi exposto, o autor conclui que a partir do emprego dos meios oferecidos pelas geotecnologias, é possível realizar o objetivo proposto: mapear e delinear geossistemas no Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD) através das geotecnologias, notadamente, com base na classificação atualizada de Bertrand (Daves; Faccio, 2021) por ser bastante consagrada e aceita na comunidade científica, e pelo fato de que, apesar de haver, a nível de Brasil, uma

grande produção com base nos geossistemas de Sochava. A proposta teórico metodológica concebida por Bertrand preenche essa lacuna por apresentar-se em uníssono com o pensamento de Sochava que; o geossistema é um modelo científico de interpretação da paisagem e sua dinâmica (Neves; Sodré, 2021). Com base na reflexão exposta, a paisagem abordada no presente trabalho de delineamento e caracterização de geossistemas no Parque Nacional da Chapada Diamantina, ancorou-se no emprego do conceito de Geocomplexo ou Complexo Geográfico, que foi aplicada na Carta de potencial geoambiental (escala 1:50.000) da Bacia do Rio Utinga, elaborado pela Companhia de Desenvolvimento do Vale do Paraguaçu (Desenvale) em 1986 (Desenvale, 1986, p.16). Segundo Moura Oliveira (2008), complexo geográfico é o conjunto dinâmico de todos os fatores internos de um geossistema, e que podem ser do quarto ou quinto nível de grandeza na classificação de Georges Bertrand (Moura- Oliveira, 2008 p. 141).

2.3 GEOTECNOLOGIAS COMO SUBSÍDIO À ANÁLISE DE GEOSSISTEMAS

Segundo Florenzano (1986) entre os principais sistemas de classificação do terreno, o desenvolvido pela “Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) australiano (também conhecido como Land System) é amplamente utilizado para mapeamentos integrados da paisagem. Baseia-se segundo Florenzano (1986) no uso sistemático de aerofotogrametria e imagens orbitais. O Land System possui três níveis hierárquicos em escala crescente; Sítio, Unidade de Terra (Land Unit) e o Sistema de Terra (Land System). Para Ross (1995) o sistema (CSIRO) é um dos procedimentos metodológicos operacionais geradores de produtos cartográficos necessários para o estudo ambiental integrado. Segundo Ross (1995) o Land System contempla em seu nível hierárquico superior os padrões fisionômicos do terreno (Landscape Pattern) que, individualizados e cartografados, são uma referência básica para um início de pesquisa.

O emprego das geotecnologias possui uma grande gama de recursos de informações acerca da estrutura e dinâmica das paisagens, graças ao seu poder integrador inerente às técnicas de SIG e Sensoriamento Remoto. O presente trabalho resultou em um mapeamento de geossistemas utilizando-se critério hierárquico cartográfico do landsystem, que resultou numa carta em mesoescala de (1:500.000). Na perspectiva de geotecnologias, o Land System oferece grande

aplicabilidade e adaptação aos enunciados teóricos e notadamente, à classificação de geossistemas concebidos por Bertrand (2007). Os geossistemas do PARNA Chapada Diamantina foram delimitados, observando-se uma perspectiva escalar intermediária, o geocomplexo, de acordo com a mais recente classificação taxonômica de Bertrand (2007) equivale ao Land Unit, que agrega unidades ainda menores, os sítios.

2.4 POVOAMENTO DA CHAPADA DIAMANTINA

A ocupação da Região da Chapada Diamantina, no contexto do Brasil Colônia, remonta ao Século XVI, associado às entradas e bandeiras na Bahia, através do Alto curso do Rio São Francisco. Até meados do Séc. XVII, diversos povos originários habitavam a região (Payayás, Guerén, Cariris e Maracás) muitos destes, habitavam às margens do Rio Paraguaçu (Mar Grande em Tupi), com aldeamentos pontuais. Com a expansão agrícola decorrente da fragmentação das sesmarias em fazendas, intensificou-se o povoamento na região, inicialmente em torno dos núcleos urbanos de Jacobina e Rio de Contas (SENAC, 2014), principais centros da mineração do ciclo aurífero na Bahia. A mineração deu continuidade ao aumento do fluxo migratório, o que conseqüentemente contribuiu para o desenvolvimento do comércio regional.

Segundo Bandeira (2014), a área onde encontra-se atualmente o Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD), começou a ser povoada e explorada economicamente em meados do Século XIX, especificamente a partir de 1844. Segundo a narrativa tradicional, um minerador da Chapada Velha passando pela Serra do Sincorá, resolveu “lavar o cascalho” às margens de um tributário do Rio Paraguaçu, nas imediações do povoado de Santa Isabel do Paraguaçu, hoje atual cidade de Mucugê. A notícia da descoberta dos diamantes não tardou a atrair mais garimpeiros aventureiros de diversas regiões do país, com ênfase para fluxos de Goiás e Minas Gerais.

A descoberta de diamantes nas “Lavras Diamantinas”, como assim passou a ser denominada a área que abrangia a Serra do Sincorá, nos anos conseqüente, deu surgimento a diversas cidades: Santa Isabel do Paraguaçu (atual Mucugê), Andaraí, Lençóis e Palmeiras. Foram habitadas por mineradores provenientes do setor ocidental da Chapada Diamantina (Chapada Velha) que viram exaurir a exploração diamantífera nessa parte da região. Houve uma corrida sem precedentes

para as Lavras Diamantinas, despovoando-se não somente os antigos centros de mineração auríferos e diamantíferos da Bahia (Brotas de Macaúbas, Jacobina, Rio de Contas), mas também os de Minas Gerais (Bandeira, 2014).

As Lavras Diamantinas pertencia à Sesmaria da Chapada Diamantina, sob a tutela do Coronel Morgado de Antônio Guedes de Brito, e que, por meio de um processo de compra, passou a pertencer ao Coronel Reginaldo Landulfo da Rocha Medrado (SENAC, 2014). A lavra dos diamantes na Serra do Sincorá, a partir de 1844, estendeu-se até o ano de 1871. Com a redução da exploração de diamantes e a queda do preço do diamante na balança do mercado mundial devido à descoberta de jazidas de diamantes na África do Sul, houve um grande êxodo populacional para outras regiões do país.

A demanda estrangeira pela pedra do carbonato; um mineral muito requisitado na Europa e Estados Unidos para utilização em grandes brocas perfuradoras de túneis, contribuiu para o reerguimento econômico dos núcleos urbanos das Lavras Diamantinas.

A atividade mineradora na Chapada Diamantina também foi fortemente caracterizada por uma ordem sócio-territorial estratificada e segregacionista. sob o regime dos Coronéis que administravam a extração diamantífera, os garimpeiros eram muitas vezes, submetidos ao contrato social, semelhante ao sistema feudal. O garimpeiro que não possuísse terras (que em geral eram a grande maioria) tinha que pagar o quinto pelo uso da terra e mais 20% pelo uso da água, das ferramentas e pelo fornecimento semanal de alimentos (Bandeira, 2014).

Tal situação subalterna de relação de trabalho foi bem explicitada na obra “Cascalho” de Herberto Sales, e serviu de inspiração para o filme - Cascalho (2004), dirigido pelo cineasta baiano Tuna Espinheira. Essa relação de dominação coronelista, inevitavelmente fazia com que a grande maioria dos garimpeiros se tornassem devedores, devido a lavra semanal do diamante não ser suficiente para cobrir os custos com alimentação, com o quinto pelo uso da terra e uso das ferramentas.

Após um longo período de decadência de exploração diamantífera, a partir dos anos 80, começou a surgir a exploração de diamantes mecanizado por meio de dragas. Atividade que ficou concentrada principalmente nas cidades de Lençóis e Andaraí. Causaram sérios impactos ambientais, principalmente nos rios São José,

Santo Antônio e Paraguaçu, provocando assoreamento e degradação das vertentes adjacentes ao curso dos rios. Sob o Decreto Lei Nº 2.876 / 1989, foi instituída a proibição dessa atividade com utilização de dragas para a exploração de diamantes.

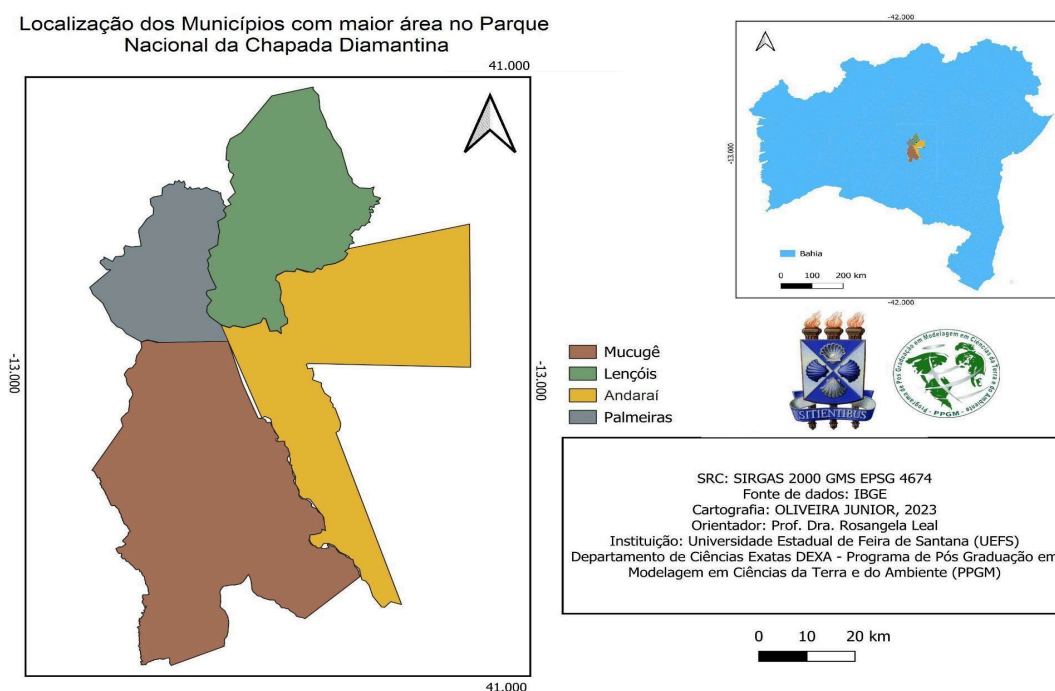
Após essa breve reflexão de natureza histórica, conclui-se que a região que conforma o que é hoje o Parque Nacional da Chapada Diamantina, sempre esteve submetida a atividades não sustentáveis, e que o surgimento de uma perspectiva de uso sustentável somente surgiu em meados da década de 90 do Séc. XX, com incentivos e estímulos Governo Estadual e Federal para implantação do turismo ecológico na região.

Uma dessas ações foi a criação do Hotel de Lençóis, com padrão internacional de qualidade, e melhoria das rodovias de acesso ao Parque (BA 142 e BR 242) e a construção do Aeroporto Internacional Horácio de Matos no Município de Lençóis. Atualmente, os municípios na área de abrangência do Parque Nacional da Chapada Diamantina PNCD, possuem uma relativa arrecadação de recursos proveniente da atividade do turismo porém, outros vetores econômico-produtivos devem ser pensados pelo Estado, visto que a atividade do turismo por si mesma, não foi capaz de tornar-se uma fonte distribuidora de renda para todos os segmentos da sociedade nos municípios com área no PNCD. Concluindo esta breve reflexão sobre o povoamento da Chapada Diamantina, embora a qualidade de vida tenha mudado significativamente, o quadro sócio-econômico dos municípios com área no parque (Andaraí, Lençóis, Mucugê, Palmeiras) demonstra que o turismo como atividade centralizadora, tem gerado uma maior concentração do que distribuição da renda (Santos, 2006 p. 115).

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Localizada no centro do Estado da Bahia entre as coordenadas 10°00' a 14°00' de Latitude Sul e 40° 30' a 43° 00' de Longitude Oeste (Figura 5), possui extensão aproximada de cem mil quilômetros quadrados (100.000 Km²) (Jesus, 1985 p.9). No contexto geográfico do estado, a região da Chapada Diamantina representa um divisor de bacias hidrográficas. À leste deste interflúvio localiza-se a bacia do Rio São Francisco e a oeste, a Bacia do Rio Paraguaçu, que tem suas nascentes entre as serras da região, especificamente, no Município de Barra da Estiva. As condições geográficas como clima, relevo e sua organização hidrográfica, possibilitam a existência de uma rica diversidade de paisagens naturais, onde sobre elas, desenvolvem-se diversificadas atividades econômicas ligadas principalmente à agricultura, à extração mineral, e mais recentemente ao turismo ecológico e de entretenimento. Segundo informações do IBGE, o nome “Chapada Diamantina” foi aplicado pela primeira vez na Resolução nº 124, de 9 de Julho de 1942, da Assembléia Geral do Conselho Nacional de Geografia, com a criação das “zonas fisiográficas” (Bandeira, 2014, p.9).

Figura 5 – Localização dos municípios com área no Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD)



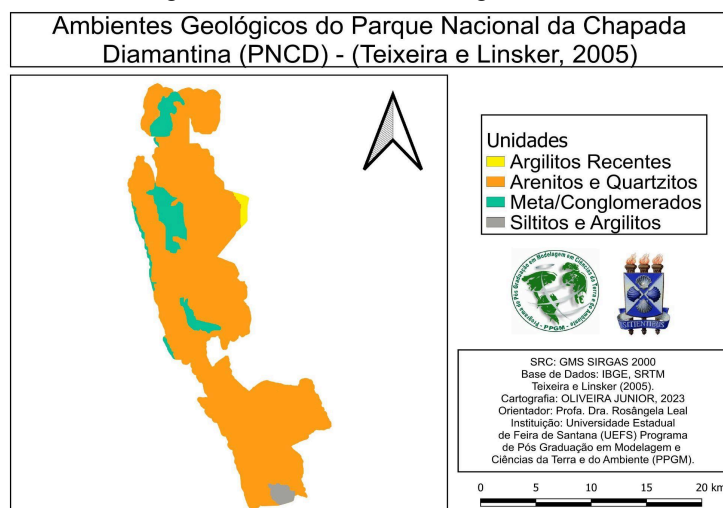
Fonte: O autor, 2024.

3.1 CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS

A Chapada Diamantina tratando-se de sua origem geológica, segundo Giudice e Souza (2009) é produto de uma inversão do relevo, que corresponde aos remanescentes de uma bacia sedimentar que se instalou no Cráton São Francisco há cerca de 1.8 bilhões de anos atrás. Segundo Jesus (1985 p. 57) do ponto de vista estrutural, a Chapada Diamantina apresenta três grandes feições. No centro norte, onde ocorrem rochas calcárias, constitui a bacia de Irecê. Na porção oriental, onde predomina rochas arenosas e argilas de metamorfismo moderado, as estruturas são representadas por dobramentos suaves, com grandes raios de curvatura. Na parte ocidental, a estruturação e as litologias são muito mais complexas, nesta última região, os fenômenos de metamorfismo e deformação ocorreram em níveis crustais mais profundos, que deram origem a falhamentos intensos com inúmeras manifestações magmáticas (Jesus, 1985). Segundo Teixeira e Linsker, (2005 p.24) a geologia da Chapada Diamantina pode ser resumida em dois grandes conjuntos:

a) O embasamento cristalino, composto de gnaisses e granitos, originado a bilhões de anos atrás. b) As rochas sedimentares - que preponderam a Chapada Diamantina. As formações sedimentares / metassedimentares (Figura 6), são mais jovens (em relação à Chapada Ocidental) na escala do tempo e apresentam-se em camadas empilhadas, resultante de eventos geológicos que alternavam-se entre antigos desertos, rios, deltas e ambientes marinhos (Teixeira; Linsker, 2005, p.24).

Figura 6 – Ambientes Geológicos do PNCD



Fonte: O autor, 2024

3.2 CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS

Estruturalmente, o relevo da Chapada Diamantina está associado ao Supergrupo do Espinhaço (Teixeira & Linsker, 2005). As rochas do Supergrupo Espinhaço depositaram-se inicialmente em camadas empilhadas umas sobre as outras e posteriormente foram dobradas, fragmentadas e erodidas adquirindo morfologia atual (Carvalho, 2010 p. 21).

Segundo Jesus (1985 p. 54), a Região da Chapada Diamantina possui uma forma predominantemente tabular, com altitudes médias superiores a 1.000 acima do nível do mar. Tendo no Pico do Barbado, o seu ponto culminante com 2033 metros acima do nível do mar. Referindo-se à gênese da vertente oriental (onde está localizado o PNCD), é resultado de uma tectônica de arqueamento e falhamentos generalizados. A tectônica brasileira, responsável pelo arqueamento e dobramento que, foi sucedido em eras geológicas posteriores, pelo entalhamento de seus vales que formam belas corredeiras, cachoeiras e cânions ao longo da Serra do Sincorá (Jesus, 1985, p.54). Esta evolução da dissecação por meio da erosão diferencial climática persiste até hoje, entalhando os vales da Serra do Sincorá, em uma rede de drenagem fluvial que se estabeleceu sobre linhas de fratura e baixos topográficos (Jesus, 1985, p.54).

3.3 CARACTERÍSTICAS PEDOLÓGICAS

Devido à sua diversidade litológica e de ambientes climáticos, a região da Chapada Diamantina possui uma grande variedade de solos segundo a classificação taxonômica da Embrapa de 1999. Essa diversidade ocorre tanto pelas características químicas, como também pela idade dos solos, e suas características físico estruturais. Três classes de solos sobressaem-se na Chapada Diamantina: os latossolos, os neossolos e os cambissolos, todos apresentando em maior ou menor grau, associação com outras classes de solos menos representativas espacialmente (Jesus, 1985 p.52). Segundo Braga et al (2005, p.135) o latossolo, o cambissolo e o neossolo possuem as seguintes características:

- Latossolos: Coloração vermelha, amarela ou alaranjada, bastante profundos,

com elevado teor de óxido de ferro e alumínio, pequena diferença entre horizontes que apresentam transição gradual, baixa fertilidade natural e bem estruturados fisicamente. São bem representativos do clima tropical úmido.

- Cambissolos e Neossolos: São solos pouco desenvolvidos. Os litossolos são delgados, sobre rocha consolidada, em rampas bastante inclinadas, ladeados muitas vezes de afloramentos de rocha, e inadequados para o cultivo agrícola devido sua estrutura física de pouca profundidade. Os cambissolos com características semelhantes aos neossolos podem também ser considerados como intermediários (Braga et al, 2005 p.135).

3.4 CARACTERÍSTICAS FITOLÓGICAS

Segundo Teixeira e Linsker (2005) a palavra adequada para descrever o painel fitogeográfico da cobertura vegetal do PNCD chama-se “heterogeneidade”. Segundo estes autores, a posição geográfica associada à condição altimétrica e inclinação das vertentes, contribui para a diversidade biológica do parque. As classes de cobertura e uso do solo predominante no PNCD segundo a última atualização do Projeto MapBiomias (coleção 8) são:

- Formação Vegetal não Florestada; representando a cobertura dos topos de chapadas que são predominantemente preenchidas por formações arbustivas e herbáceas.
- Floresta: representando as matas de galeria e ripária do sopé da vertente oriental da Serra do Sincorá e as matas de grotão de fundo de cânions do Sincorá.
- Corpos D’água: representando os rios e lagoas.
- Agropecuária: representando a agricultura itinerante de subsistência predominantemente praticada pela pequena propriedade de agricultura familiar.
- Áreas de pastagem: geralmente praticada em grandes propriedades

fundiárias.

A significância da Serra do Sincorá enquanto barreira orográfica, contribui significativamente para a organização fitogeográfica do Parque. Na vertente oriental do Sincorá (Face mais úmida), onde há maior ocorrência de precipitações, são encontrados indivíduos de espécies de biomas úmidos como por exemplo: o Ipê Roxo, o Pau D'arco e o Cedro D'água (Teixeira; Linsker, 2005). Na parte mais elevada da Serra do Sincorá e na vertente ocidental, caracterizam-se por uma fisionomia vegetal predominantemente de baixa estratificação vertical, principalmente nos ambientes denominados como “Campos Gerais”, onde podem ser encontrados indivíduos típicos de bioma de Cerrado em meio ao tapete herbáceo e de gramíneas, como as árvores de Muricis (*Byrsonima Verbascifolia*) e Palmeiras Anãs (*Allagoptera Syagrus*) por exemplo. Características geográficas tão particulares como as do PNCD a tornam um autêntico refúgio ecológico em meio à configuração fisiográfica de semi-aridez que predomina em boa parte do Estado da Bahia.

3.5 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

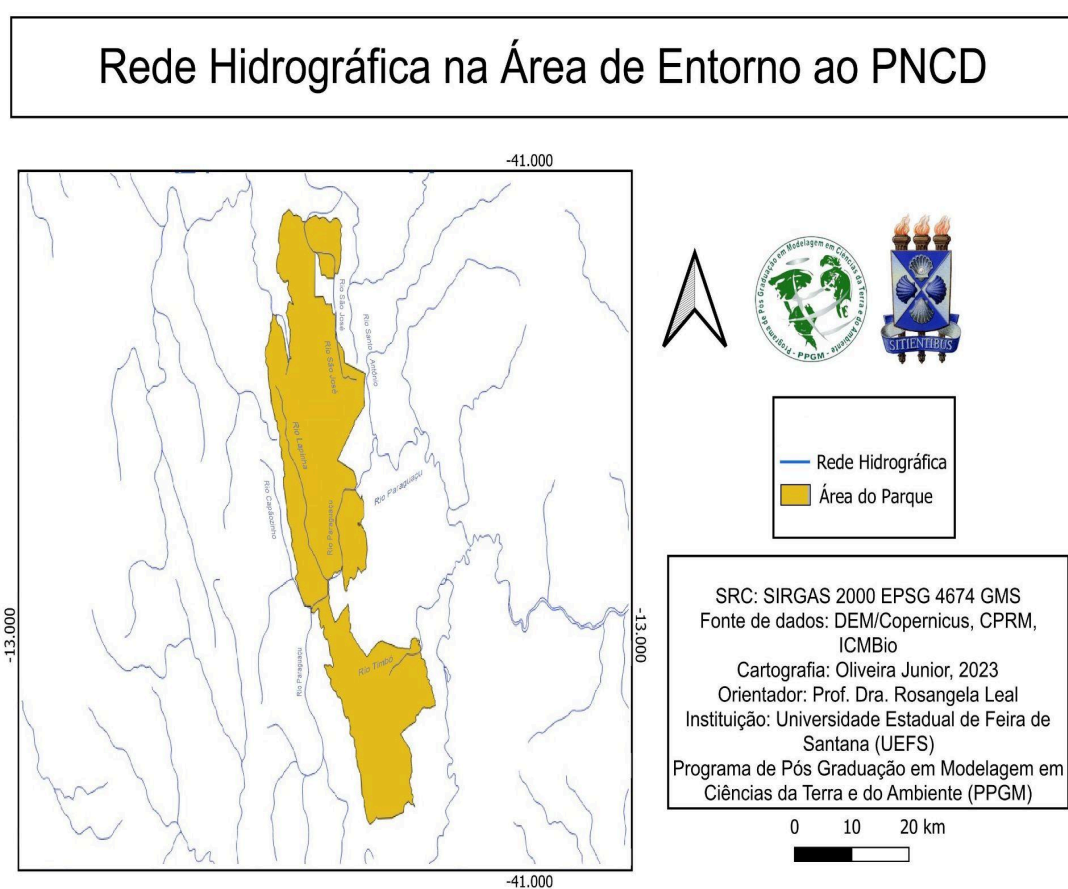
Inserido num contexto de predominante semi-aridez do Nordeste, o clima do Estado da Bahia distingue-se dos demais estados da região por estar situado na periferia de grandes centros de sistemas formadores de massas de ar (Jesus, 1985).

O sistema atmosférico mais presente na dinâmica atmosférica do estado são os ventos alísios de sudeste, que ao atingirem a Serra do Sincorá na Chapada Diamantina, forma um autêntico sistema orográfico no sentido leste-oeste, isto é, a vertente oriental configura-se em barlavento, recebendo as mais elevadas médias pluviométricas (isoietas superiores a 1.200 mm), enquanto que a vertente ocidental a sotavento, apresenta menor taxa pluviométrica (com isoietas inferiores a 800 mm) e menor umidade relativa do ar.

Além da interação do fator orográfico com os ventos alísios, outros sistemas atmosféricos como as frentes Frias; Ventos de Oeste; e as Frontais de ZCIT (Zona de Convergência Intertropical) contribuem para a formação da dinâmica atmosférica da Chapada Diamantina. Quanto ao regime de chuvas esta ocorre em maior frequência durante os meses de Novembro a Abril. Os meses mais secos situam-se

A Chapada Diamantina também é o berço de outros rios importantes como o Rio de Contas, com nascente no Município de Piatã (que como o Paraguaçu também desemboca no mar); o Rio Brumado e o Rio Jacuípe que possui sua nascente no Município de Morro do Chapéu.

Figura 8 – Malha Hidrográfica do PNCD



Fonte: O autor, 2024.

No contexto do Parque Nacional da Chapada Diamantina, diversos cursos fluviais perenes nascem na Serra do Sincorá a exemplo dos rios: Piabinha (Mucugê), Rio Baiano (Andaraí), Rio Mucugê (Mucugê), Ramalho (Andaraí), Ribeirão (Lençóis), Rio Preto (Mucugê), Garapa (Andaraí) capivara (Lençóis) e Roncador (Andaraí / Lençóis). Estes cursos são importantes tributários da bacia do Paraguaçu que em sua maioria, convergem suas águas para o “Mini Pantanal” dos Marimbus e em seguida confluem com o Rio Paraguaçu por meio do Rio Santo Antônio que permeia esta área. A vazão dos rios que nascem na Serra do Sincorá segue o regime anual de chuvas, sendo por isso mesmo, nos meses de agosto a outubro, os períodos de menor vazão.

3.7 USO E COBERTURA NO PNCD E O PROJETO MAPBIOMAS

Passando a ter destaque em meados do ano de 2015, o Projeto MapBiomias é uma rede colaborativa entre universidades, ONG's, Empresas de Tecnologia, Startups e governos, que tem como objetivo central fornecer informações anuais sobre o Uso e cobertura da Terra no Brasil e em outros países parceiros como Indonésia, Colômbia e Venezuela.

No caso do Uso e Cobertura no Brasil de carta ao milionésimo, o monitoramento do Uso e Cobertura é realizado através do mosaico de imagens da série Landsat, e classificados de forma automatizada através da ferramenta Google Earth Engine, principalmente para a prevenção de queimadas através do mapeamento ostensivo do MapBiomias Alerta, que tem como objetivo, servir de ferramenta de apoio ao combate de grandes queimadas que ocorrem notadamente em biomas como o Amazônico e o Cerrado.

No que se refere ao PNCD, as informações do MapBiomias da coleção 8, mesmo sendo na escala ao milionésimo, apresenta boa correlação com as pesquisas e verificações de campo, as informações da legenda que abrange a área do PNCD como foi descrita anteriormente: Floresta, Formação Vegetal não Florestada, Corpos D'água e Agropecuária.

Levando-se em consideração, obviamente, que pode haver subclasses dentro dessas classes maiores identificadas nas Figuras 9, 10 e 11.

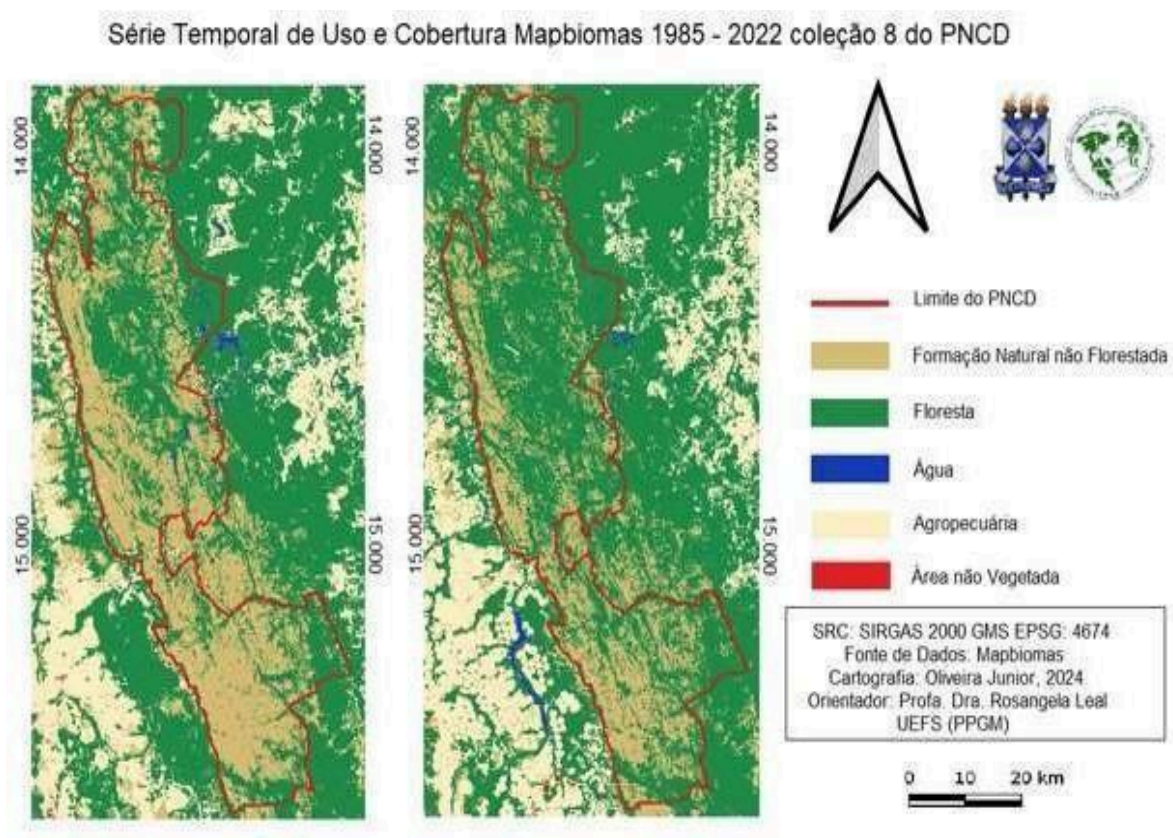
Figura 9 – Uso e Cobertura da Coleção 8 (MapBiomas) na área do PNCD



Fonte: O autor, 2024.

Outro recurso muito relevante para as análises ambientais do parque, é a série temporal de uso e cobertura oferecida pelo Projeto MapBiomas, que estende-se em termos de uso e cobertura de todo o território nacional em carta ao milionésimo, a partir do ano de 1985 até o ano de 2022 (Figura 10). Comparando-se a mudança de uso e cobertura entre o intervalo temporal 1985-2022, nota-se que a classe denominada Floresta anteriormente concentrada na área core do Vale do Pati, expandiu-se significativamente para demais áreas no PNCD, principalmente em direção ao sul do parque na direção da Cidade de Mucugê. Notadamente nota-se, à sudoeste do Parque, uma represa “Barragem do Apertado” utilizada para projeto de agricultura comercial irrigada em grande escala, e que tem causado preocupação entre a comunidade local e grupos ambientalistas, com a dinâmica e vazão do Rio Paraguaçu, principal rio da bacia de nome homônimo.

Figura 10 – Coleção MapBiomas recorte temporal 1985 - 2022



Fonte: O autor, 2024.

Ainda no âmbito da discussão dos aspectos físicos geográficos do parque, por meio deste mapa de NDVI (sigla em inglês - Normalized Difference Vegetation Index) Índice de Vegetação por Diferença Normalizada do PNCD (Figura 11), pode-se apreender com objetividade, a grande influência que a distribuição da pluviosidade por efeito orográfico possui sobre a distribuição da cobertura vegetal do parque. O índice aponta para uma maior produção de clorofila na porção leste do PNCD, precisamente onde estão situados a Planície Inundável do Marimbus e os grandes rios de vale São José e Santo Antônio.

Figura 11 – Índice de Vegetação da Diferença Normalizada no PNCD

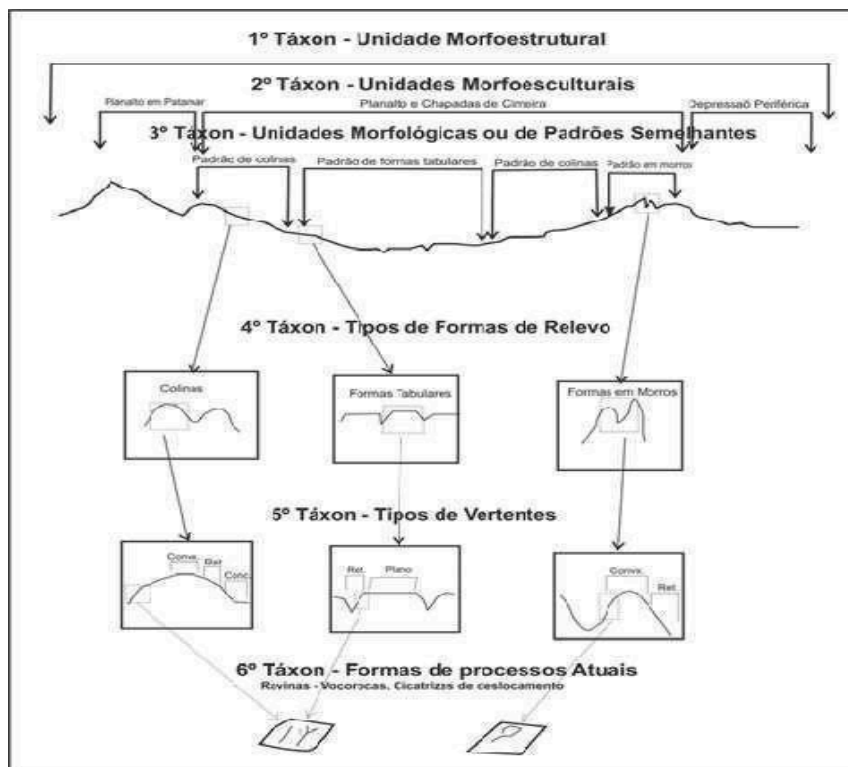


Fonte: O autor, 2024.

4. AS UNIDADES DE RELEVO NO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DIAMANTINA

Para Jean Tricart (1977) analisar geomorfologia é, primeiramente, uma questão de escala. Isto é, a morfologia varia conforme verifica-se a extensão da ação de um tempo geológico numa determinada superfície regional. Ross (1992) adaptou o sistema taxonômico de Cailleux e Tricart para a criação de um sistema taxonômico do relevo brasileiro, ao qual criou-se seis níveis de táxons (Figura 12). O primeiro táxon se refere à morfoestrutura, aos padrões apresentados pela gênese geológica. O segundo táxon, a morfoescultura é caracterizada pela influência direta da ação climática pretérita e presente. O terceiro táxon é representado pelas Unidades de Padrões de Formas Semelhantes, onde podem ser verificados os processos morfoclimáticos mais recentes (Ross, 1992). Os demais táxons (4,5 e 6) da classificação são identificados pela rugosidade e nível de dissecação. Para a realização da carta de unidades de relevo do PNCD, foi utilizado o 5 táxon como parâmetro de identificação, e que apresentou-se bem adaptada à escala de representação cartográfica do PNCD: 1:500.000.

Figura 12 – Sistema Taxonômico de Jurandyr Ross



Fonte: Ross, 1992.

4.1 GARGANTAS E VALES

Esta unidade de relevo é caracterizada por apresentar feições derivadas da erosão diferencial (Jesus ,1985). O lineamento dos pontos de fratura e direção de declividade, possibilitaram o surgimento de talvegues entalhados em profundidade sobre rochas predominantemente de metarenitos e metaconglomerados de idade paleozóica. O trabalho de entalhamento resultou no surgimento de paredões, como os que são encontrados na trilha para a cachoeira do Sossego em Lençóis-BA (Figura 13).

Figura 13 – Leito pedregoso do Rio Ribeirão, com paredões de metarenito recobertos por vegetação herbácea e arbustiva: trilha “Cachoeira do Sossego”, Lençóis – Bahia.



Fonte: O autor, 2023.

Em trechos da Serra do Sincorá, onde as rochas oferecem menos resistência e onde a inclinação no terreno era menor, permitiu o surgimento de vales abertos em com fluxo fluvial menos turbulento, a exemplo do local conhecido como trilha do Ribeirão de Baixo em Lençóis (Figura 14).

Figura 14 – Trilha do “Ribeirão de Baixo”: Rio Ribeirão com mata ripária ao fundo, Lençóis – Bahia.



Fonte: Diamantina Mountains, in Google imagens 2023.

A rede hidrográfica proporcionada pelas feições estruturais em gargantas e vales da Serra do Sincorá, deu surgimento a um padrão de drenagem hidrográfica do tipo retangular.

4.2 PLANÍCIE INUNDÁVEL

Esta unidade de relevo cuja estrutura abriga o Pantanal dos Marimbus (Figura 15) encontra-se encaixado numa depressão geológica de litologia argilítica e siltítica. Segundo Teixeira e Linsker (2006), esta unidade de relevo surgiu através da pressão dos fenômenos de dobramentos do ciclo brasileiro, que exerceram pressão sobre o sinclinal à leste da Serra. Sincorá. A área que denomina-se como “Mini” Pantanal dos Marimbus apresenta feições diversas como: Bancos arenosos, terraços fluviais, meandros, meandros abandonados, lagoas marginais, confluência de rios e campos submersos. A Planície Inundável do Marimbus é do tipo perene e capta águas vindas dos rios que “descem” a vertente oriental da Serra do Sincorá”.

Figura 15 – Planície Inundável do Marimbus, envolta à vegetação úmida e hidrófita, com a Serra do Sincorá ao fundo, Lençóis - Bahia.



Fonte: marimbus.com.br, 2023.

Planície Inundável dos Marimbus, desempenha uma importante função geodinâmica no contexto de conjunto do PNCD, ao reter parte de sedimentos arenosos proveniente como carga transportável, dos rios perenes da Serra do Sincorá. Dessa forma, a Planície Inundável desempenha uma ação equilibradora entre a carga de sedimentos que chega da Serra do Sincorá” e o alto curso do Rio Paraguaçu, principal rio da Bacia Hidrográfica do Paraguaçu, nas imediações do Município de Andaraí-BA.

4.3 TÁLUS E PEDIMENTOS

Esta unidade tem maior presença na base da vertente oriental da Serra do Sincorá, e parte considerável dessa unidade é ocupada pelo sítio urbano das cidades de Andaraí e Lençóis, e consiste em uma estrutura geológica de metarenitos e metaconglomerados de idade paleozóica, sob os quais, evoluíram neossolos litólicos e cambissolos (Jesus, 1985). Geralmente, esses solos

caracterizam-se por apresentarem uma boa drenagem e grande limitação à atividade agrícola de escala, devido limitações de fertilidade química.

A inclinação dessas feições de vertente, não ultrapassam os 40° graus e, em muitos pontos próximos às margens dos rios que “descem” a Serra do Sincorá, podem ser facilmente encontrados conglomerados inconsolidados, onde os antigos garimpeiros de outrora encontravam os diamantes e os denominavam de “piçarra” (Figura 16).

Figura 16 – Conglomerados Inconsolidados “Piçarras”, Lençóis –BA



Fonte: O autor, 2023.

Estas “piçarras” foram intensamente removidas pela atividade mineradora tradicional, e deixou marcas acentuadas nessa unidade de relevo no parque, e que hoje em dia, boa parte encontra-se encoberta pela atual cobertura vegetal através do processo de sucessão ecológica pós garimpo.

4.4 TOPOS E ENCOSTAS

Esta Unidade de relevo caracteriza-se por apresentar uma média altimétrica de 800 metros acima do nível do mar. Geralmente, seus topos e vertentes de cimeira são recobertos por neossolos litólicos, resultante da ação intempérica sobre rochas metassedimentares. A inclinação de suas encostas pode ser caracterizada como inclinada a fortemente inclinada (Figura 17).

Figura 17 – Encosta metassedimentar, recoberta por mata de encosta com o leito rochoso do Rio Ribeirão ao fundo: Serra do Sincorá, Lençóis - Bahia.



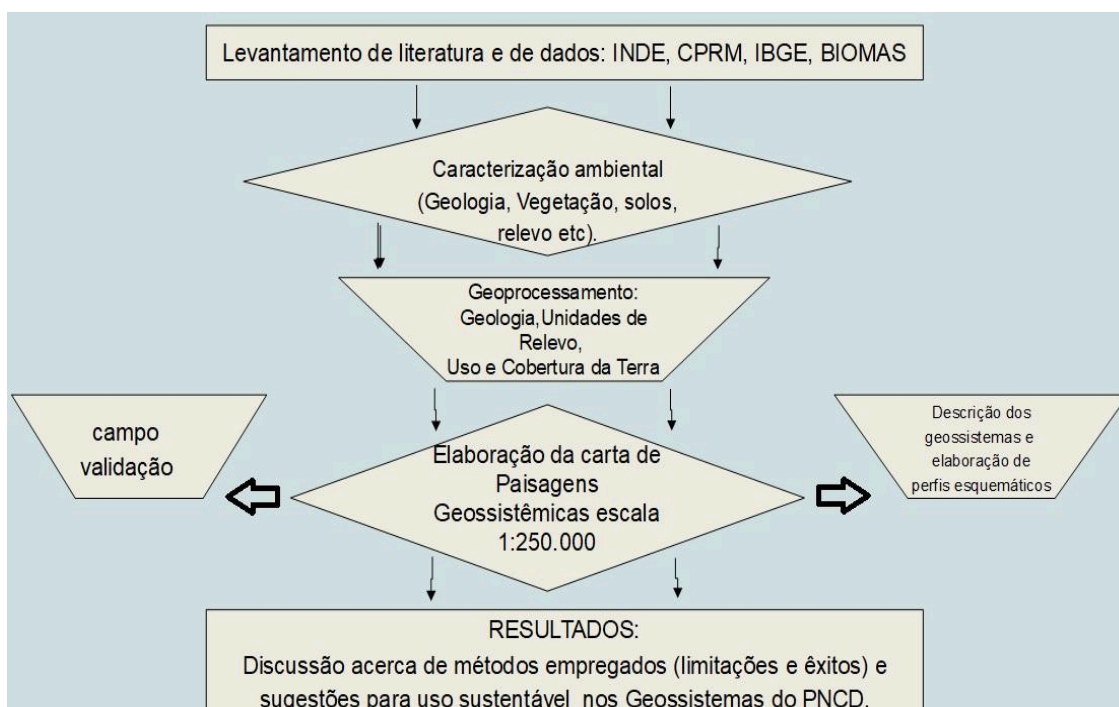
Fonte: O Autor, 2023.

Muitas das vertentes de morros no interior da Serra do Sincorá apresentam camadas geológicas expostas e desprovidas de solo ou outro tipo de mineral inconsolidado (regolito, saprolito). Em certos pontos de algumas dessas vertentes expostas, podem ser encontrados, empilhamento de matacões e grandes blocos de rocha, principalmente se o terreno for de embasamento geológico de metaconglomerado. Esta unidade de relevo, observando-a no conjunto da área do PNCD, apresenta-se ao longo da Serra do Sincorá, em forma de interflúvios, variada em altimetria e nível de declividade. Foi possível observar através de MDE, que o nível de declividade encontra-se mais acentuada nas vertentes internas da Serra, enquanto que, nas vertentes da borda oriental apresentam-se com inclinação mais suavizadas e escalonadas.

5. METODOLOGIA

O trabalho pode ser sintetizado segundo o fluxograma metodológico apresentado na (Figura 18):

Figura 18 – Fluxograma Metodológico



Fonte: O autor, 2024.

O trabalho foi realizado em duas etapas interligadas: Geoprocessamento e Etapa de campo.

5.1 GEOPROCESSAMENTO

- Levantamento de Dados Iniciais:

Inicialmente buscou-se realizar um levantamento de dados ambientais de SIG. Este levantamento visou compreender a estrutura ambiental da área, bem como seu histórico de ocupação e uso da terra. Além disso, foram coletados dados ambientais relevantes, incluindo informações geológicas, de solos, características geomorfológicas, vegetação e clima da área do parque.

Esses dados foram essenciais para a composição de Sistemas de

Informação Geográfica (SIG), sensoriamento remoto orbital e cartas digitais temáticas.

- Ferramentas e Dados Utilizados:

Para a fase de geoprocessamento, utilizou-se o software QGIS 3.30 como plataforma principal. Os dados de imagem orbital foram provenientes do satélite CBERS 4A com uma resolução espacial de 30m (ano 2023), disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Além disso, foram utilizados arquivos shapefile de Ambientes Litológicos em escala 1:250.000 fornecidos pelo Portal de Mapas do IBGE, e um recorte espacial da área de interesse da Coleção 8 de Uso e Cobertura da Terra da Plataforma MapBiomas (Quadro 2).

Quadro 2 – Levantamento dos materiais

LEVANTAMENTO DOS MATERIAIS DE SIG E SR UTILIZADOS		
CONTEÚDO DO ARQUIVO	TIPO DE DADO	FONTE
IMAGEM DE SATÉLITE CBERS 4A - ÓRBITA PONTO 199 CENA 129 1 SEG DE ARCO RESOLUÇÃO ESPACIAL DE 30 M. OBTIDO EM 23 DE JULHO DE 2023	TIFF Resolução espacial - 30 m	INPE
RECORTE DA ÁREA ENVOLVENTE DO PNCD DE USO E COBERTURA DA COLEÇÃO 8	TIFF Resolução espacial - 30 m	MAPBIOMAS
MAPA DE AMBIENTES LITOLÓGICOS, ESCALA 1: 250.000	SHAPEFILE	IBGE
POLIGONAL (MÁSCARA) DA ÁREA DO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DIAMANTINA	SHAPEFILE Tamanho - 55 KB	ICMBIO
MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO (MDE)	TIFF Resolução espacial - 30 m	COPERNICUS

Fonte: O autor, 2024.

- Mapeamentos Preliminares e Processo de Síntese:

Para a efetivação do mapeamento de síntese dos geossistemas do PNCD, foram elaborados e organizados mapeamentos preliminares, incluindo:

- Ambientes Litológicos com suas classes correspondentes (IBGE, 2023).
- Unidades Geomorfológicas, vetorizados pelo autor.
- Uso e Cobertura da Terra (MapBiomas Coleção 8).

- Detalhamento das Etapas de Geoprocessamento:

- Mapa de Ambientes Litológicos;

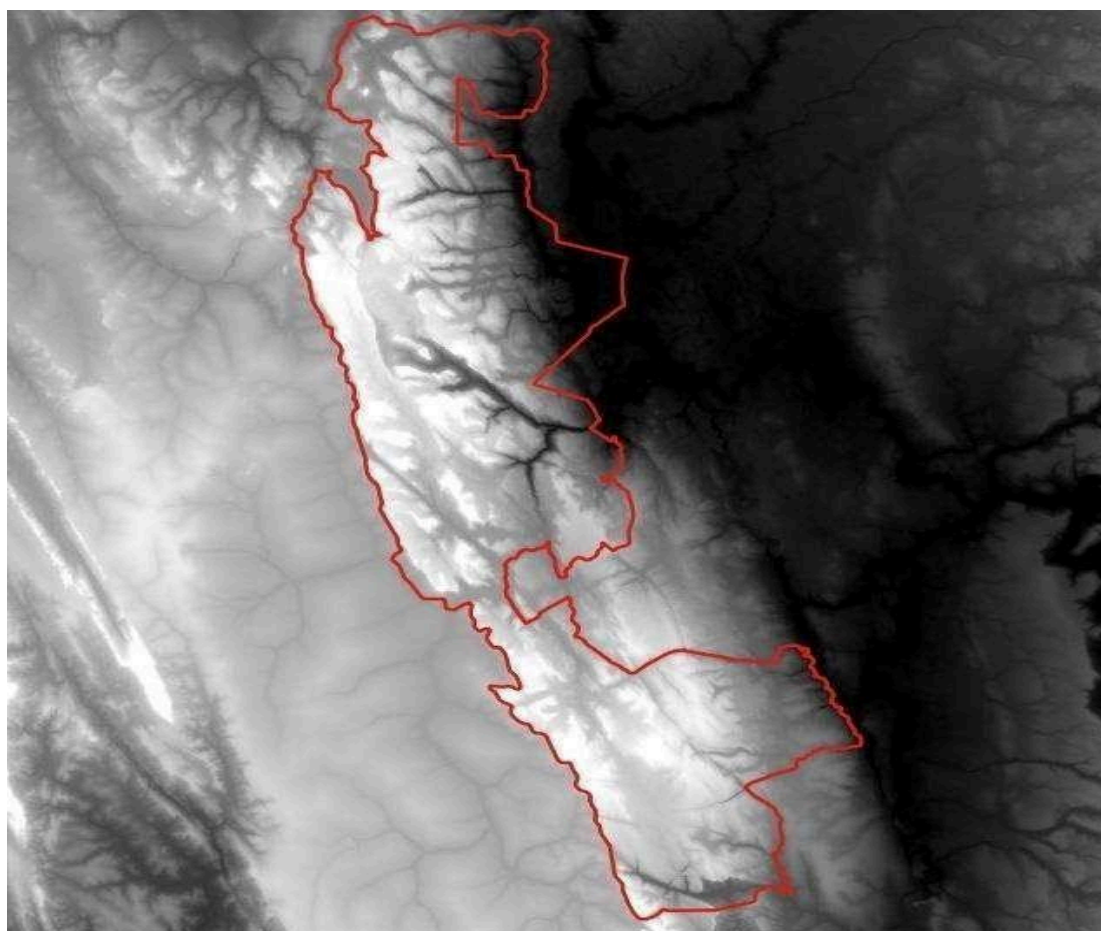
Foi realizado o recorte da "máscara" em formato shapefile utilizando ferramentas do QGIS, delimitando os limites da área do PNCD. Foram definidas quatro classes principais de litologia: Argilitos recentes, Arenitos e Quartzitos, Metaconglomerados, e Siltitos e Argilitos. Posteriormente, o mapeamento das Unidades Litológicas foi convertido para formato raster.

- Carta de Unidades Geomorfológicas:

Utilizando produtos derivados do Modelo Digital de Elevação (MDE) (Figura 19); como carta de declividade (Figura 20); aspecto (Figura 21) e rugosidade (Figura 22), foi realizada a interpretação do contexto geomorfológico da área.

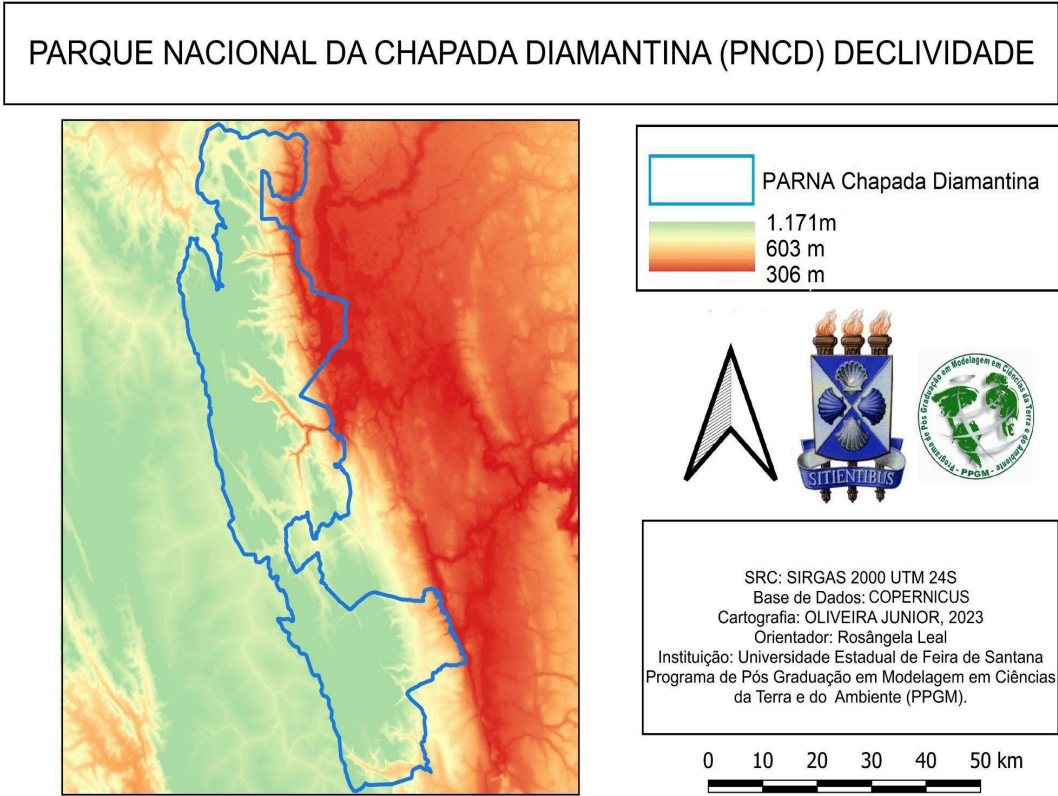
Esse processo permitiu a vetorização manual das unidades geomorfológicas (Figura 23) no QGIS, utilizando como base imagens de satélite da cena 199 do CBERS 4A.

Figura 19 – Modelo Digital de Elevação



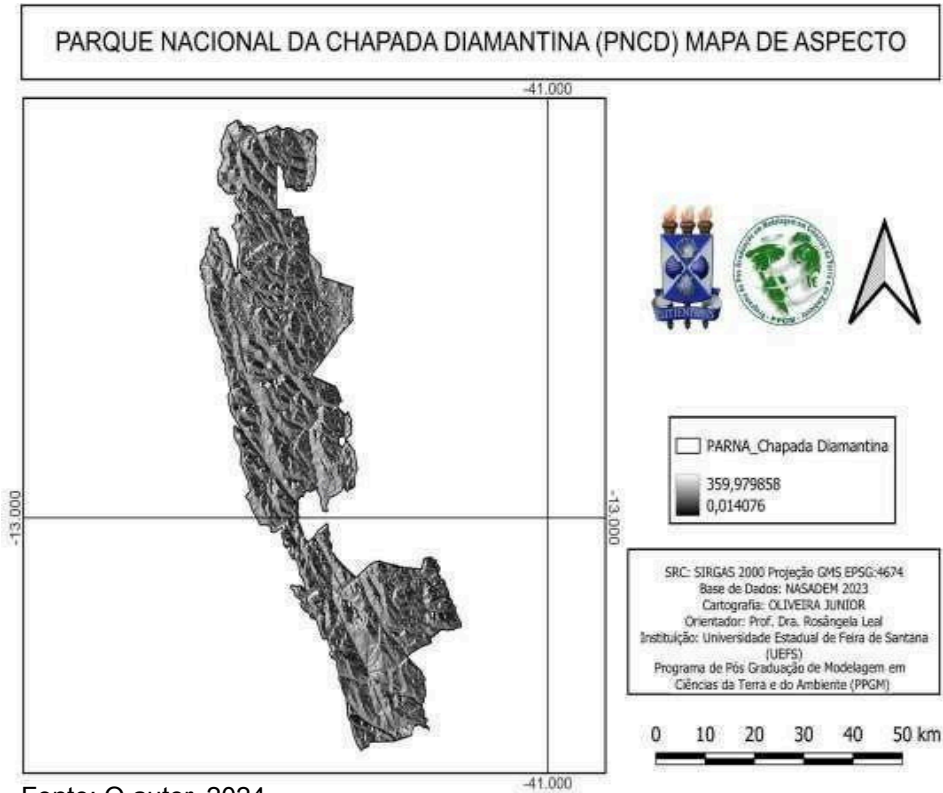
Fonte: Copernicus DEM, 2024.

Figura 20 – Carta de Declividade do PNCD



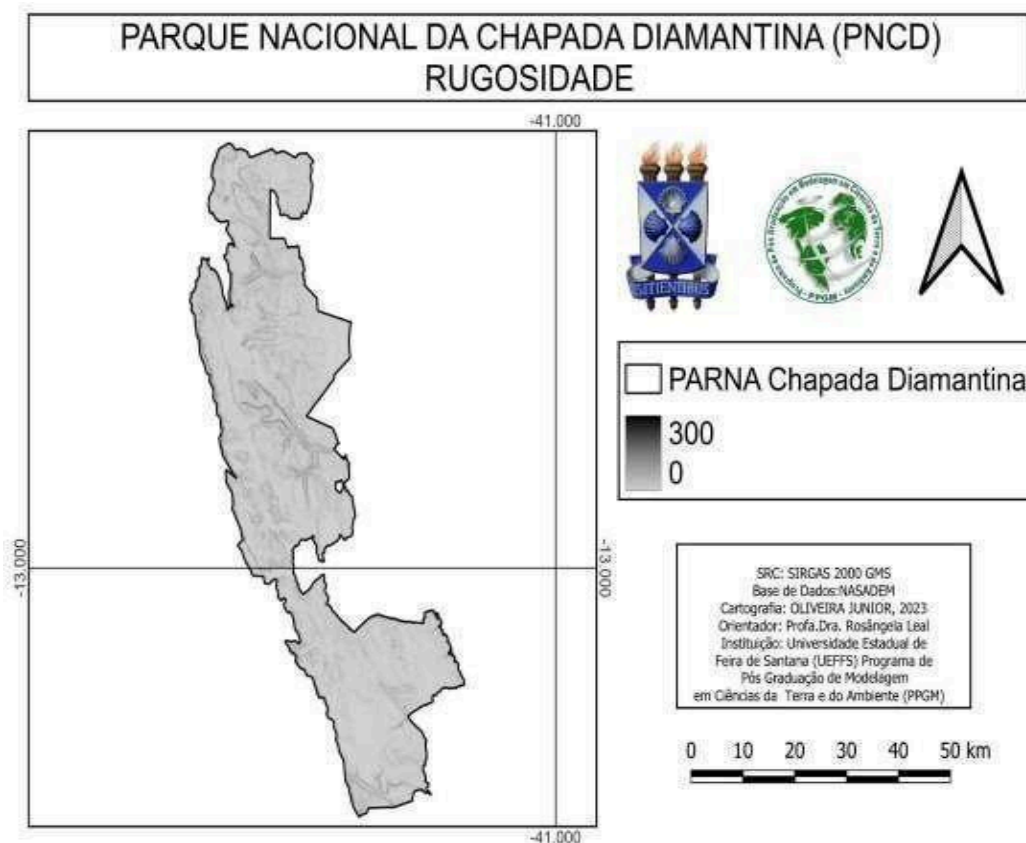
Fonte: O autor, 2024.

Figura 21 – Carta de Aspecto do PNCD



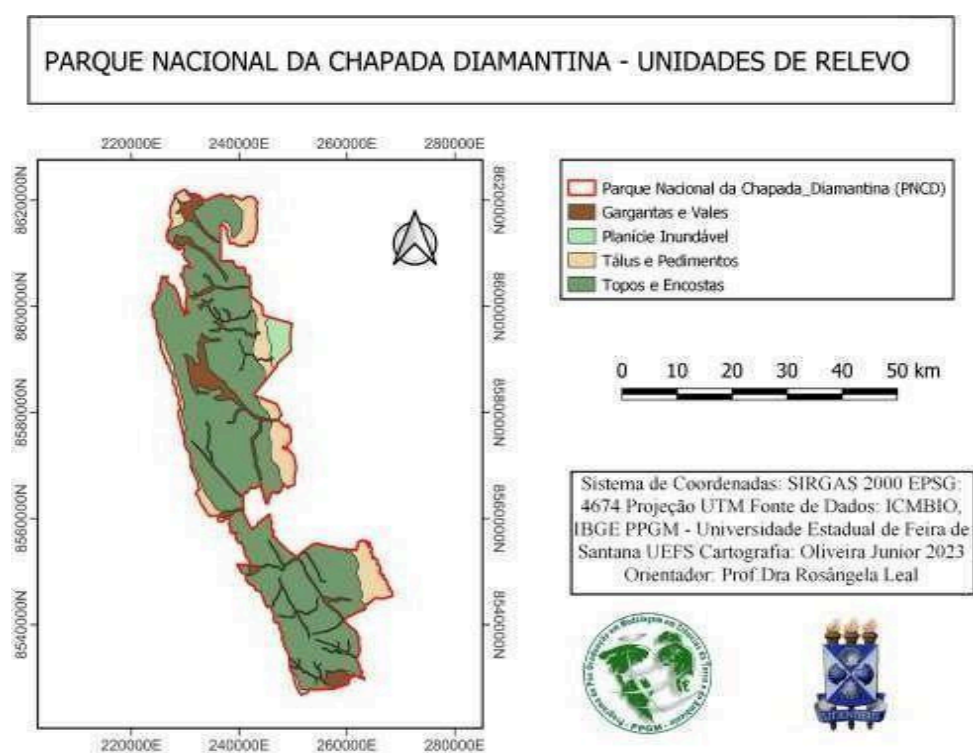
Fonte: O autor, 2024.

Figura 22 – Carta de Rugosidade do PNCD



Fonte: O autor, 2024.

Figura 23 – Carta de Unidades de Relevo do PNCD



Fonte: O Autor, 2024.

- Integração de Dados:

A "máscara" do PNCD foi recortada em formato shapefile do retângulo envolvente de uso e cobertura da terra da coleção 8 do MapBiomas. Em seguida, realizou-se álgebra de mapas (CÂMARA, 2001, p.81) integrando as seguintes informações: Unidades de Relevo, Unidades Geológicas (IBGE 2023), e Uso e Cobertura da Terra (MapBiomas Coleção 8). Esse processo permitiu a síntese das Unidades Geossistêmicas de quarta e quinta ordem conforme a classificação de Bertrand (2007), denominadas Complexos Geográficos.

Para verificação da vulnerabilidade ambiental no Parque Nacional da Chapada Diamantina (Figura 24) em ambiente SIG empregou-se o método de álgebra de mapas, que consiste em uma análise de variáveis ao qual, são cruzados os planos de informação temáticos (PI'S) segundo (Crepani, 2001 p.22).

A classificação da vulnerabilidade foi atribuída a cinco classes de vulnerabilidade: Muito baixa, baixa, média, alta e muito alta. Para a realização do geoprocessamento em álgebra de mapas, foi criado um banco de dados com os seguintes dados: Modelo Digital de Elevação (NASADEM) com recorte da área de interesse (Parque Nacional da Chapada Diamantina), Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), dados pluviométricos em formato raster de 2020 (WolrdClim) e Plano de Informação de Ambientes Litológicos disponível no portal de mapas do IBGE. Após a rasterização do PI ambientes litológicos, este foi selecionado com os PI's citados, por meio da ferramenta calculadora raster, por meio de operação de soma, do software de SIG Qgis 3.30, e que resultou na carta de vulnerabilidade ecodinâmica do PNCD.

Figura 24 – Fluxograma metodológico (vulnerabilidade)



Fonte: O autor, 2024.

5.2 ATIVIDADE DE CAMPO

A segunda etapa metodológica consistiu em uma extensa pesquisa de campo na área do PNCD. Este trabalho *in loco* envolveu:

- Estudo detalhado das áreas mapeadas.
- Utilização de registros fotográficos e imagens do Google Earth para validar as classes obtidas durante o geoprocessamento.
- Registro e anotação de fenômenos e processos ambientais empiricamente verificáveis.

A metodologia adotada proporcionou uma abordagem robusta para o estudo dos geossistemas da Chapada Diamantina e do PNCD, integrando técnicas avançadas de geoprocessamento com validação de campo.

5.3 CONCLUSÕES METODOLÓGICAS

Essa abordagem não apenas permitiu a criação de mapas detalhados e precisos, mas também facilitou a compreensão da dinâmica ambiental e geomorfológica da região estudada.

Após etapa laboratorial foi realizado visitas de campo aos geossistemas mapeados para avaliação da classificação, e realização de descritiva, com inventário síntese de todos os geossistemas identificados, inclusive apresentação de

perfis esquemáticos para identificação de relações entre as variáveis (formação geológica, solos, malha hidrográfica, cobertura vegetal. E considerações reflexivas sobre impactos causados por alterações encontradas na geodinâmica, decorrente de presença antrópica.

A pesquisa realizada demonstrou a eficácia das geotecnologias na caracterização e mapeamento dos geossistemas do Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD), contribuindo significativamente para a compreensão da complexidade ambiental dessa área. A identificação de cinco geossistemas em escala analítica de 1:250.000, com base na análise integrada de dados de sensoriamento remoto, modelos digitais de elevação e dados vetoriais, revelou a heterogeneidade da paisagem e a importância de considerar a abordagem geossistêmica para a gestão ambiental do parque.

A combinação de técnicas de geoprocessamento e trabalhos de campo permitiu uma avaliação detalhada dos geossistemas mapeados, possibilitando a identificação de relações entre os diferentes componentes da paisagem, como geologia, solos, relevo, hidrografia e cobertura vegetal. A análise dos impactos antrópicos sobre a geodinâmica dos geossistemas evidenciou a necessidade de ações de manejo sustentável para a conservação da biodiversidade e dos recursos naturais do PNCD.

A presente pesquisa demonstra o potencial das geotecnologias como ferramenta fundamental para o estudo e a gestão de áreas naturais protegidas. A aplicação da abordagem geossistêmica ao PNCD permitiu uma visão integrada e holística da paisagem, contribuindo para o desenvolvimento de estratégias mais eficazes para a conservação desse importante patrimônio natural.

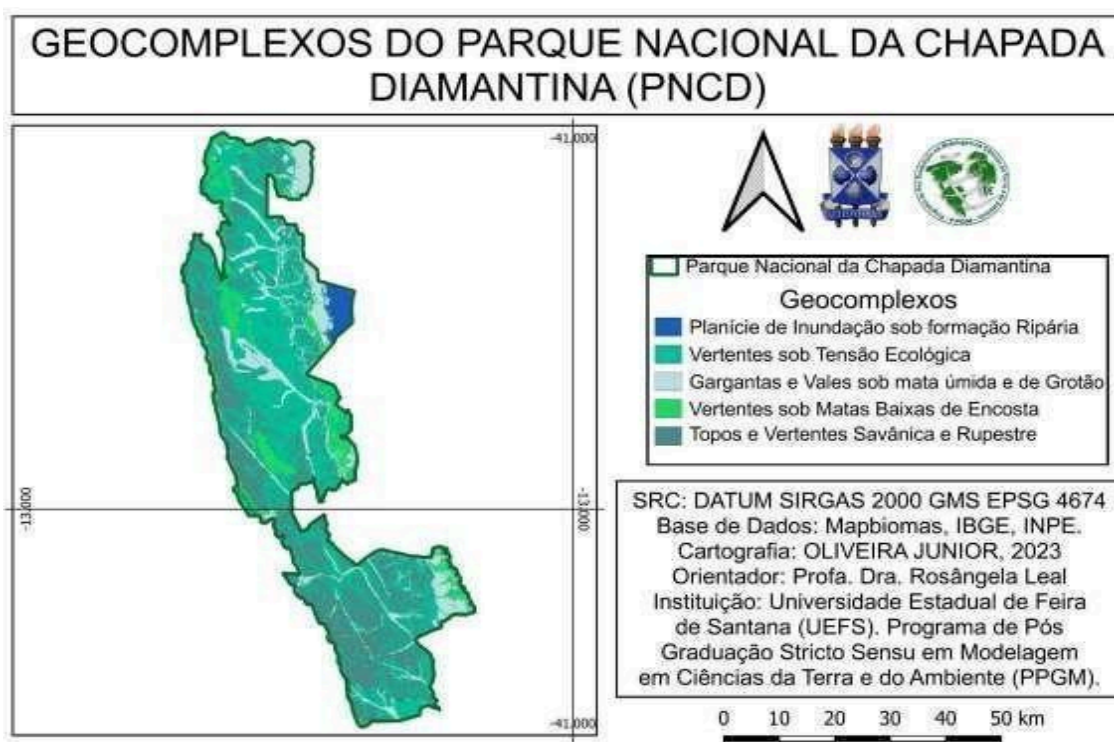
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO:

6.1 Geossistemas do PNCD

Descrição técnica dos geossistemas (Complexos Geográficos) no PNCD: Dentro dos critérios físico-dinâmicos, que há entre os elementos naturais (Ross, 1992 apud Amorim; Oliveira 2008), a topografia destaca-se por ser um fator chave (Hengl; Macmillan, 2009 apud Vianna, 2015). Sob a concepção dos Geossistemas o trabalho apresentou cinco unidades geossistêmicas, nas quais algumas destas, apresentaram-se bastante condicionadas pela drenagem e topografia variável. Constatou-se que cada Unidade geossistêmica tem sua própria dinâmica funcional, cada uma com seu nível de intensidade em relação à declividade, drenagem superficial e estado de cobertura vegetal.

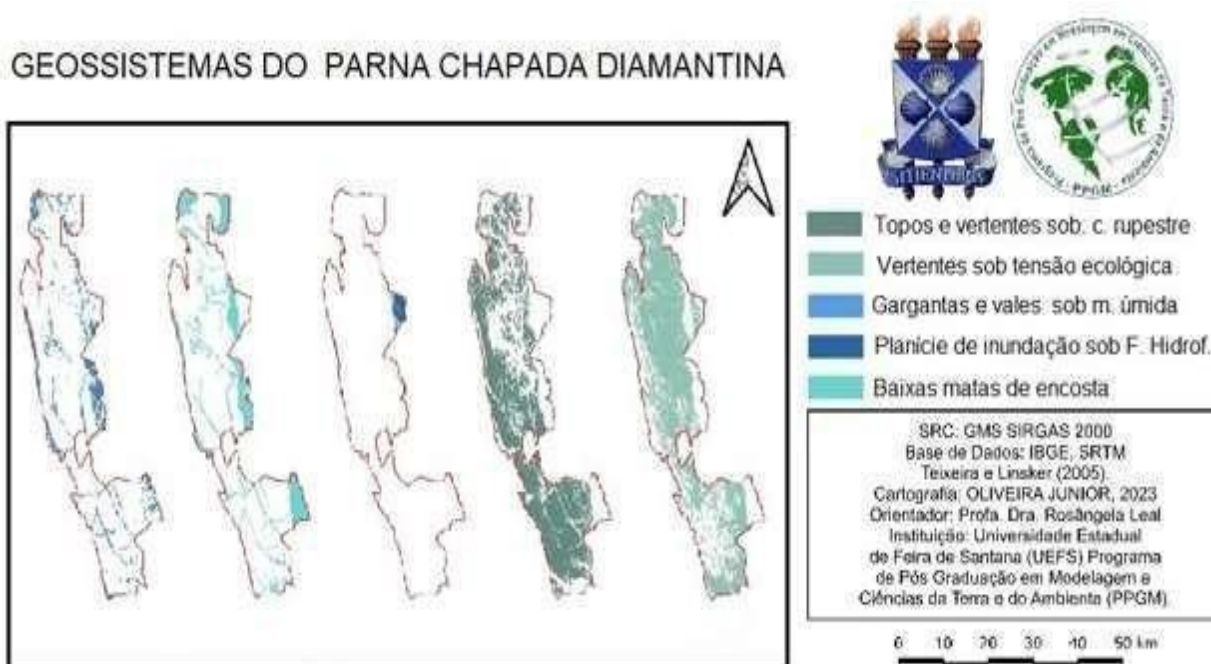
O mapeamento permitiu a identificação dos seguintes complexos geográficos (geossistemas): Planície de Inundação sob Cobertura Úmida e Hidrófita; Baixas Matas de Encosta; Topos e Vertentes sob Cobertura Rupestre / Savânica; Vertentes sob Tensão Ecológica; Gargantas e Vales sob Mata Úmida e de Grotão. Cada geocomplexo neste trabalho é descrito em sua evolução estrutural e dinâmica. Os citados geocomplexos podem ser verificados nas figuras 25 e 26.

Figura 25 – Complexos Geográficos do PNCD



Fonte: O autor, 2024.

Figura 26 – Área dos Complexos Geográficos do PNCD



Fonte: O autor, 2024.

Figura 27: Geossistemas do PNCD em (ha)

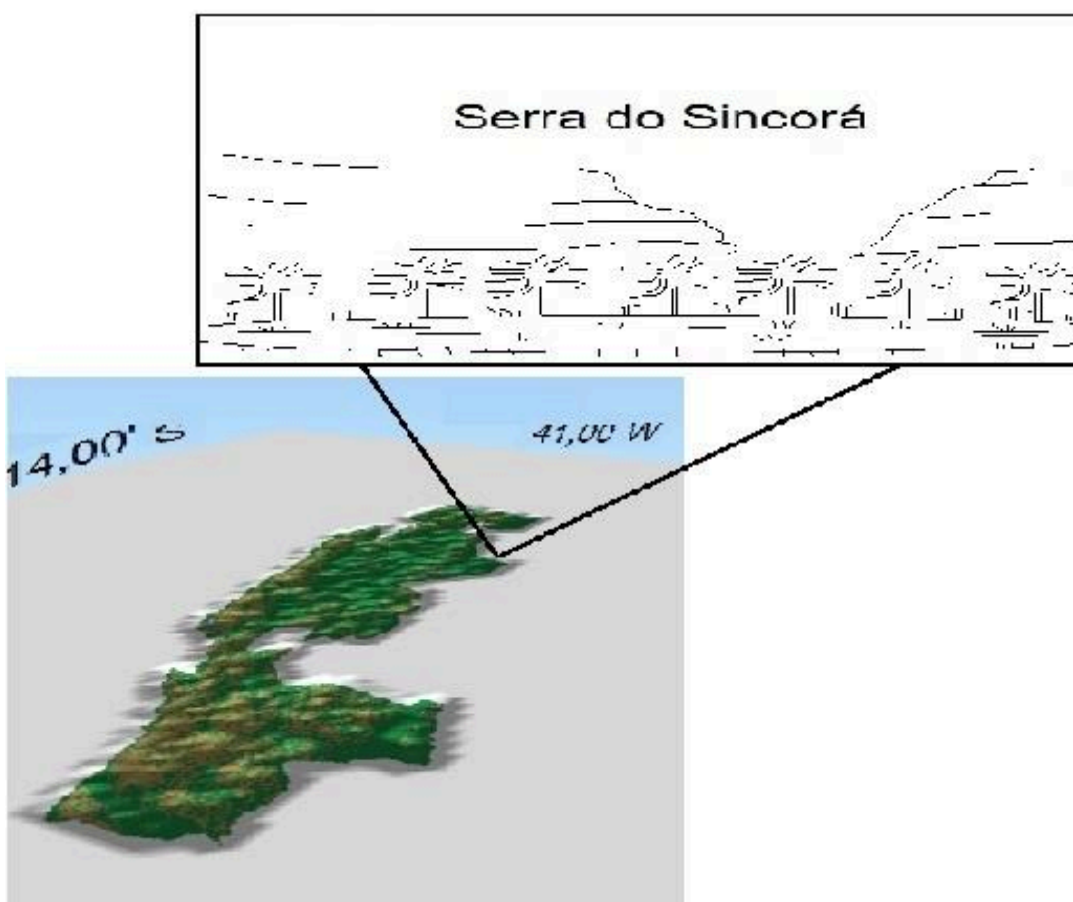
GEOSSISTEMAS DO PARNA CHAPADA DIAMANTINA	
Área em hectares (ha)	
Topos e Vertentes sob cobertura rupestre	- 127,476
Vetentes sob tensão ecológica	- 873,495
Gargantas e vales sob mata úmida	- 1,705
Planície de inundação sob formação hidrófita	- 3,060
Baixas matas de encosta	- 3,245

Fonte: O autor, 2024.

6.2 PLANÍCIES DE INUNDAÇÃO SOB COBERTURA ÚMIDA E HIDRÓFITA

Apresenta-se como uma extensa planície de inundação constituída por rios, lagos e brejos. Localiza-se ao sul do Município de Lençóis e ao norte do Município de Andaraí (Figura 28). Popularmente conhecido como Mini Pantanal do Marimbus drena as águas dos rios que estão localizados na Serra do Sincorá; Rio Mandassaia, Rio São José, Rio Lençóis, Rio Ribeirão e Rio Capivara, e dos rios de vales como o rio Utinga e o Rio Santo Antônio (Figura 29). É denominado também de Mini Pantanal pelos moradores e turistas, pelo fato de serem encontrados espécies típicas do Pantanal mato-grossense como o Jacaré (Alligatoridae), a Sucuri (Eunectes murinus), a Capivara (Hydrochoerus hydrochaeris) e o Tucunaré (Cichla ocellaris).

Figura 28: Concepção em 3D do plano de paisagem do Marimbus



Fonte: O autor, 2024.

Figura. 29 – Povoado de Remanso, com o Rio Santo Antônio ao fundo, confluindo com as águas do Marimbus, Lençóis – Bahia



Fonte: O autor, 2023.

Neste geossistema encontra-se uma Comunidade Quilombola denominada de remanso pelos populares. Seus moradores possuem como atividade econômica a pesca e a agricultura de subsistência. Assim como no Pantanal Matogrossense, o Pantanal do Marimbus possui períodos de cheias e de vazante, sendo que o período de cheia costuma ocorrer entre os meses de dezembro, janeiro e fevereiro e o período de vazante nos meses de agosto, setembro e outubro.

Em termos geológicos o Pantanal do Marimbus encontra-se numa estrutura sedimentar constituída de argilitos e arenitos (Jesus, 1985). A cobertura vegetal predominante na paisagem é constituída de gramíneas, arbustos, palmeiras dispersas e uma grande diversidade de plantas hidrófitas. Uma característica peculiar desta Unidade são os meandros abandonados e os terraços aluviais, o que leva a deduzir que os fatores físicos integrativos determinantes deste sistema ambiental são a Topografia razoavelmente plana, e o processo de sedimentação proporcionado pela ação fluvial dos rios outrora impactados pela ação da atividade do garimpo. Pela observação de imagens orbitais e observações de campo, concluiu-se que o pantanal do Marimbus é um sistema estabilizador segundo Ross (1995), entre os rios de fluxo turbulento e de alta declividade da Serra do Sincorá, e o Alto curso do Rio Paraguaiçu, principal canal de drenagem da Bacia do Paraguaiçu, nas imediações do Município de Andaraí (Tricart, 1977).

Podendo-se portanto, denominar esta unidade como uma área de acumulação segundo Amorim e Oliveira (2008):

São locais onde ocorre a coleta da matéria e energia provenientes das áreas mais elevadas e, a partir daí, são novamente transmitidas de forma concentrada ou seletivamente através dos canais fluviais. (Amorim; Oliveira, 2008 p. 177 – 198).

6.3 BAIXAS MATAS DE ENCOSTA

Constituída basicamente de extensa área entre os rios São José e Santo Antônio, abrange parte do sítio urbano da cidade de Lençóis e Andaraí. Possui distribuição fitogeográfica heterogênea (Figura 30). Encostas situadas à direita da margem direita do Rio São José, predomina a presença de cobertura vegetal com características mistas de Cerrado e mata ombrófila, enquanto que a vegetação mais próxima das margens fluviais possui um dossel bem mais alto e em condições microclimáticas de maior umidade, encontrando-se espécies de plantas típicas de Bioma de Mata Atlântica como o pau D'arco, a Massaranduba, a Sucupira e o Ipê.

Figura 30 – Floresta Estacional Sub Úmida, sobre solos arenosos, às margens do Rio São José, Lençóis-Bahia.



Fonte: O autor, 2023.

O embasamento geológico desta unidade de paisagem é formado a leste do sítio urbano de Lençóis, pela Estrutura Metassedimentar de Quartzitos da Serra do Sincorá e a Leste pela formação sedimentar de argilitos (Jesus, 1985). A topografia é bem variada, responsável pela drenagem das águas pluviais que convergem para o leito dos rios São José e Santo Antônio. Uma característica marcante desta unidade são os bancos de areia fluviais, notadamente formados no interior do leito dos rios Santo Antônio e São José, com maior agravamento no último que, de acordo com observação de campo, foi verificado que o mesmo está sofrendo intenso processo de assoreamento. Neste sistema, a barreira orográfica é um fator fortemente influente, sobre a distribuição da cobertura vegetal perenemente verde, o que consequentemente leva-se a deduzir que as condições de umidade são bastante elevadas neste geossistema.

As condições pedológicas sob condições de umidade apresentam texturas de solos orgânicos em superfície. Constatou-se que neste geossistema, predominam os fatores de processos pedogenéticos (Tricart, 1977) que podem ser impactados pelas queimadas, muitas das quais, empregada para reutilização do solo para plantio. O autor verificou que a forma de uso e ocupação do solo nesta unidade de paisagem aparece em forma de pequenas propriedades agrícolas que praticam agricultura incipiente e de subsistência. Notadamente predominando as culturas da mandioca, do milho e do feijão. Estas atividades, marcam a paisagem ao longo do curso do Rio São José e, próximo à suas margens, juntamente com a presença de imóveis residenciais de Lençóis, o autor verificou *in loco* na parte topográfica mais elevada à direita das margens do Rio São José, onde encontram-se o Bairro Denominado Tomba Surrão, e mais abaixo do terreno uma Invasão denominada de Sem Teto, onde localiza-se um assentamento popular, que não dispõe de serviço de esgotamento sanitário adequado.

Somando-se aos processos de ocupação antrópica anteriormente citados, a presença de caçambas que extraem areia do leito do rio para a construção civil, contribui para o aceleramento dos processos destrutivos do meio ambiente local. Nota-se que neste geossistema, além de fatores naturais como a topografia variada e densa cobertura vegetal, a ação antrópica de deposição de resíduos sólidos em forma de "lixão" às margens da BA 144, (Que liga Lençóis à BR 242) coloca em risco grande extensão de área deste geossistema. Portanto, como se tal impacto

anteriormente citado não bastasse, a retirada de areia do leito do rio, o desmatamento gradual e o lançamento de água de uso doméstico não tratado no canal fluvial do Rio São José, coloca este geossistema em alto nível de degradação.

6.4 TOPOS E VERTENTES SOB COBERTURA RUPESTRE / SAVÂNICA

São geossistemas localizados nas imediações mais elevadas da Serra do Sincorá, sob uma cota altimétrica média de 800 metros acima do nível do mar onde se pode visualizar uma paisagem vegetal mais aberta (Figura 31), com bastante presença gramínea e arbustiva, árvores e arvoretas esparsas, muito típico de áreas de elevada altitude de regiões planálticas do Brasil. Sobre essa estrutura de afloramento rochoso de origem quartzítica, formam-se interflúvios ao longo da extensão norte-sul da Serra do Sincorá, muitos dos quais, formam declividades abruptas ou paredões em suas extremidades.

Figura 31– Trilha do “Ribeirão do Meio” com fitofisionomia misturada de bioma de cerrado e floresta tropical estacional, com Serra da Larguinha ao fundo, Lençóis -Bahia.



Fonte: O autor, 2023.

Neste geossistema, há pouca presença de solos desenvolvidos porque os lajedos predominam na superfície. A drenagem é razoavelmente eficiente, porém pode-se verificar a presença de poças e até mesmo de córregos d'água intermitentes após a ocorrência de chuvas, o que contribui consideravelmente para a dinâmica dos processos de intemperismo. Portanto, a cobertura vegetal desempenha um papel de relevante importância para a dinâmica deste geossistema, tanto no fornecimento de matéria orgânica para a formação e maturação dos perfis de solos, bem como sua aeração.

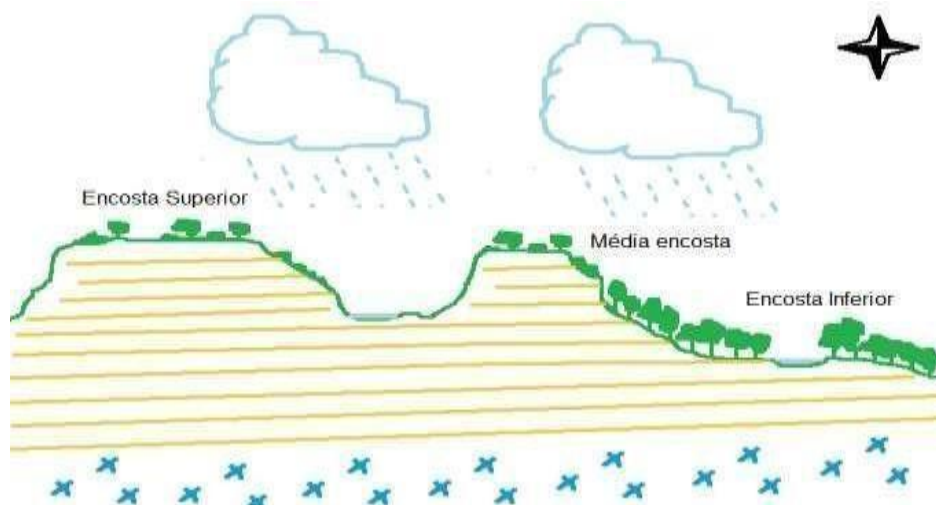
Também contribui significativamente, nos processos intempéricos de rocha, seja através da reação química de matéria orgânica dissolvida em água (bioclastia), ou pelo intemperismo físico, no rompimento de rochas por meio do sistema radicular ou tronco das plantas de maior porte físico (árvores e arvoretas).

Em meio a topos mal drenados, verifica-se a presença de manchas de turfa. Neste ambiente, a precipitação do tipo nebular da água em microgotículas ocorre com bastante regularidade, o que contribui significativamente para a presença de espécies vegetais no topo destas estruturas, e têm papel destacado na continuidade de intemperização de rochas fissuradas por alívio de pressão. Atualmente, a maior ameaça ambiental vem das queimadas que ocorrem principalmente entre os meses de agosto e novembro, período de menor taxa de umidade atmosférica na região.

6.5 VERTENTES SOB TENSÃO ECOLÓGICA

Um geossistema de considerável complexidade espacial, concentrado na elevada cobertura de origem metassedimentar, que oferece grande resistência aos processos intempéricos (Amorim; Oliveira, 2008) constituída basicamente de quartzitos, com pontos de metaconglomerados. A Serra do Sincorá (Figura 32) possui extensão em eixo Norte-Sul, de aproximadamente 200 Km e largura estimada de 25 Km segundo Teixeira e Linsker (2005). Sua altitude média gira em torno de 800 m (Funch, 2008). Esta unidade apresenta feições diversificadas como vales, cachoeiras, cânions, morros íngremes fraturados e extensos campos rupestres no topo de serras. A drenagem é facilitada pela grande presença de rios que cortam o Sincorá de forma perpendicular ao Eixo norte-sul da serra.

Figura 32 – Serra do Sincorá e sequenciamento topográfico



Fonte: O autor, 2023 (Adaptado de Cavalcanti, 2018).

Os aspectos geodinâmicos identificados neste geossistema como a declividade topográfica, densidade da rede hidrográfica, barreira orográfica e estrutura geológica levam à conclusão de tratar-se de um ambiente com grande potencial morfogenético (Tricart, 1977). segundo Amorim e Oliveira (2008) áreas de vertente podem ser consideradas como sistemas transmissores: "São aquelas em que ocorrem os fluxos de matéria e energia das áreas mais elevadas para as áreas mais baixas, sendo um exemplo as encostas." (Amorim; Oliveira, 2008 p. 177 – 198).

6.6 GARGANTAS E VALES SOB MATA ÚMIDA E DE GROTÃO

Geossistema localizado entre as estruturas erodidas (Figura 33) originado por processos externos de dissecação denominado na literatura como erosão diferencial (Jesus, 1985) potencializado principalmente pelo entalhamento do talvegue do cursos fluviais existente na Serra do Sincorá. Nos pontos de maior verticalização podem alcançar 20 metros de vertentes em ângulo de 90 graus. Constituindo verdadeiras gargantas, que segundo o glossário virtual (glosarios.servidor-alicante.com/) garganta pode ser definido como: Qualquer vale profundo e estreito com paredes bem verticais (Cânion).

Figura 33 – Matas de Grotão sobre substrato rochoso, com paredões metassedimentares ao fundo.
Margem direita do Rio Ribeirão, Lençóis - Bahia.



Fonte: O Autor, 2023.

Neste geossistema, a topografia acentuada e irregular, com acentuada presença de grandes blocos de quartzito ou conglomerado, configuram uma drenagem turbulenta e perene.

Neste geossistema, encontram-se solos litólicos jovens, sem formação espessa de horizonte B entretanto, a cobertura vegetal desempenha importante papel como agente fixador de solo, através do processo de retroalimentação de nutrientes minerais, proveniente da serrapilheira em superfície dos solos deste geossistema. Portanto, a relação sistêmica entre planta e substrato, é o fator principal de fixação e existência do estado de fitoestasia no ambiente, principalmente nas partes mais inclinadas e estreitas da garganta (Tricart, 1977).

Neste ambiente, por meio de observação de campo, verificou-se uma considerável mistura de espécies vegetais de biomas distintos, notadamente espécies de Cerrado e da Mata Atlântica. Essas gargantas também foram consideravelmente impactadas pela atividade do garimpo (principalmente nas imediações das cidades de Lençóis e Andaraí). Em termos de estado funcional geossistêmico de Bertrand (2007) as Gargantas sob Mata Úmida e de Grotão encontram-se em estado de evolução progressiva (climácicos), mas, as queimadas,

o descarte de lixo por parte de turistas ambientalmente irresponsáveis, comprometem a estabilidade ambiental deste ambiente geossistêmico, que, de estado evolutivo progressivo (Bertrand, 2007) pode evoluir para um sistema em estado regressivo, onde os agentes morfogenéticos passam a ter maior atuação na modelagem do sistema.

6.7 VULNERABILIDADE AMBIENTAL DO PNCD

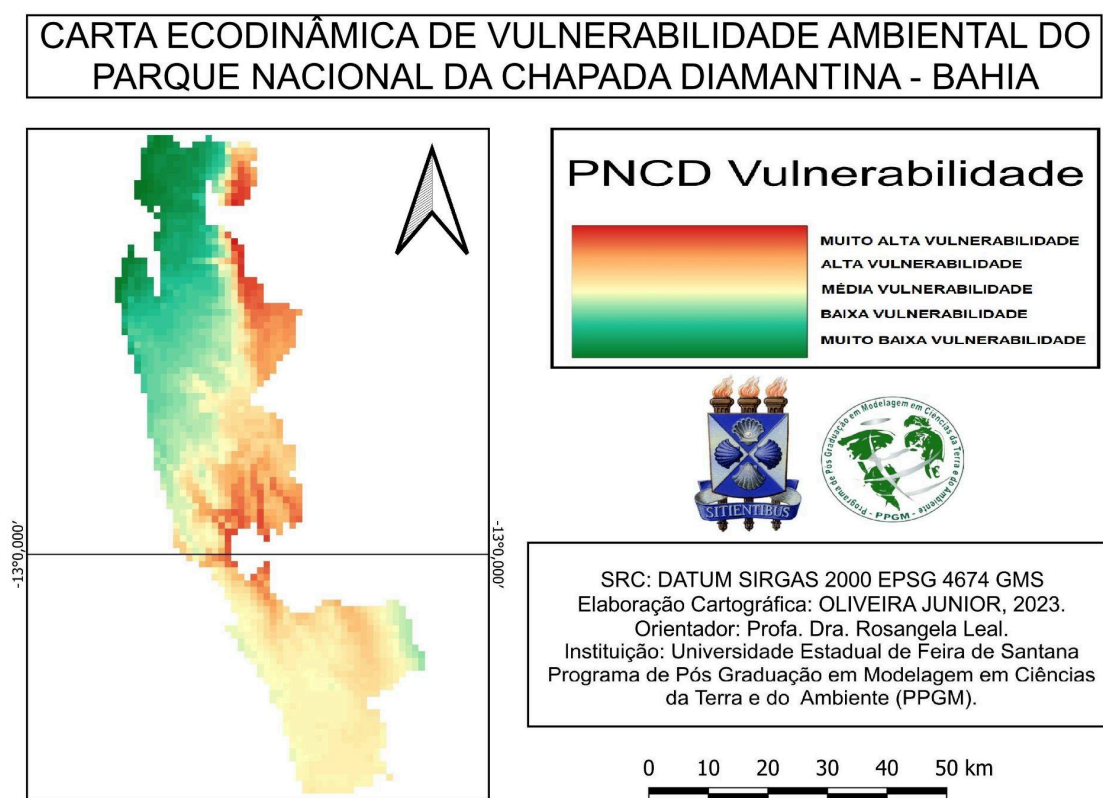
A presença pretérita da mineração e a ocupação antrópica desordenada associada ao apelo turístico tem alterado inevitavelmente a dinâmica dos sistemas ambientais no PNCD, gerando-se como consequência, uma série de eventos ativadores da morfogênese local (deslizamentos, movimentos de massa, assoreamento e erosão de solos) (Teixeira; Linsker, 2005). Neste contexto o Parque Nacional da Chapada Diamantina, com base em observações realizadas *in loco* e análise de imagens orbitais, têm demonstrado feições apresentando o desencadeamento de processos de vulnerabilização ambiental. Conhecer a natureza e tipo de processos de vulnerabilização são fundamentais para a tomada de decisão de medidas mitigadoras que venham atenuar a mesma. O objetivo do presente capítulo é discutir a vulnerabilidade ambiental no contexto do Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD) e categorizar os tipos e níveis de vulnerabilidade, representados cartograficamente em ambiente SIG através do método de álgebra simples de classificação para identificação das classes de vulnerabilidade.

Para Tricart (1977) a vulnerabilidade ambiental está estreitamente associada aos meios morfodinâmicos do sistema, a ótica dinâmica deve ser o ponto de partida de avaliação da vulnerabilidade ambiental de um dado território.

Castro, Peixoto e Rio (2005) acrescentam o conceito de risco e este, segundo os autores, pode ser tomado como uma categoria de análise associada a priori, às noções de incerteza, exposição ao perigo, perda e prejuízos materiais. Na mensuração da vulnerabilidade ambiental, a paisagem deve ser analisada sob uma visão holística, onde as variáveis são definidas, pelas características biofísicas, humanas, capazes de refletir as mudanças no comportamento em todo o sistema natural (Castro; Peixoto; Rio, 2005).

O mapeamento da vulnerabilidade (Figura 34) norteou-se pelo critério de análise de caráter dinâmico de Tricart, ao qual o sistema natural pode apresentar distintos estados: meios estáveis, com pouca ou irrelevante morfodinâmica sobre o terreno, meios intergrades: com marcante presença de processos morfogenéticos em fase inicial de ativação e evolução, e meios fortemente Instáveis: onde predomina a morfodinâmica e consequentemente, inibição de fixação de solo e de cobertura vegetal. Segundo Tricart (1977), os meios intergrades podem ser subclassificados segundo nível de evolução da vulnerabilidade desencadeada pela morfodinâmica.

Figura 34 – Vulnerabilidade Ecodinâmica do PNCD



Fonte: O autor, 2024.

A álgebra de mapas, permitiu a obtenção de uma percepção de espacialização da vulnerabilidade no Parque Nacional da Chapada Diamantina: à noroeste do parque a vulnerabilidade apresentou-se baixa e muito baixa. Este indicativo corresponde com a observação de campo preliminar, visto que fora a atividade do turismo ecológico, a área mapeada em verde escuro a verde claro, possui baixa densidade de ocupação humana. Na porção central e sul do parque, a

vulnerabilidade apresentou vulnerabilidade média, representando uma transição entre a área em verde escuro e verde claro e a área em vermelho e laranja. No setor leste do Parque, a classificação de alta e muito alta vulnerabilidade permite associar, coincidentemente, esta informação à localização do Pantanal dos Marimbus e seus afluentes que nascem na Serra do Sincorá, e à proximidade com núcleos urbanos das cidades de Lençóis, Andaraí e Mucugê, que estão localizados nas proximidades da vertente leste da Serra do Sincorá.

A carta de vulnerabilidade ecodinâmica foi validada pela boa correlação das informações obtidas pela observação de imagem orbital (Landsat 8) e de verificação de campo preliminar, realizada na área do Parque Nacional da Chapada Diamantina (Andaraí e Lençóis). Na porção noroeste e centro-sul do parque, a vulnerabilidade apresentou-se média a baixa. A alta vulnerabilidade destacou-se ao longo da extremidade leste do parque, justamente onde estão localizadas as principais cidades circundadas pela Serra do Sincorá: Lençóis, Andaraí e Mucugê. Essa pressão demográfica sobre o parque demanda por maior fiscalização ambiental, para que o uso antrópico na área do PNCD se torne mais normalizado e sustentável possível, acompanhados de campanhas de conscientização ambiental para os habitantes das cidades inseridas no contexto do parque, na perspectiva que a preservação do PNCD seja um vetor de promoção de desenvolvimento local sustentável e de inclusão socioeconômica de seus habitantes.

A álgebra de mapas, permitiu a obtenção de uma percepção de espacialização da vulnerabilidade no Parque Nacional da Chapada Diamantina: à noroeste do parque a vulnerabilidade apresentou-se baixa e muito baixa. Este indicativo corresponde com a observação de campo preliminar, visto que fora a atividade do turismo ecológico, a área mapeada em verde escuro a verde claro, possui baixa densidade de ocupação humana.

Na porção central e sul do parque, a vulnerabilidade apresentou vulnerabilidade média, representando uma transição entre a área em verde escuro e verde claro e a área em vermelho e laranja. No setor leste do parque, a classificação de alta e muito alta vulnerabilidade permite associar, coincidentemente, esta informação à localização do Pantanal dos Marimbus e seus afluentes que nascem na Serra do Sincorá, e à proximidade com núcleos urbanos das cidades de Lençóis, Andaraí e Mucugê, que estão localizados na vertente leste da Serra do Sincorá.

A carta de vulnerabilidade ecodinâmica foi validada pela correlação das informações obtidas pela observação de imagem orbital (Landsat 8) e de verificação de campo preliminar, realizada na área do Parque Nacional da Chapada Diamantina (Andaraí e Lençóis). Na porção noroeste e centro-sul do parque, a vulnerabilidade apresentou-se média a baixa. A alta vulnerabilidade destacou-se ao longo da extremidade leste do parque, justamente onde estão localizadas as principais cidades circundadas pela Serra do Sincorá: Lençóis, Andaraí e Mucugê. Essa pressão demográfica sobre o parque demanda por maior fiscalização ambiental, para que o uso antrópico na área do PNCD se torne mais normalizado e sustentável possível, acompanhados de programas de educação ambiental para os habitantes das cidades inseridas no contexto do parque, na perspectiva que a preservação do PNCD seja um vetor de promoção de desenvolvimento local sustentável e de inclusão socioeconômica de seus habitantes.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho tem a finalidade de fomentar futuras pesquisas que contribuam para o incentivo de políticas mais contundentes de preservação do parque. Na fundamentação teórica foi discutido o conceito de paisagem e os pensadores precursores que contribuíram para a evolução do pensamento geográfico, notadamente para a vertente dos estudos integrados da paisagem e dos geossistemas, a importância da inestimável contribuição de Tricart, Sochava e Bertrand para a teoria sistêmica na geografia física, e de que forma as geotecnologias vieram a auxiliar e fazer evoluir os estudos integrados das áreas naturais da superfície terrestre.

A metodologia empregada através da fusão de planos de informação em formato raster, possibilitou a geração de uma carta de geossistemas (complexos geográficos) do Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD) para realização de análise descritiva com a finalidade de diagnosticar o estado ambiental das mesmas, frente o seu uso e cobertura atual. E como etapa conclusiva foi elaborado uma carta síntese de vulnerabilidade ambiental do PNCD com a finalidade de identificar as prováveis causas, para propor uma mitigação das mesmas através de plena divulgação do trabalho por todos os meios possíveis (impresso e digital). Portanto, o PNCD possui extrema vulnerabilidade a processos morfogenéticos, e por essa razão, e faz-se necessário a presença da aplicação de uma política ambiental contundente para a preservação do parque, observando-se uma concepção geossistêmica, que contribui para um plano de manejo integrado com a realidade da estrutura das paisagens do parque.

Os diversos ambientes estão interligados por relações de natureza física, química e biológica. Por tal razão, uma fiscalização mais contundente do parque, se faz urgente e torna-se fundamental para combater os impactos ambientais que vem assolando o PNCD: tratamento inadequado dos resíduos sólidos, as queimadas indiscriminadas, o desmatamento e o garimpo ilegal. A ausência da aplicação da lei ambiental representa perigo à integridade das paisagens geossistêmicas do PNCD e o consequente comprometimento da qualidade de vida para seus habitantes.

A presente pesquisa, ao mapear os geossistemas do Parque Nacional da Chapada Diamantina e identificar suas vulnerabilidades, contribui para o

fortalecimento da gestão ambiental da unidade de conservação. Os resultados obtidos demonstram a necessidade urgente de ações integradas e multidisciplinares para garantir a proteção desse importante patrimônio natural.

A criação de um plano de manejo que considere as especificidades de cada geossistema, aliado a investimentos em conscientização ambiental e fiscalização, são medidas cruciais para a conservação do PNCD. Além disso, é fundamental promover a participação da comunidade local nos processos de tomada de decisão, buscando soluções que conciliem a conservação da natureza com o desenvolvimento socioeconômico da região.

Em suma, esta pesquisa representa um passo importante para a compreensão da dinâmica ambiental do PNCD e para a formulação de estratégias de conservação mais eficazes. Os resultados aqui apresentados podem servir de referência para estudos em outras áreas protegidas, contribuindo para o avanço do conhecimento científico e para a promoção da sustentabilidade ambiental.

8. REFERÊNCIAS

BANDEIRA, Renato Luís Sapucaia. **Chapada Diamantina: História, Riquezas e Encantos**. 6 edição (ampliada, atualizada e revisada), Salvador Bahia, 2014.

BERTRAND & BERTRAND. **Uma Geografia Transversal e de Travessias: O Meio Ambiente Através dos Territórios e das Temporalidades** / Georges Bertrand e Claude Bertrand; Organizador Messias Modesto dos Passos. Maringá: Ed. Massoni, 2007. 332 p. il.

BERTRAND & BEROUTCHACHVILI. Le Géosystème Territorial Naturel. **Revue géographique des Pyrénées et du Sud - Est institut de Géographie (Toulouse)**, 1978 p.167-180.

BRAGA, Benedito et al. **Introdução à Engenharia Ambiental** / Benedito Braga, Hivanildo Espanhol, João G. Lotufo Conejo, Mario Thadeu L. de Barros, Milton Spencer, Monica Porto, Nelson Nucci, Neusa Juliano, Sergio Eiger. Editora Prentice Hall Brasil, Curitiba-PR, 2005.

CÂMARA, Gilberto. DAVIS, Clodoveu. MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. São José dos Campos - SP 2001.

CARVALHO, Luiz Moacyr de. **Geodiversidade do Estado da Bahia**. Organização: Luiz Moacyr de Carvalho, Maria Angélica Barreto Ramos. Salvador - BA. CPRM, 2010. 184 p.

CASTILHO, Denis. Boletim Goiano de Geografia: **A Questão da Diferença e das Relações em Richard Hartshorne**. Goiânia. v. 36. n.1 p. 448-66. jan/abr 2016. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/bgg/article/view/40366>. Acesso: 20/04/2024.

CASTRO, Cleber Marques. PEIXOTO, Maria Naíse de Oliveira. RIO, Gisela Aquino Pires do. Riscos Ambientais e Geografia: Conceituações, Abordagens e Escalas. **Anuário do Instituto de Geociências** - UFRJ ISSN 0101-9759 VOL 28-2 / 2005 p.11-30.

CAVALCANTI, Lucas Costa de Souza. **Cartografia de paisagens: Fundamentos** / Lucas Costa de Souza Cavalcanti. – São Paulo: Oficina de Textos. 2018.

CAVALCANTI, Lucas Costa de Souza. **Geossistemas no Estado de Alagoas: Uma Contribuição aos Estudos da Natureza em Geografia** / Lucas Costa de Souza Cavalcanti. - Dissertação de Mestrado - UFPE. Recife, 2010.

CREPANI, Edison. et al. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial**. (INPE-8454-RPQ/722). São José dos Campos, Junho de 2001. Disponível em: Microsoft Word - SERGISZEE.doc (inpe.br). Acesso: 28/03/2022.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. Editora Edgard Blücher 1o Edição São Paulo - SP 2000.

DAVES, Larissa Figueiredo; FACCIO, Neide Barrocá. Arqueologia da Paisagem pelo Viés Geossistêmico: Sítio Arqueológico Piracanjuba, Município de Piraju-SP. **Sociedade & Natureza**, 12 Março 2021. Uberlândia, MG v.33 ISSN 1982-4513.

DOKUCHAEV, V. V. Russkii Chernozem-Report to the Free Economic Society. With 1 soil map and 12 figures in the text. St. Petersburg - Russia, 1883. pp 1-376.
https://www.researchgate.net/figure/Dokuchaevs-1883-map-of-chernozem-regions-of-European-Russia-The-research-for-this_fig1_343548969. Acesso: 11/08/2024.

FLORENZANO, Tereza Gallotti. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**: Teresa Gallotti Florenzano. Oficina de Textos, São Paulo-SP. 2007, 128p.

FROLOVA, Marina. A Paisagem dos Geógrafos Russos: a Evolução do Olhar Geográfico entre o Século XIX e XX. **RA'EGA: O Espaço Geográfico em Análise**. v. 13, Departamento de Geografia UFPR, Curitiba, 2007.

FUNCH Roy, FUNCH Ligia, QUEIROZ Luciano. **Sincorá: Parque Nacional da Chapada Diamantina**. ed. Radami Editora Gráfica. São Paulo, 2008.

GIUDICE D. S; SOUZA R. M. Geodiversidade e lógicas territoriais na Chapada Diamantina. **Revista de Desenvolvimento Econômico**. Ano XI, Nº19 Salvador-BA. Janeiro de 2009. Disponível em:
<https://revistas.unifacs.br/index.php/rde/article/view/1054> Acesso: 25/08/2024.

GOMES, Paulo César da Costa. **Geografia e Modernidade** / Paulo Cesar da Costa Gomes. - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

GUERRA; Antônio José Teixeira. CUNHA; Sandra Baptista da. **Geomorfologia**: Uma atualização de bases e conceitos / organização, Antônio José Teixeira Guerra e Sandra Baptista da Cunha. - ed. - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995.

IBGE/DESENVALE - **Bacia do Rio Utinga**: Subsídios à Formulação da Estratégia de Desenvolvimento Integrado na Bacia do rio Paraguaçu. Salvador, 1986. 77 p. il.

JESUS, Emanuel Fernando Reis de. **Caracterização Geográfica e Aspectos Geológicos da Chapada Diamantina - Bahia**. Emanuel Fernando Reis de Jesus...[et al.]. - Salvador: Centro Editorial e Didático da UFBA, 1986. 52p.:il.

MARQUES NETO, Roberto. **Paisagem e Geossistemas**: Bases Teórico-Metodológicas da Geografia Física aplicada / Roberto Marques Neto - Curitiba. Editora CRV, 2022.

MATTOS, LOURENÇO & NASCIMENTO. O Uso do Geoprocessamento como Instrumento de Análise Morfométrica da Microbacia do Rio Capivara, Município de Lençóis - BA. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**

- **SBSR**, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de Abril de 2013, INPE.

MORAES, Antônio Carlos de. **Geografia: Pequena História Crítica**. Editora HUCITEC 16ª edição. São Paulo, 1998. 138 p.

MOURA OLIVEIRA, João Henrique. **Caracterização Geomorfológica e Análise Integrada da Paisagem no Raso da Catarina - BA por Geotecnologias** - UEFS Dissertação de mestrado, Feira de Santana - BA, 2008. 237 p.

NEVES, Carlos Eduardo. A Geografia Desconhecida de Georges Bertrand: Contribuições à Discussão e Aplicação do “Geossistema Complexo” no Brasil. **XIII Seminário da Pós-Graduação em Geografia**. Rio Claro, 15 (0):139-166, jan/jun. 2017. Disponível: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/estgeo/article/view/12785>. Acessado em (15/05/2022).

_____, Carlos Eduardo das. SODRÉ, Maiara Tavares. Por um Geossistema Complexo: **Articulações Teóricas e Operacionais Apoiadas por Núcleos e Redes de Pesquisa**. www.revistas.usp.br/rdg - IS_SN 2236-2878 volume 41 Universidade de São Paulo (2021). Acessado em (15/06/2022).

OLIVEIRA, João Henrique Moura. **Influências do quadro litoestrutural e dos processos fluviais na configuração do modelado do relevo no Médio Paraguaçu/Jiquiriçá, região de Milagres / Itatim -BA** (tese de doutorado). Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Geografia, Belo Horizonte - MG 2020. 197 p. il.

OLIVEIRA JUNIOR. Osvaldo de Castro. In: Boletim de Geografia do Vale do São Francisco; **Utilização da Concepção de Geossistemas como Referencial Didático para o Ensino de Geografia no Nível Médio**. Universidade Estadual de Pernambuco (UPE) Campus Petrolina - PE. n. 2 ISSN 2358-8241, 2014.

RODRIGUES, SILVA & BRITO. **Geoecologia das Paisagens: Uma visão Geossistêmica da Análise Ambiental**. José Mateo Rodriguez et al. Edições UFC, 5ª Ed. Fortaleza, 2017.

RUBIRA et al. Sistemas Pedogeomorfológicos na Interpretação da Evolução de Paisagens Quaternárias em Climas Tropicais Úmidos. Felipe Gomes Rubira; André Mateus Barreiros; Fernando Nadal Junqueira Villela; Archimedes Perez Filho. **Mercator**, Fortaleza, v. 18, e18020, 2019. ISSN: 1984-2201.

SANTOS, Liliam Margarida Andrade. **Do diamante ao turismo, o espaço produzido no Município de Lençóis - BA** / Liliam Margarida Andrade Santos (dissertação de mestrado). Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2006. 205 p. il.

SILVA, Leonardo. **Identificação e Cartografia das Paisagens na Área Estuarina**

do Rio Timbó Pernambuco. Monografia de Trabalho de Conclusão de Curso: Bacharelado em Geografia UFPE, Recife 2021.

SILVA, Ronaldo Martins da. MAIA, Margareth Peixoto. Gestão Ambiental no Estado da Bahia e o uso de Geotecnologias. in: **Geotecnologias:** Trilhando Novos Caminhos nas Geociências. Organização: Joselisa Maria Chaves, Washington J. S. da Franca Rocha - Salvador: SBG, 2006. 222p.; il.

SOCHAVA, V. B. O Estudo de Geossistemas. In: **Métodos em Questão**, n.16, IG USP. São Paulo, 1977. 51p.

SOCHAVA, V.B. Por uma Teoria de Classificação de Geossistemas de Vida Terrestre. In: **Biogeografia**. Instituto de Geografia, USP, São Paulo, 1978.

TEIXEIRA, Wilson, LINSKER, Roberto. **Chapada Diamantina:** Águas do Sertão / Wilson Teixeira e Roberto Linsker - São Paulo: Terra Virgem, 2005.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977. 91p. il (Recursos Naturais e Meio Ambiente) ,1.