



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
CAMPUS CORA CORALINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGEO
MESTRADO EM GEOGRAFIA**

VANDERLEA GONÇALVES DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO INTEGRADA DA PAISAGEM NA ÁREA DO PARQUE NACIONAL
DA CHAPADA DOS VEADEIROS (GOIÁS)**

**GOIÁS – GO
2023**

VANDERLEA GONÇALVES DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO INTEGRADA DA PAISAGEM NA ÁREA DO PARQUE
NACIONAL DA CHAPADA DOS VEADEIROS (GOIÁS)**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de pesquisa e Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Goiás, como requisito para obtenção do grau de Mestra em Geografia.

Área de Concentração: Estudos Ambientais e Territoriais do Cerrado.

Linha de pesquisa: Análise Ambiental do Cerrado.

Orientador: Prof. Dr. Amom Chrystian de Oliveira Teixeira

Coorientador: Prof. Dr José Carlos de Souza

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DE TESES E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL (BDTD)

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Estadual de Goiás a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UEG), regulamentada pela Resolução, CsA nº 1.087/2019 sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9.610/1998, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data¹. Estando ciente que o conteúdo disponibilizado é de inteira responsabilidade do(a)autor(a).

Dados do autor (a)

Nome completo: Vanderlea Gonçalves de Oliveira

Email: vanderlearps245@hotmail.com

Dados do trabalho

Título: **Avaliação Integrada da Paisagem na Área do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (Goiás)**

Tipo:

Tese Dissertação


Curso/Programa: Programa de Pós-graduação Stricto sensu em Geografia - PPGEO

Concorda com a liberação documento


SIM NÃO

¹Período de embargo é de até um ano a partir da data de defesa.

Goiás 29 de junho de 2023

Documento assinado digitalmente
 VANDERLEA GONCALVES DE OLIVEIRA
Data: 09/08/2023 20:37:58-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura autora

Documento assinado digitalmente
 AMOM CHRYSTIAN DE OLIVEIRA TEIXEIRA
Data: 10/08/2023 12:03:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do orientador

CATALOGAÇÃO NA FONTE

Biblioteca Frei Simão Dorvi – UEG Câmpus Cora Coralina

O48a Oliveira, Vanderlea Gonçalves de.
Avaliação integrada da paisagem na área do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (Goiás) [manuscrito] / Vanderlea Gonçalves de Oliveira. – Goiás, GO, 2023.
122 f. ; il.

Orientador: Prof. Dr. Amom Chrystian de Oliveira Teixeira.
Coorientador: Prof. Dr. José Carlos de Souza.
Dissertação (Mestrado em Geografia) – Câmpus Cora Coralina, Universidade Estadual de Goiás, 2023.

1. Cerrado. 1.1. Geocologia da paisagem. 1.2. Vulnerabilidade ambiental. 1.3. Fragilidade ambiental. I. Título. II. Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Cora Coralina.

CDU: 502.75(817.3)

Bibliotecária responsável: Marília Linhares Dias – CRB 1/2971

ATA DE DEFESA

Título: Avaliação Integrada da Paisagem na Área do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (Goiás)

Mestranda: Vanderlea Gonçalves de Oliveira
Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO-UEG)

Data da defesa: 29/06/2023

BANCA EXAMINADORA



ORIENTADOR: Prof. Dr. Amom Chrystian Oliveira Teixeira



COORIENTADOR: Prof. Dr. José Carlos de Souza



Prof. Dr. Fernando Moreira de Araújo
IESA/UFG – Goiânia



Prof^a Dr^a Patrícia de Araújo Romão
PPGEO – UEG – IESA/UFG – Goiânia

GOIÁS – GO
2023

AGRADECIMENTOS

O mestrado é um desses desafios que nos coloca frente a frente com a nossa insegurança, nossos medos e nossa arrogância. Porém escrever uma dissertação em época de isolamento social devido a pandemia global causada pelo vírus do SARS-CoV-2 (Covid-19), cercada de incertezas políticas e limitação de saúde mental individual e coletiva e passando pela perda do meu querido papai JOSÉ GONÇALVES, se mostrou uma tarefa muito desafiadora. Por isso os meus agradecimentos tornaram-se mais especiais, pois cada um deles foi muito importante para que eu conseguisse completar minha dissertação.

A minha gratidão à Deus pela vida, família, amigos e as bênçãos concedidas.

Deixo o primeiro agradecimento ao meu orientador Professor Dr. AMOM CHRYSTIAN DE OLIVEIRA TEIXEIRA a minha gratidão e respeito.

Ao meu eterno coorientador e grande amigo Professor Dr. JOSÉ CARLOS DE SOUZA, agradeço pela amizade, conselhos e incentivos que contribuíram para que eu entrasse no mestrado e na construção da minha dissertação a minha gratidão e respeito.

À minha família, minha mamãe MARIA ROSÁRIA, minha irmã VANILZA GONÇALVES, meu cunhado LINDOMAR GOMES e minhas sobrinhas PALLOMA e ANA LAURA pelo amor e apoio incondicional neste período, amo muito vocês e aos amigos pelos encontros para uma descontração e relaxamento.

A todos os professores que contribuíram para minha formação desde os professores do primário, ensino fundamental e médio, todos que passaram nas minhas graduações e os professores do programa PPGEO a minha gratidão e respeito.

Aos meus queridos alunos(as) obrigada pela confiança, vocês têm o meu respeito e gratidão.

Enfim, a todos que, de alguma forma, me ajudaram, contribuíram para o desenvolvimento dessa pesquisa, seja direta ou indiretamente. Tenho certeza que sem a presença de cada um de vocês em minha vida os caminhos seriam bem mais difíceis e tristes.

DEDICO

Dedico este trabalho ao meu papai (in memorian) José Gonçalves e a minha família.

Aos amigos que se tornaram família em especial ao Prof. José Carlos.

E ao Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros.

Ao Parque,

CUIDADO COM A CHPADADA

Cuidado com a Chapada, Ela é DELICADA! Cuidado com a chapa, Ela é SAGRADA! É uma fonte de VIDA, uma fonte de ÁGUA!

Cuidado com a Chapada pise leve (não mexa) nos Campos Úmidos e Veredas. Elas abastecem as nascentes. Se tem palmeira Buriti, é campo úmido e Nascente – PAISAGEM PROTEGIDA POR LEI.

Cuidado coma a Chapada, Ela é MOLHADA! Não mexa nas Encostas ou Beira de Tabuieiros. Respeite a Mata Ciliar e 50 metros do entorno de Campos úmidos, Córregos e Grotas. Não mate os Animais, nem cavouque para retirar Cristais.

Cuidado com Chapada! É fonte de VIDA, Patrimônio da Humanidade! Não compre lotes para especular, só ocupe o que for usar! Se a estrada for de areia, a chuva vai erodir, se o campo, se o campo for úmido, a fossa vai transbordar! Proteja Paisagem, e não mexa nas áreas Virgens!

Cuidado coma Chapada, Ela é DELICADA! Nunca represe uma Nascente, nem nos Córregos ou Grotas, mesmo que intermitentes. A Água livre da Chapada é Pura, Oxigenada. A Água represada fica pobre, estragada. Adoece os Peixes e os Humanos rio abaixo. Se todos fizerem represas nos Córregos, acabou a Água Pura da Chapada, acabou a Chapada.

Cuidado com a Chapada Ela é Amada! Não mexa com trator nas Veredas, Campos Úmidos ou de Altitude, são protegidos por lei, nem perto (50m) dos Córregos e grotas, ou em lugares íngremes (25 graus). Temos que plantar, mas não em terras arenosas de Altitude (1200 m+). Campo, Campina e Cerradinho não servem para Agricultura (são paisagem, para caminhada). A terra arenosa pelada não retém nutrientes, é rasa e é facilmente erodida pelas chuvas. Plante sim, nos fundos do vale, pastos antigos e no Sertão, onde a terra é argilosa, plana e profunda: Mas não desmate mais: já existe muita área aberta para lavoura.

Cuidado com a Chapada, Ela é Limitada! “Comece simples, comece pequeno. Seja humilde, aqui é diferente....” Vamos amar a nossa Chapada. A Chapada representa a Natureza do Planeta Terra. UMA HOMENAGEM AO GRANDE PITER. AVE. Associação Amigos do PNCV.

RESUMO

O Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (PNCV) é considerado pela Unesco (Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e a Cultura) um Patrimônio Mundial Natural da Humanidade e zona de núcleo da Reserva da Biosfera do Cerrado. É um dos Hotspots do Brasil, com suas fitofisionomias totalmente no domínio do Cerrado. Instituído em 1961, pelo Presidente Juscelino Kubitschek com o nome de Parque Nacional do Tocantins, contava com uma área de aproximadamente 625 mil hectares, que foi sucessivamente reduzida. Em 11 de maio de 1972, o parque passou a ter os seus limites de 171.924 hectares, a partir de diagnósticos realizados por uma comissão do Ministério da Agricultura. Nove anos depois, em 1981 o PNCV perdeu parte de seu território, ficando restrito a 65 mil hectares, por conta do Projeto “Agropecuária Alto Paraíso”, apresentado pelo Governo de Goiás, solicitando, na época, a passagem da rodovia GO-239 entre o Morro da Baleia e o Morro do Braço. Em 2001, foi reconhecido como Sítio do Patrimônio Natural da Humanidade pela UNESCO, tendo sua área ampliada para 235.000 mil hectares. Mas, o Decreto de ampliação foi suspenso em 2003 pelo Supremo Tribunal Federal, por falhas no processo de consulta pública, voltando à área definida em 1981. Com um novo decreto de 17 de junho de 2017, teve sua ampliação, passando a sua área para 240.586,56 hectares (PM,2019). A Área de Proteção Ambiental (APA) do Pouso Alto foi criada pelo Decreto nº 5.419, de 07 de maio de 2001, é uma área destinada a fomentar o desenvolvimento sustentável e a preservar a flora, a fauna, os mananciais, a geologia e o paisagismo da região de Pouso Alto, localizada, no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, neste Estado (GOIÁS, 2001). O objetivo geral desta dissertação é o de compreender como se deu o processo de uso e cobertura do solo, a fragilidade e a vulnerabilidade ambiental na área do PNCV, desde o processo de criação (1961); além disso, espera-se também entender como ocorreram as reduções de sua área (1972 e 1981) e o processo de sua ampliação (2001 e 2017). Este trabalho insere na área do PNCV, com seu mapeamento, para análise do ponto de vista da Geoecologia da Paisagem, de sua vulnerabilidade e fragilidade ambiental. Os resultados da modelagem indicaram que em relação à fragilidade potencial, o que predomina é a classe Média, com 61,50% e área de aproximadamente 147.992,22 hectares e em referência à fragilidade Emergente, prevalece a classe Baixa, com 85,1% e área de 204.616,97 hectares. Em relação à vulnerabilidade ambiental, o que predomina é a classe Média, abrangendo 198.902,07 hectares, equivalentes a área de estudos. Apesar da geomorfologia e dos tipos de solos da região apresentarem alta fragilidade ou vulnerabilidade, as condições de preservação do Cerrado na região se refletem na estabilidade das paisagens.

Palavras-chave: Cerrado. Geoecologia da paisagem. Vulnerabilidade ambiental. Fragilidade ambiental.

ABSTRACT

The *Chapada dos Veadeiros* National Park (PNCV) is considered by *Unesco* (United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization) a Natural World Heritage Site and the core area of the Savanna Biosphere Reserve. It is one of Brazil's Hotspots, with its phytophysionomies entirely within the Savanna domain. Established in 1961, by President *Juscelino Kubitschek*, under the name *Parque Nacional do Tocantins*, it had an area of approximately 625 thousand hectares, which was successively reduced. On May 11, 1972, the park was given its boundaries of 171,924 hectares, based on diagnoses made by a commission of the Ministry of Agriculture. Nine years later, in 1981, the *PNCV* lost part of its territory, being restricted to 65 thousand hectares, because of the "*Alto Paraíso Agricultural Project*", presented by the Government of *Goiás*, requesting, at the time, the passage of the *GO-239* highway between *Morro da Baleia* and *Morro do Braço*. In 2001, it was recognized as a Natural Heritage Site of Humanity by *UNESCO*, having its area increased to 235,000 hectares. However, the expansion decree was suspended in 2003 by the Federal Supreme Court, due to flaws in the public consultation process, returning to the area defined in 1981. With a new decree of June 17, 2017, it had its area expanded to 240,586.56 hectares (PM,2019). The *Pouso Alto* Environmental Protection (APA) Area was created by Decree No. 5.419, of May 7, 2001, it is a *Pouso Alto* Environmental Protection Area, intended to foster sustainable development and preserve the flora, fauna, springs, geology and landscaping of the *Pouso Alto* region, located, in the *Chapada dos Veadeiros* National Park, in this State (GOIÁS, 2001). The overall objective of this dissertation is to understand how the process of land use and land cover, environmental fragility and vulnerability occurred in the area of the *PNCV*: since the process of creation (1961); the area reductions (1972 and 1981); and the process of expansion, (2001 and 2017). This work is integrated in the *PNCV* area, with mapping for analysis of landscape geocology, vulnerability and environmental fragility. The modeling results indicated that, in relation to the potential fragility, what predominates is the Medium class with 61.50%, with the area of approximately 147.992,22 hectares, and the Emergent fragility with the Low class, with 85.1% with an area of 204.616,97 hectares. In relation to environmental vulnerability, what predominates is the medium class with an area of 198.902,07, with a percentage of 82.56%. Despite the geomorphology and soil types of the region presenting high fragility or vulnerability, the conditions of preservation of the Savanna in the region, reflects in the stability of the landscapes.

Keywords: Savanna. Landscape geocology. Environmental vulnerability. Environmental fragility.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa da APA do Pouso Alto	38
Figura 2 – Mapa de localização da área do PNCV	40
Figura 3 – Mapa dos Pontos de visitas no PNCV	43
Figura 4 – Fluxograma de elaboração do mapa de fragilidade ambiental	45
Figura 5 - Fluxograma de elaboração do mapa de vulnerabilidade ambiental	49
Figura 6 – Mapa das unidades de Geologia do PNCV	52
Figura 7 – Serra do Rio Preto, o salto de 120 m, com paredões de rochas no PNCV	54
Figura 8 – Afloramento de siltito às margens da estrada, por processo de erosão e metassiltito presentes no PNCV	55
Figura 9 – Mapa de unidades da Geomorfologia do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros	57
Figura 10 – Área de Superfície Regional de Aplainamento, com formações campestres (Campo sujo e campo limpo), presentes no PNCV	59
Figura 11 – Fotografia: Em primeiro plano uma área de formação florestal e ao fundo o Relevo de Morros e Colinas	60
Figura 12 – Mapa de Hipsometria do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros	61
Figura 13 – Área de Unidades de Paredões de Quartzitos presentes no PNCV	61
Figura 14 – Mapa de Declividades do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros	62
Figura 15 – Mapa do Clima (Köppen) do PNCV	65
Figura 16 – Mapa de classes de Precipitação do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros	66
Figura 17 – Mapa das Classes de solo do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (2017)	67
Figura 18 – Fotografia de área de Afloramento de Rochas no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros.....	68
Figura 19 – Fotografia de formação de Neossolo no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros	69
Figura 20 – Fotografia na Área do PNCV com classe de Plintossolo	70
Figura 21 – Mapa de Classes de uso e cobertura do solo do PNCV (1990 a 2020)	72

Figura 22 – Fotografia de Vegetação típica do Cerrado no PNCV (Formação Campestre Florestal e Savânica)	74
Figura 23 – Fotografia na Área do PNCV com Formação Campestre	76
Figura 24 – Fotografia na Área do PNCV com Formação Florestal no PNCV	77
Figura 25 – Formação savânica <i>Caryocar brasiliense</i> (pequi)	78
Figura 26 – Mapa das classes de fragilidade de precipitação do PNCV	82
Figura 27 – Mapa das classes de fragilidade de precipitação no PNCV (período de 1970 a 2011)	85
Figura 28 – Mapa das classes de fragilidade do uso e cobertura do solo do PNCV	88
Figura 29 – Mapa de classe de fragilidade potencial do PNCV	91
Figura 30 – Mapas de Classes de fragilidade emergente do PNCV	93
Figura 31 – Classes de vulnerabilidade relacionada a geologia do PNC	100
Figura 32 – Classes de vulnerabilidade relacionadas à declividade do PNCV	102
Figura 33 – Classes relacionadas a precipitação do PNCV (1990 – 2020)	104
Figura 34 – Classes de vulnerabilidade relacionada ao solo do PNCV	107
Figura 35 – Classes de vulnerabilidade relacionada ao uso e cobertura do solo no PNCV	108
Figura 36 – Vulnerabilidade ambiental do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros	110

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 – Declividade do PNCV em porcentagem	63
Tabela 2 – Classes de fragilidade em relação ao total de precipitação. (1990 a 2000)	66
Tabela 3 – Classes dos tipos de solos do PNCV	68
Tabela 4 – Classes de Uso e cobertura do solo (PNCV)	72
Tabela 5 – Classes de Uso e cobertura do solo em porcentagem (%) (PNCV)	75
Tabela 6 – Classes de fragilidade ambiental da declividade do PNCV	82
Tabela 7 – Precipitação anual e fragilidade ambiental no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros	86
Tabela 8 – Classes de fragilidade ambiental do solo no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (2017)	88
Tabela 9 – Classes fragilidade em relação aos tipos de uso e cobertura do solo no PNCV	92
Tabela 10 – Classes de fragilidade potencial do PNCV	94
Tabela 11 – Classes de fragilidade emergente do PNCV	95
Tabela 12 – Classes de vulnerabilidade relacionadas a geologia do PNCV	100
Tabela 13 – Classes de vulnerabilidade da declividade do PNCV	103
Tabela 14 – Classes de vulnerabilidade de precipitação do PNCV (1070 – 2000)	103
Tabela 15 – Classes de vulnerabilidade do solo no PNCV	107
Tabela 16 – Classes de vulnerabilidade do uso e cobertura do solo no PNCV	109
Tabela 17 – Classes de vulnerabilidade ambiental do PNCV	111

LISTAS DE QUADROS

Quadro 1 – Classes de vulnerabilidade para Geologia do PNCV	47
Quadro 2 – Classes de vulnerabilidade do solo (Emater 2017)	47
Quadro 3 – Classes de vulnerabilidade do uso e cobertura do solo (2020)	48
Quadro 4 – Classes de vulnerabilidade de precipitação no PNCV (período de 1970 a 2000)	48
Quadro 5 – Classes de solo (Emater 2017)	89
Quadro 6 – Classes de uso e cobertura do solo no PNCV	91

LISTA DE SIGLAS DE ABREVIATURAS

AGMA	Agência Goiana de Meio Ambiente
A.P.	Antes do presente
APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Área de Preservação Permanente
AR	Afloramento de Rochas
ASAS	Atlântico Sul, Alta Subtropical
Aw	Clima de savana
CF88	Constituição Federal de 1988
CXbd	Cambissolo Háplico Distrófico
Cwa	Clima subtropical úmido
Cwb	Clima subtropical de altitude
DA	Depósitos Aluvionares
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
FFc.	Plintossolos Pétricos Concrecionários
GPS	Sistema de Posicionamento Geográfico
ha	hectares
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
Inmet	Instituto Nacional de Meteorologia
LVd	Latossolo Vermelho Distrófico
MDE	Modelo Digital de Elevação
MMA	Ministério do Meio Ambiente
ONU	Organização das Nações Unidas
PNCV	Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros
PNH	Patrimônio Natural da Humanidade
PVAd	Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico
PVe	Argissolo Vermelho Eutrófico
PVw	Latossolo Vermelho Acrico
Resbio	Reserva da Biosfera

RLd	Neossolo Litolítico Distrófico
RQo	Neossolo Quartzarenico Ortico
SARS-CoV-2	Síndrome Respiratória Aguda Grave
SEMAD	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento
SGMG	Superintendência de Geologia e Mineração do Estado de Goiás
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
SRA	Superfície Regional de Aplainamento
STF	Supremo Tribunal Federal
TGS	Teoria Geral dos Sistemas
UC	Unidade de Conservação
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UTBs	Unidades Territoriais Básicas
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul
ZCOU	Zona de Convergência de Umidade
ZER	Zona de Erosão Recuante

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	20
OBJETIVOS	23
OBJETIVO GERAL	23
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	25
1.1 O CERRADO: BIOMA E DOMÍNIO	25
1.2 ABORDAGENS TEÓRICAS ACERCA DA PAISAGEM E GEOECOLOGIA DE PAISAGENS.....	27
1.3 ABORDAGEM GEOSISTÊMICA	29
1.4 IDENTIFICAÇÃO DAS FRAGILIDADES E VULNERABILIDADES AMBIENTAIS	31
1.5 ARCABOUÇO LEGAL DO PNCV	33
1.6 APA DE POUSO ALTO	37
2 MATERIAL E MÉTODOS	40
2.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	40
2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	41
2.2.1 Análise Geoambiental do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros	42
2.2.2 Evolução do uso e cobertura do solo	44
2.2.3 Fragilidade Ambiental do PNCV	44
2.2.4 Vulnerabilidade Ambiental do PNCV	46
3 ESTRUTURA DA PAISAGEM DO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS VADEIROS	51
3.1 GEOLOGIA DO PNCV	51
3.2 GEOMORFOLOGIA DO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS VEADEIROS	56
3.3 CLIMA DO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS VEADEIROS	63
3.4 CLASSES DE TIPOS DE SOLOS NO PNCV	67
3.5 EVOLUÇÃO DO USO E COBERTURA DO SOLO NO PNCV	70
4 FRAGILIDADES PTENCIAL E EMERGENTE DO PNCV	81
4.1 CARATERIZAÇÃO E ANÁLISE DA FRAGILIDADE GEOMORFOLÓGICA DO PNCV	81
4.2 CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DA FRAGILIDADE CLIMÁTICA DO PNCV ..	83
4.4 CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DA FRAGILIDADE DO USO E COBERTURA DO SOLO DO PNCV	90

4.5 CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DAS FRAGILIDADES POTENCIAL E EMERGENTE DO PNCV	92
4.5.1 Fragilidade ambiental emergente	94
5 VUNERABILIDADE NATURAL A PERDA DE SOLO (VNPS) DO PNCV	99
5.1 CARATERIZAÇÃO E ANÁLISE DA VULNERABILIDADE GEOLÓGICA DO PNCV	99
5.2 CARATERIZAÇÃO E ANÁLISE DA VULNERABILIDADE GEOMORFOLÓGICA DO PNCV	101
5.3 CARATERIZAÇÃO E ANÁLISE DA VULNERABILIDADE CLIMÁTICA DO PNCV	103
5.4 CARATERIZAÇÃO E ANÁLISE DA VULNERABILIDADE PEDOLÓGICA DO PNCV	105
5.5 CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DA VULNERABILIDADE ASSOCIADA AO USO E COBERTURA DO SOLO DO PNCV	108
5.6 CARACTERIZAÇÃO DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL DO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS VEADEIROS	110
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	113
REFERÊNCIAS	116

INTRODUÇÃO



Foto: Jardim de Maytrea (PNCV)
Autora: Oliveira (2022)

INTRODUÇÃO

O Cerrado é um bioma do tipo savana tropical, localizado na parte central do Brasil, e o segundo de maior extensão do país (EITEN, 1972; DIAS, 1992). É um dos biomas mais importantes por sua rica biodiversidade, mas nas últimas décadas tem sido explorado intensamente pelas atividades agropecuárias que provocam impactos ambientais e a fragmentação das paisagens (AB'SABER, 2003).

Segundo o Instituto Chico Mendes da Conservação da Biodiversidade (ICMBio), o Cerrado é o bioma com a menor porcentagem de áreas sobre a proteção integral. Logo, apenas 8,21% da área total do bioma são legalmente protegidas como unidades de conservação, uma das razões que levaram o Cerrado a se tornar o bioma brasileiro que mais sofreu alterações antrópicas nos últimos cinquenta anos, modificando sua paisagem natural.

O domínio do Cerrado é dotado de uma diversidade paisagística, com planaltos e depressões que apresentam uma variedade de formas, mas que em conjunto com a geologia, solos, vegetação e clima propiciam a formação de diversos habitats.

O Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (PNCV) é uma Unidade de Conservação e Proteção Integral, com grande importância para a conservação da biodiversidade e da geodiversidade do Cerrado, tendo sido reconhecido pela UNESCO em 2001 com o título Sítio do Patrimônio Natural da Humanidade (ICMBIO, 2009).

Localiza-se na microrregião da Chapada dos Veadeiros, região Nordeste do estado de Goiás, abrangendo parte dos municípios de Alto Paraíso de Goiás, Cavalcante, Nova Roma, Teresina de Goiás e São João d'Aliança, além de ser o topônimo mais conhecido das terras altas goianas. Faz parte de um imenso planalto que se estende pelo norte-nordeste goiano e forma uma faixa contínua em direção ao centro e ao sudeste do estado. Além disso, registra as maiores altitudes do estado, ultrapassando 1700 metros (OLIVEIRA, 2014). O território do parque localiza-se dentro da reserva da APA do Pouso Alto, uma área de proteção ambiental destinada a fomentar atividades sustentáveis e a preservação da flora, fauna, mananciais, geologia e paisagismo.

O PNCV foi criado em 1961, pelo Decreto nº 49.875, sob o nome de Parque Nacional do Tocantins, com aproximadamente 625 mil hectares (BRASIL, 1961), mas teve sua área, mais tarde, reduzida para apenas 65 mil hectares, em 1981 (BRASIL, 1981) e, posteriormente, em 2017, novamente ampliada, para pouco mais de 240 mil hectares. Apesar de sua importância no contexto do Cerrado, bioma em que se localiza, nos últimos anos têm sido propostas novas

reduções na área do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, que, se aprovadas, farão com que a sua área encolha novamente (BRASIL, 2017).

O estudo do PNCV é de grande importância, por se situar em um dos lugares em que o Cerrado está bem preservado, onde ocorrem as mais extensas áreas deste domínio ainda preservadas, mantendo todas as formações fitofisionômicas (formação savânica, florestal e campestre) e, por, graças ao conjunto de fatores geomorfológicos, ser um lugar privilegiado no estado de Goiás pela grande beleza cênica e paisagística.

A introdução dos estudos baseados na Teoria Geral dos Sistemas da Geografia trouxe importantes aportes teóricos, conceituais e metodológicos, tais como aqueles relacionados aos geossistemas, à análise integrada de paisagens, à geoecologia de paisagens e à ecodinâmica para a ciência geográfica, ampliando assim, seu poder explicativo.

A geoecologia de paisagem é importante por ser uma ciência multidisciplinar que utiliza várias abordagens e métodos. Segundo Rodriguez e Silva (2013), esse arcabouço propicia as bases teóricas e metodológicas para a análise ambiental, servindo como aporte conceitual e procedimental ao planejamento e gestão ambiental. Esse método, segundo Ross (2009), corresponde ao estudo da paisagem sob o ponto de vista ecológico e, de acordo com Rodriguez et al. (2013), fundamenta-se na análise de sistemas para avaliar relação da sociedade-natureza, a partir da investigação e interpretação das inter-relações e interações de seus elementos.

Para Rodriguez et al (2011), o método da geoecologia das paisagens fundamenta-se em três momentos, sendo eles a análise de: I) como se formou e se ordenou a natureza; II) como, a partir das atividades humanas, construíram-se sistemas de uso e de objetos que articulam e determinam a natureza de acordo com suas necessidades e, III) como a sociedade entende a natureza e as transformações derivadas das atividades humanas (RODRIGUEZ; SILVA; LEAL, 2011). Nesse contexto, a Geoecologia da paisagem é apoio e método para estudos geoambientais, visando à análise integrada da paisagem.

Já os estudos da ecodinâmica foram propostos por Tricart (1977), baseados nos instrumentos lógicos dos sistemas, com foco nas relações mútuas entre os diversos componentes da dinâmica e dos fluxos de energia e matéria no meio ambiente, logo, buscando a classificação dos ambientes com base nos estudos da dinâmica dos ecótopos (TRICART, 1977, pág. 31). A premissa básica é que a dinâmica dos ambientes onde se incluem os ecossistemas é tão importante para a conservação e o desenvolvimento dos recursos ecológicos quanto para a dinâmica das próprias biocenoses. Dessa maneira, propõe-se o conceito de unidade ecodinâmica, como integrado ao conceito de ecossistema (TRICART, 1977).

Devido ao aprimoramento conceitual promovido por essas metodologias e aos avanços da cartografia e geoprocessamento, além do mapeamento do território brasileiro, autores como Ross (1994) e Crepani et al. (2001) elaboraram metodologias para a classificação das paisagens brasileiras, de acordo com os fundamentos da teoria dos sistemas. No primeiro caso, Ross (1994) passou a considerar as características dos ambientes naturais e antropizados como definidoras das fragilidades ambientais. Já Crepani et al. (2001) produziram e utilizaram um mapa de Unidades Homogêneas de Paisagem, para a classificação empírica de ambientes considerando sua vulnerabilidade à perda de solo.

De acordo com o arcabouço teórico e metodológico apresentado, nesta dissertação, a proposta foi realizar a análise integrada das condições geoecológicas do PNCV, com foco na identificação das distribuições espaciais das fragilidades e vulnerabilidades do referido parque. Para isso, realizou-se o levantamento das características físicas do PNCV (geologia, geomorfologia, clima, solos e cobertura do solo), além da aplicação dos métodos propostos por Ross (1994) e por Crepani et al (2001), para gerar um conjunto de mapas com as condições geoambientais do PNCV. Deste modo, os objetivos principais são apresentados nos tópicos a seguir.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

- Avaliar as condições geológicas do PNCV por meio de análise integrada da paisagem e dos indicadores de fragilidade e vulnerabilidade ambiental.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Mapear e descrever a estrutura da paisagem do PNCV, considerando os elementos geologia, solos, relevo e clima;
- Mapear as principais fitofisionomias de Cerrado no PNCV;
- Avaliar a dinâmica espaço-temporal do uso e cobertura do solo, dos anos de 1990, 2000, 2010 e 2020;
- Identificar e mapear as classes de fragilidade dos ambientes naturais antropizados e de vulnerabilidade natural à perda de solo do PNCV;
- Avaliar as condições ambientais do PNCV por meio dos indicadores de fragilidade e vulnerabilidade ambiental.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA



Foto: APA DO POUSO ALTO (PNCV)

Autora: Oliveira (2022)

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 O CERRADO: BIOMA E DOMÍNIO

O Cerrado está localizado na parte mais central do Brasil e é o segundo maior bioma em área do país, superado apenas pela Floresta Amazônica (KLINK; MACHADO, 2005).

O Cerrado é um bioma fundamental para a América do Sul por razões diversas, como a sua diversidade biológica, seu papel na preservação dos recursos hídricos e a riqueza cultural das suas populações tradicionais. Apesar disso, foi escolhido por sucessivos governos Brasileiros para ser o último grande “celeiro agrícola” mundial. Por essa razão, os últimos quarenta anos têm marcado uma profunda transformação na paisagem da região originalmente ocupada pelo Cerrado, que já cedeu mais da metade de sua área nativa para a formação de pastagens e de gigantescas monoculturas (BIZERRIL, 2021).

Sendo um dos ‘hotspots’ para a conservação da biodiversidade mundial (KLINK; MACHADO, 2005) e um mosaico de fitofisionomias de portes florestais, savânicas e campestres, semelhantes às das demais savanas do mundo, o Cerrado possui uma das maiores biodiversidades do planeta. Para Ab’Saber (p. 117, 2007)

O domínio [morfoclimático] dos cerrados, em sua região nuclear, ocupa predominantemente maciços planaltos de estrutura complexa, dotados de superfícies aplainadas de cimeira, e um conjunto significativo de planaltos sedimentares compartimentados, situados em níveis que variam entre 300 e 1.700 metros de altitude. As formas de terrenos são, grosso modo, similares tanto nas áreas de terrenos cristalinos aplainados quanto nas áreas sedimentares sobre elevadas e transformadas em planaltos típicos.

Para Alho e Martins (1995), a partir de seus significados iniciais, a terminologia “cerrado” adquiriu caráter polissêmico. A evolução do termo fez com que passasse a ser utilizado para denominar a vegetação característica da porção central do Brasil, que até o final do século XIX era conhecida como “tabuleiros” e “tabuleiros cerrados”. Batalha (2011) agrupa e define o cerrado em três sentidos, tendo em vista a variedade de significados em que a palavra é usada:

- 1) Cerrado, com a inicial maiúscula, quando estivermos nos referindo ao domínio fitogeográfico do Cerrado, incluindo não só o cerrado sensu lato, mas também os outros tipos vegetacionais que ali se encontram;
- 2) cerrado sensu lato ou simplesmente cerrado, quando estivermos nos referindo ao cerrado enquanto tipo vegetacional, isto é, do campo limpo ao cerradão - aqui há um complexo de biomas, bioma dos campos tropicais, das savanas e das florestas estacionais; e
- 3) cerrado sensu stricto, quando estivermos nos referindo a uma das fisionomias savânicas do cerrado sensu lato.

Além disso, o Cerrado pode ser considerado o domínio morfoclimático, se tomada a proposta de Ab’Saber (2007), dos Chapadões tropicais interiores com cerrados e florestas – galerias.

A especificidade da sua condição geocológica faz do Cerrado brasileiro uma savana única no planeta, contendo, em seu domínio, uma diversidade enorme de fisionomias (AB'SABER, 1970) que, como observado por Coutinho (1992) e por Oliveira (2005), ocorre sob o formato de mosaicos de aspectos fisionômicos que não se apresentam de maneira ordenada, alternando-se entre campos sujos, cerradão, campo cerrado, campo limpo, entre outras.

A respeito do processo de ocupação do Cerrado, a Embrapa Cerrados (2008) relata que iniciou, no século XVII, um lento processo de ocupação movido pela exploração do ouro e por pedras preciosas, formando pequenos povoados nos estados do Mato Grosso, Minas Gerais, Tocantins e Maranhão. Com as minas de ouro exauridas, encerra-se o ciclo da mineração e a região dos cerrados voltou-se à criação extensiva de gado e à agricultura de subsistência (BARBOSA, 1995).

Esse cenário começou a mudar na década de 1960, com o esgotamento das terras do Sul e do Sudeste do Brasil para a agricultura, que levaram à expansão agropecuária no Cerrado. Estas mudanças foram acentuadas em Goiás com a construção de Brasília e com a adoção de uma política de expansão agrícola com capital externo (EMBRAPA CERRADOS, 2008).

Dessa forma, embora o Cerrado tenha sido ocupado por populações humanas desde 12.000 anos atrás (BARBOSA, 2008), as atuais atividades econômicas no bioma Cerrado são um fenômeno recente, fruto da modernização da agropecuária ocorrida a partir da década de 1970. Este processo marcou o início da rápida e sistemática conversão das áreas de vegetação natural de cerrado em áreas destinadas à produção de *commodities* agropecuárias (BARBOSA, 2008). Do ponto de vista econômico, o Cerrado assumiu papel fundamental no agronegócio brasileiro, fazendo com que o país fosse reconhecido internacionalmente como um dos principais produtores de grãos e carne bovina do mundo.

Para Vilela (2008), com a introdução da agricultura, das pastagens e de espécies exóticas no Cerrado, observa-se que as paisagens naturais passam paulatinamente a serem artificializadas, com perda da biodiversidade de *habitats*.

As principais ameaças à biodiversidade do cerrado são a monocultura intensiva de grãos e a pecuária extensiva de baixa tecnologia que destrói o ecossistema nativo, degradam os solos e dispersam espécies exóticas como as gramíneas africanas, que hoje são encontradas tanto em áreas perturbadas e plantações abandonadas como em reservas naturais do Cerrado (VILELA, 2008).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2017), há uma crescente pressão para a abertura de novas áreas produtivas, visando incrementar a produção de carne e grãos para exportação, além disso, há também a exploração de sua madeira para produção de carvão.

Assim, principalmente nas três últimas décadas, o Cerrado vem sendo degradado pela expansão da fronteira agrícola brasileira, restando 50% (cinquenta por cento) de áreas naturais (Ministério do Meio Ambiente, 2017).

Segundo Klink e Machado (2005), dentre os principais efeitos negativos da expansão agrícola, encontra-se a devastação desse bioma a partir da degradação dos solos e da extinção de espécies de plantas e animais. Portanto, embora a evolução agrícola possa proporcionar benefícios para o país, a forma desordenada como tem sido conduzida sua expansão, tem criado ameaças à biodiversidade e aos solos do Cerrado.

O PNCV, inserido no bioma Cerrado, tem grande riqueza biológica e é uma porção significativa de área preservada deste bioma. O grau de preservação e conservação é resultado de aspectos legais e institucionais, tais como: a existência dos territórios quilombola e indígena e da legislação que atua como rede de proteção da área; de aspectos políticos e culturais tanto nacionais como regionais e até locais, consubstanciados pelo fato de os povos tradicionais que vivem no PNCV e seu entorno manterem relativa sustentabilidade na exploração dos recursos e; de aspectos ambientais, tais como os solos pouco desenvolvidos para o agronegócio que ocorrem em porções significativas do PNCV.

1.2 ABORDAGENS TEÓRICAS ACERCA DA PAISAGEM E GEOECOLOGIA DE PAISAGENS

A paisagem é uma das manifestações das formas complexas dos movimentos de matéria e energia na Natureza em sua relação com a sociedade. Segundo Sanderville (2005), entender a paisagem é percebê-la como um resultado da ação histórica dos homens em sua interação com a natureza, ou seja, como conformação de mudanças de processos naturais e humanos em um determinado lugar ou região.

Para Christofolletti (1999), a paisagem é uma categoria de investigação geográfica, na qual é possível compreender o espaço como um sistema ambiental, físico e socioeconômico integrado, com estrutura, funcionamento e dinâmica.

Segundo Salgueiro (2011), nos “estudos de paisagem, inicialmente focados na descrição das formas físicas da superfície terrestre, foram progressivamente incorporando os dados da transformação humana do ambiente no tempo”. Para Christofolletti (1999), a paisagem é um organismo complexo, feito pela associação específica de formas e apreendida pela análise morfológica. O conteúdo da paisagem é constituído pela combinação dos elementos materiais e dos recursos naturais disponíveis em um lugar com as obras humanas, correspondendo ao

uso que deles fizeram os grupos culturais que viveram nesse lugar. Dessa forma, podemos dizer que todos os seres fazem parte e contribuem para a formação da paisagem, seja ela natural ou antropizada.

Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017) definem a paisagem como um conjunto de inter-relações de formações naturais e antropogênicas, podendo ser considerada como um sistema que contém e reproduz recursos, isto é, como um meio de vida e da atividade humana ou ainda como um laboratório natural e fonte de percepções estéticas.

Dentre as concepções de análise da paisagem, temos a ecologia de paisagens. Para Metzger (2001) o método da ecologia de paisagens seria uma combinação de uma análise espacial da geografia com um estudo funcional da ecologia, cuja problemática central seria o efeito da estrutura da paisagem nos processos ecológicos.

Nessa perspectiva, o enfoque sistêmico e seu referencial teórico-metodológico (dentre outros os Geossistemas, a Ecodinâmica, a Ecologia e a Geoecologia de Paisagem) compõem a base técnica e científica para o estudo da paisagem na Geografia Física.

Em síntese, pode-se considerar a Ecologia da Paisagem como portadora de essência multidisciplinar, dado que se utiliza de métodos e abordagens de várias disciplinas afins e interdisciplinar, porque o meio por ela estudado é produzido pela convergência de componentes que estudados separadamente não explicariam o seu todo, em termos de estrutura e dinâmica, como o processo de fragmentação das coberturas naturais e suas implicações (CARNEIRO, p. 37, 2012).

O termo ecologia de paisagens foi empregado pela primeira vez pelo biogeógrafo alemão Carl Troll em 1939, ocorrendo apenas quatro anos após Tansley (1934) ter introduzido o conceito de ecossistema. O ponto de partida da ecologia de paisagens é muito semelhante ao da ecologia de ecossistemas, assim, a observação das inter-relações da biota e o ser humano com o seu ambiente, formam um todo (METZGER, 2001).

Embora, as definições de ecologia de paisagens variem em função da abordagem geográfica ou ecológica, de modo geral esta perspectiva de análise da paisagem é entendida como o estudo da estrutura, função e dinâmica de áreas heterogêneas compostas por ecossistemas interativos (FORMAN; GODRON, 1986) ou ainda como a investigação da estrutura e funcionamento de ecossistemas na escala da paisagem (POJAR et al., 1994).

Para Metzger (2001), a ecologia de paisagens é uma nova área de conhecimento dentro da ecologia, marcada pela existência de duas principais abordagens: uma geográfica, que privilegia o estudo da influência do homem sobre a paisagem e a gestão do território; e outra ecológica, que enfatiza a importância do contexto espacial sobre os processos ecológicos e a importância destas relações em termos de conservação biológica. Estas abordagens apresentam

conceitos e definições distintas e por vezes conflitantes, que dificultam a concepção de um arcabouço teórico comum.

Três pontos fundamentais caracterizam a abordagem geográfica da ecologia das paisagens: a) a preocupação com o planejamento da ocupação territorial, por meio do conhecimento dos limites e das potencialidade desde o uso econômico de cada “unidade da paisagem” (definida, nessa abordagem, como um espaço de terreno com características comuns); b) o estudo de paisagens fundamentalmente modificadas pelo homem, as “paisagens culturais” (TRICART, 1979); e c) a análise de amplas áreas espaciais, sendo a Ecologia de Paisagens diferenciada, nessa abordagem, por focar questões em macro escalas, tanto espaciais quanto temporais (sendo assim uma macro ecologia). Nessa perspectiva, retoma-se a definição de paisagem de Troll (1971 apud METZGER, 2001) como sendo “a entidade visual e espacial total do espaço vivido pelo homem” (METZGER, p. 3, 2001).

Já a Geoecologia de Paisagem, segundo Rodriguez et al. (2017, p. 7), tem sua gênese nos trabalhos realizados no século XIX por Humboldt, Lomonosov e Dokuchaev. Nesse século, diversos trabalhos sobre a Geoecologia da paisagem foram realizados por pesquisadores do mundo todo e a partir desses estudos a Geoecologia da Paisagem passou a enquadrar-se como uma ciência ambiental, que oferece uma contribuição essencial no conhecimento da base natural do meio ambiente, entendido como meio global.

Para Rodriguez et al (2017, p. 13), a Geoecologia da Paisagem reveste-se de fundamentos importantes no âmbito de uma perspectiva, onde as ideias da multidisciplinaridade valorizam a questão ambiental rompendo as fronteiras.

1.3 ABORDAGEM GEOSISTÊMICA

Embora a Teoria Geral dos Sistemas (TGS) tenha sido formulada por Ludwig von Bertalanffy nos anos de 1930, Marx e Engels já tinham formulado o conceito de sistema no século XIX (RODRIGUEZ; SILVA, 2017). A partir do trabalho de Ludwig von Bertalanffy, Tricart (1977) define

(...) conceito de sistema como um conjunto de fenômenos que se desenvolvem a partir dos fluxos de matéria e energia, que tem origem a partir de uma interdependência, no qual surge uma nova entidade global, integral e dinâmica, permitindo assim uma atitude dialética, a necessidade de análise e de visão do todo, a fim de se atuar sobre o meio ambiente. (TRICART, 1977, p. 32).

Segundo Christofolletti (1979) (apud ARAUJO, 2018), um sistema é composto por matéria, energia e estrutura. A matéria é o material móvel, ou seja, aquilo que se movimenta; a

energia é a força que faz o sistema funcionar, o que possibilita a geração de trabalho e; a estrutura é formada pelos elementos e suas relações. Esta última é expressa pelo arranjo de seus componentes.

Na Geografia, a aplicação dos estudos de sistemas ganhou impulso a partir da segunda metade do século XX, principalmente pela introdução do conceito de Geossistema nos trabalhos independentes de George Bertrand na França e Victor Sotchava na União Soviética, além dos trabalhos de Chorley (1962), nos Estados Unidos (TEIXEIRA, 2014). Segundo Tricart (1977) o conceito de sistema é o melhor instrumento lógico para estudar os problemas do meio ambiente.

A partir destes trabalhos, o francês George Bertrand (1972) interpretou o conceito de geossistema e propôs a ideia de Geossistema/Território/Paisagem (RODRIGUEZ; SILVA, p. 28, 2017). Na visão do autor, a paisagem é, antes de tudo, uma expressão fisionômica visual, ao passo que o geossistema é um nível hierárquico de classificação das paisagens naturais.

Nessa abordagem, como posto por Bertrand (1972), a paisagem não é a simples adição de elementos geográficos incoerentes, mas é a combinação dinâmica e instável de elementos naturais e antrópicos, que reagem dialeticamente, construindo paisagens heterogêneas em evolução constante.

Nesse arcabouço, o Geossistema é:

Um sistema natural, complexo e integrado onde há circulação de energia e matéria e onde ocorre exploração biológica, inclusive aquela praticada pelo homem. Pela ação antrópica poderão ocorrer pequenas alterações no sistema, afetando algumas de suas características, porém estes serão perceptíveis apenas em micro-escala e nunca com tal intensidade que o Geossistema seja totalmente transformado, descaracterizado ou condenado a desaparecer (TROPPMAIR; GALINA, p. 81, 2006).

O Geossistema é, desse modo, uma unidade complexa, um espaço amplo que se caracteriza por certa homogeneidade de seus componentes, estruturas, fluxos e relações que, integrados, formam o ambiente físico-natural (TROPPMAIR, 1994). Monteiro (1978) considera que o Geossistema constitui um sistema singular, complexo onde interagem os elementos humanos, físicos, químicos e biológicos.

Na definição de Bertrand (1971), o Geossistema seria a relação entre o potencial ecológico (geomorfologia, clima e hidrologia), a exploração biológica (vegetação, solo e fauna) e a ação antrópica em uma dada área. Além disso, segundo Troppmair (1994), todo Geossistema possui três características fundamentais: a morfologia, a dinâmica e a exploração biológica.

Seguindo a mesma lógica, Christofolletti (1999, p. 42) define Geossistema como:

O resultado da combinação de um potencial ecológico (geomorfologia, clima, hidrografia), uma exploração biológica (vegetação, solo, fauna) e uma ação antrópica, não apresentando, necessariamente, homogeneidade fisionômica, e sim um complexo essencialmente dinâmico. Essa unidade abrange escala de alguns quilômetros quadrados a centenas de km², podendo ser decomposta por unidades menores fisionomicamente homogêneas, representados pelos geofácies e geotipos.

A partir das definições de Bertrand (1971), de Troppmair (1994) e de Christofolletti (1999, p. 42), é possível conceber uma instrumentação para o estudo e para a compreensão dos Geossistemas. Ou seja, como posto por Rodriguez e Silva (2019, p. 33), a Teoria dos Geossistemas seria o estudo da dinâmica do meio natural, que abre caminhos diretos para a compreensão científica da influência do ser humano sobre a estrutura e funcionamento dos geossistemas, ajudando a descobrir o mecanismo dos impactos antropogênicos sobre a natureza.

1.4 IDENTIFICAÇÃO DAS FRAGILIDADES E VULNERABILIDADES AMBIENTAIS

As metodologias de análise da Fragilidade e Vulnerabilidade Ambiental surgem a partir do arcabouço teórico-metodológico da análise de sistemas em Geografia e da compreensão e interconectividade dos componentes ambientais, principalmente os princípios da Ecodinâmica do geógrafo Jean Tricart (1977). Essas metodologias de análise também se beneficiam de outras metodologias, calcadas nos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), nos quais são avaliadas as relações entre as componentes do meio físico e biológico, permitindo estimar quais os impactos que uma determinada atividade antrópica pode causar em determinada área. Baseia-se no instrumental lógico dos sistemas e enfoca as relações mútuas entre os diversos componentes da dinâmica e os fluxos de energia e matéria no meio ambiente (TRICART, 1977).

Ross (1994) afirma que o homem ao apropriar-se do território e de seus recursos naturais causa grandes alterações na paisagem natural num ritmo mais intenso que os processos naturais. A partir desta compreensão, diversos autores sugerem metodologias para avaliação da ecodinâmica das paisagens e, nessa perspectiva, Ross (1994) e Crepani et al. (2001) propõem respectivamente metodologias para avaliação da Fragilidade e da Vulnerabilidade Ambiental, que se tornaram a base de diversos estudos elaborados no Brasil. Suas metodologias procuram correlacionar os dados cartográficos relacionados ao relevo, aos solos, às precipitações e ao uso e cobertura do solo.

Para Ross (1990):

a fragilidade dos ambientes naturais face às intervenções humanas são maiores ou menores em função de suas características genéticas. A princípio, salvo algumas regiões do planeta, os ambientes naturais mostram-se ou mostravam-se em estado de

equilíbrio dinâmico até o momento em que as sociedades humanas passaram progressivamente a intervir cada vez mais na exploração dos recursos naturais.

Em função das características genéticas, esses ambientes tendem a se manter em equilíbrio mesmo com as perturbações, sejam elas de origem natural ou antrópica, devido aos processos de retroalimentação e resiliência do sistema. Contudo, a continuidade e a intensificação dessa ação podem ultrapassar os limites críticos do sistema, afetando sua estabilidade e provocando mudanças em seu ponto de equilíbrio, estimulando a degradação ambiental.

De acordo com Tricart (1977), esse equilíbrio é frequentemente alterado pelas intervenções do homem nos mais diversos componentes da natureza, gerando estado de desequilíbrio temporários ou permanentes. Diante disto, Tricart definiu que os ambientes quando estão em equilíbrio dinâmico são estáveis, quando estão em desequilíbrio são instáveis.

A partir destas bases Ross (1990; 1994), contribuiu com novos critérios para definir e identificar as Unidades Ecodinâmicas Estáveis e as Unidades Ecodinâmicas Instáveis por meio da análise empírica dos ambientes naturais antropizados. Segundo Ross (1990), Unidades Ecodinâmicas Instáveis são aquelas cujas intervenções antrópicas modificam os ambientes naturais por meio dos desmatamentos e de práticas de atividades econômicas diversas, enquanto as Unidades Ecodinâmicas Estáveis seriam as que estão em equilíbrio dinâmico e foram poupadas da ação humana.

Ross (1990; 1994) também estabeleceu graus para a Estabilidade e a Instabilidade das Unidades Ecodinâmicas (Instabilidade Muito Fraca a Muito Forte e Estabilidade Muito Fraca e Muito Forte) e diferenciou as fragilidades naturais dos sistemas ambientais, as quais chamou de Instabilidade e Estabilidade Potencial, sendo elas ligadas ao potencial ecológico e aos solos; das fragilidades que emergem da exploração biológica (vegetação) e da ação antrópica e as chamou de Instabilidade e Estabilidade Emergente.

Sendo assim, as características do relevo (declividade e curvatura), do clima (com ênfase na pluviosidade), dos tipos de solos e do uso e cobertura do solo, são variáveis analisadas nos estudos de fragilidade ambiental, sendo essenciais a estudo de sua integração para a compreensão da realidade ambiental e instrumentalização do planejamento ambiental e estratégico (DEGRANDE; BORTOLUZZI, 2020).

Nesse sentido, Ross (2004, p. 40) afirma que:

Estes estudos relativos às fragilidades dos ambientes são de extrema importância ao Planejamento Ambiental. A identificação dos ambientes naturais e suas fragilidades potenciais e emergentes proporcionam uma melhor definição das diretrizes e ações a

serem implementadas no espaço físico-territorial, servindo de base para o zoneamento e fornecendo subsídios à gestão do território.

Para Ross (1994), é imprescindível o levantamento básico de componentes da paisagem como a geomorfologia, as classes de solos, o uso e coberturas do solo, e o clima. A metodologia estabelece que cada componente da paisagem pode apresentar níveis de fragilidade ambiental diferentes, divididos em cinco classes (1 - Muito Fraca; 2 – Fraca; 3 – Média; 4 - Forte e; 5 - Muito Forte), sendo as variáveis mais estáveis aquelas que apresentam valores mais próximos de 1; as intermediárias em torno de 3 e as mais instáveis, as mais próximas de 5. As fragilidades dos componentes devem então ser sobrepostas para que seja mapeada e analisada a fragilidade ambiental da área de estudo.

Desta forma, Ross (1994) ressalta que, para a avaliação da Fragilidade Ambiental, deve ser considerada a Fragilidade Potencial dos ambientes, a partir da análise de fatores naturais como as declividades do relevo e tipos de solos, além do uso e cobertura do solo destes ambientes, para a Fragilidade Emergente.

Crepani et al. (2001) também desenvolveu uma proposta derivada do conceito de Unidades Ecodinâmicas de Tricart (1977), buscando identificar as vulnerabilidades dos ambientes, inicialmente no contexto da Amazônia brasileira, mais tarde adaptada para outras partes do país. Nesta metodologia, há uma adaptação para a geração de mapas de vulnerabilidade à perda de solo a partir de informações integradas da paisagem e das relações entre a morfogênese.

Portanto, tanto para os trabalhos com base em Ross (1994) quanto para os de Crepani et al. (2001) realizam a sobreposição entre os produtos cartográficos temáticos (Geologia, Precipitações, Declividade, Solo e Uso e Cobertura do solo), com destaque às diferenças entre as metodologias, incluindo a dissecação do relevo, no caso da proposta de Crepani et al. (2001). Além disso, Ross (1994) trabalha com Fragilidade Potencial e Emergente dos ambientes, utilizando as variáveis de 1 a 5 para determinar a fragilidade do ambiente e, em contrapartida, Crepani et al. (2001) propõem uma avaliação por meio da atribuição de valores, de 1,0 (baixa vulnerabilidade) a 3,0 (alta vulnerabilidade).

1.5 ARCABOUÇO LEGAL DO PNCV

O PNCV foi criado pelo Decreto nº 49.875, de 11 de janeiro de 1961, com o nome de Parque Nacional do Tocantins. O decreto estabelece uma área de 625 mil hectares no estado de Goiás para o Parque, tendo como limites (BRASIL, 1961):

Art. 2º Os limites do parque ora criado, começam na margem direita do Rio Tocantins, na confluência do Rio Tocantinzinho, seguindo por este até a sua nascente; daí através das vertentes contornando a cidade de Veadeiros até a nascente do Rio Preto; daí seguindo pela mesma vertente, até a nascente do Córrego Santa Rita; daí pelo referido córrego até a confluência com o Ribeirão São Félix; daí, pelo referido ribeirão São Félix até a sua confluência com o Rio Tocantins; daí, rio acima, até o ponto de partida (BRASIL, 1961).

Além dos limites, o decreto de 1961 autorizava a obtenção de doações e as desapropriações necessárias à implantação do Parque Nacional do Tocantins; a sujeição da área ao Código Florestal de 1934 e; a responsabilidade pela administração do parque ao Ministério da Agricultura (BRASIL, 1961).

A mudança da denominação de Parque Nacional do Tocantins para Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros ocorreu pelo Decreto de nº 70.492, de 11 de maio de 1972. Este decreto instituiu ainda novos limites para o PNCV, diminuindo sua área de 650 mil hectares para pouco mais de 170 mil hectares, estabelecendo a sujeição do parque à legislação vigente e, nomeadamente ao Código Florestal, presumivelmente o Novo Código Florestal de 1965 (BRASIL, 1972).

A área do PNCV foi novamente reduzida, desta vez para apenas 60 mil hectares, pelos Decretos 86.173 de 2 de julho de 1981 e 86.596 de 17 de novembro de 1981, que alteraram os limites do parque (BRASIL, 1981a; 1981b).

Segundo Ribeiro e Franco (2020) e ICMBio, a primeira tentativa de ampliação do PNCV ocorreu em 2001. Conforme entrevista com Bernardo Brito, servidor técnico do ICMBio, que participou do processo de ampliação, essa proposta ocorreu a partir de iniciativa técnica do setor de Unidades de Conservação do IBAMA (RIBEIRO; FRANCO, 2020). O decreto de ampliação foi assinado por Fernando Henrique Cardoso, em 27 de setembro de 2001, ampliando os limites do PNCV de 60 mil para aproximadamente para 235 mil hectares. A ampliação foi suspensa a partir do Mandado de segurança 24.1845/DF, aprovado pelo Supremo Tribunal Federal (STF), em 2003. Essa suspensão se deu pelo não cumprimento dos artigos 4º e 5º, §1º e §2º do Decreto Nº 4.340/2002 (que regulamentam o SNUC) (RIBEIRO e FRANCO, 2020).

A ampliação se manteve suspensa e sem alterações até 2009, quando ocorreu o envio de Moção do então Ministro do Meio Ambiente, por meio do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) para o ICMBio. Esse documento, Moção nº 107, de 26 de novembro de 2009, solicitava que fossem tomadas as providências necessárias à reedição do decreto de ampliação do PNCV (RIBEIRO e FRANCO, 2020).

As discussões de ampliação do PNCV retornaram em 2009, quando se iniciaram novas movimentações para a retomada e execução do processo de ampliação, dessa vez levada adiante pelo ICMBio, que teria sua culminância em 2017 quando ocorreu a ampliação (BRASIL, 2017). Logo, após mais de três décadas, a área do parque voltou a ser ampliada, pelo decreto sem número de 05 de junho de 2017 (Dsn 14471) (BRASIL, 2017), que determinou a ampliação do parque em uma área de pouco mais de 240 mil hectares, localizada nos municípios de Alto Paraíso de Goiás, Cavalcante, Nova Roma, Teresina de Goiás e São João D' Aliança, estado de Goiás.

Neste decreto, determinou-se também a criação de uma zona de amortecimento para o Parque, estabelecendo os seguintes os objetivos:

- I - aumentar a representatividade de ambientes protegidos;
- II - garantir a perenidade dos serviços ecossistêmicos;
- III - contribuir para a estabilidade ambiental da região onde se insere; e
- IV- proporcionar o desenvolvimento de atividades de recreação em contato com a natureza e do turismo ecológico. (BRASIL, 2017).

Na zona de amortecimento são permitidas:

[...] as atividades de implantação, operação e manutenção de empreendimentos de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, e as atividades de mineração, sem prejuízo da exigência de licenciamento ambiental pelo órgão ambiental competente. (BRASIL,2017).

Dentre as legislações, é necessário ressaltar a tutela ambiental apresentada pela Constituição Federal, uma vez que a lei máxima do ordenamento estabelece os Direitos de Terceira Geração como a proteção do meio ambiente quando em seu artigo 225 (BRASIL, 1988) estabelece:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Outro importante instrumento do ordenamento legal são os sucessivos códigos florestais, iniciados há mais de 80 anos, com o Decreto nº 23.793/1934. Sua sucessão ocorreu primeiro pela Lei 4.771/1965, que atualizou questões importantes relativas à proteção das florestas e demais vegetações nativas. Assim, definindo o que são Áreas de Preservação Permanente (APPs) e sua importância para a preservação dos recursos naturais, sobretudo da proteção dos recursos hídricos.

Atualmente, está em vigência o Código Florestal Brasileiro regulamentado pela Lei 12.651/2012 e alterado pela Lei 12.727/2012, que estabelece em seu Artigo 1º, normas gerais

sobre a proteção da vegetação, Áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais. Além disso, essa lei prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos (BRASIL, 2012).

O atual Código Florestal Brasileiro, Lei nº 12.651/12 visa garantir o direito fundamental a um meio ambiente ecologicamente equilibrado. Entre as principais mudanças que ensejaram controvérsias sobre o assunto estão: a ampliação das Áreas de Preservação Permanente (APPs), as alterações no âmbito da Reserva Legal (RL) e a concessão de anistia. (BRASIL, 2012).

De acordo com o artigo 3º, inciso II, da Lei Federal 12.651, de 2012, também conhecida como o Novo Código Florestal, a Área de Preservação Permanente (APP) é definida como área protegida, esteja ela coberta ou não por vegetação nativa. Ela tem a função de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora; proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

Após a aprovação da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, ocorreu mudança na gestão de UCs, mas isso se deu somente pela criação do ICMBio, em 2007, que ficou responsável pelas UCs. O desmembramento do IBAMA, com a criação do ICMBio trouxe um foco institucional para a questão das UCs. (BRASIL, 2007). Nesta Lei, no capítulo VI, cria-se a Reserva da Biosfera.

Art. 41. A Reserva da Biosfera é um modelo, adotado internacionalmente, de gestão integrada, participativa e sustentável dos recursos naturais, com os objetivos básicos de preservação da diversidade biológica, o desenvolvimento de atividades de pesquisa, o monitoramento ambiental, a educação ambiental, o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de vida das populações. (BRASIL,2017).

A Reserva da Biosfera é constituída por área de domínio público ou privado e poderá ser integrada por unidades de conservação já criadas pelo Poder Público, respeitando as normas legais que disciplinam o manejo de cada categoria específica. A Reserva da Biosfera é gerida por um Conselho Deliberativo, formado por representantes de instituições públicas, de organizações da sociedade civil e da população residente, conforme se dispuser em regulamento e no ato de constituição da unidade (BRASIL, 2017).

I - uma ou várias áreas-núcleo, destinadas à proteção integral da natureza;
 II -uma ou várias zonas de amortecimento, onde só são admitidas atividades que não resultem em dano para as áreas-núcleo; e
 III - uma ou várias zonas de transição, sem limites rígidos, onde o processo de ocupação e o manejo dos recursos naturais são planejados e conduzidos de modo participativo e em bases sustentáveis. (BRASIL,2017).

Já as Unidades de Conservação (UCs), que são as áreas naturais passíveis de proteção por suas características especiais e de proteção integral, são definidas, de acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA), 2015, como:

espaços territoriais, incluindo seus recursos ambientais, com características naturais relevantes, que têm a função de assegurar a representatividade de amostras significativas e ecologicamente viáveis das diferentes populações, habitats e ecossistemas do território nacional e das águas jurisdicionais, preservando o patrimônio biológico existente. (BRASIL, 2015, p. 01).

Ainda hoje, o território do PNCV continua sendo alvo de disputas políticas, por vezes expressas em projetos de lei, tais como o PL 2847/2021, que busca diminuir a área do PNCV e o PDL 338 que tramitou pela câmara dos deputados, no ano de 2021, com objetivo de suspender o Dsn 14471 de 2017. Mas, um procedimento como esse faria com que o PNCV perdesse mais de 70% de sua área atual, mesmo assim, havia o argumento de que “apesar do PNCV contribuir com a preservação ambiental”, “o aumento do Parque é desmedido e que prejudicaria os agricultores da região”.

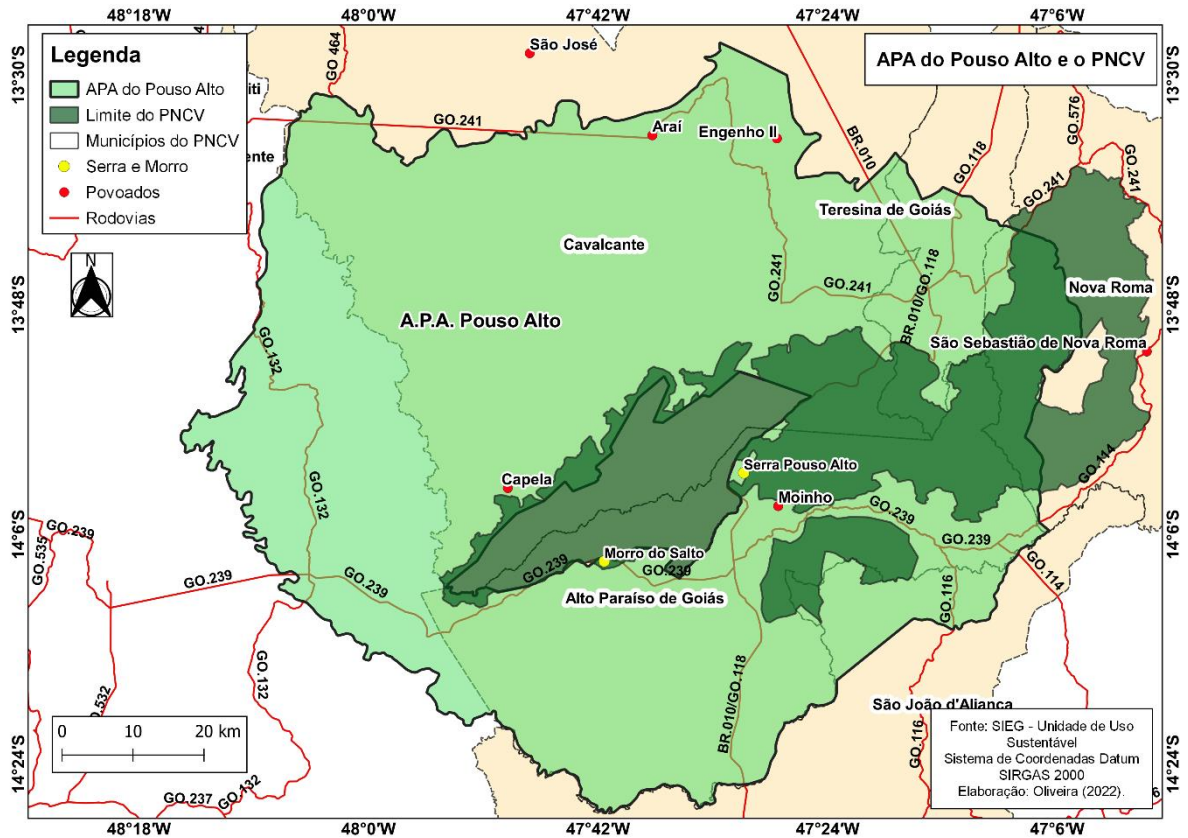
1.6 APA DE POUSO ALTO

A APA de Pouso Alto foi criada e destinada a fomentar o desenvolvimento sustentável e a preservar a flora, a fauna, os mananciais, a geologia e o paisagismo da região de Pouso Alto, localizada na microrregião da Chapada dos Veadeiros, neste estado (Art. 1º, GOIÁS, 2001). Para resguardar e proteger a integridade da APA de Pouso Alto, (figura1) todos os empreendimentos susceptíveis a modificações ou impactos ambientais, dentro e num raio de 10 km dos limites desta Unidade de conservação, deverão ser submetidos à anuência da Agencia Goiana de Meio Ambiente (AGMA). As atividades que serão permitidas na região da APA serão regulamentadas a partir de um zoneamento a ser elaborado sob a coordenação da Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Goiás, seguindo orientação do Conselho de Gestão, com a participação dos órgãos governamentais e da sociedade civil dos municípios envolvidos (Dsn 5.419) (GOIÁS,2001).

A APA de Pouso Alto localiza-se na região Nordeste do Estado de Goiás, ocupada aproximadamente por 872.000 ha, abrangendo os municípios Alto Paraíso de Goiás, Cavalcante, Colinas do Sul, Nova Roma, São João D'Aliança e Teresina de Goiás (Figura 1). Na região, estão as maiores elevações do estado de Goiás, com altitudes que chegam a 1.700 m, com destaque para o morro de Salto e a Serra do Pouso Alto (Dsn 5.419) (GOIÁS, 2001).

Observando a região da APA de Pouso Alto durante a visita de campo, percebemos que é uma área de Cerrado bem preservada, a predominância é do Cerrado de altitude, com características únicas, com Campo sujo, Campo Limpo e Campo rupestre, que fazem parte da Formação Campestre de Cerrado.

Figura 1 - Mapa da APA do Pouso Alto



Fonte: Unidade de Uso Sustentável (SIEG) Organização: Oliveira (2022).

2 MATERIAL E MÉTODOS



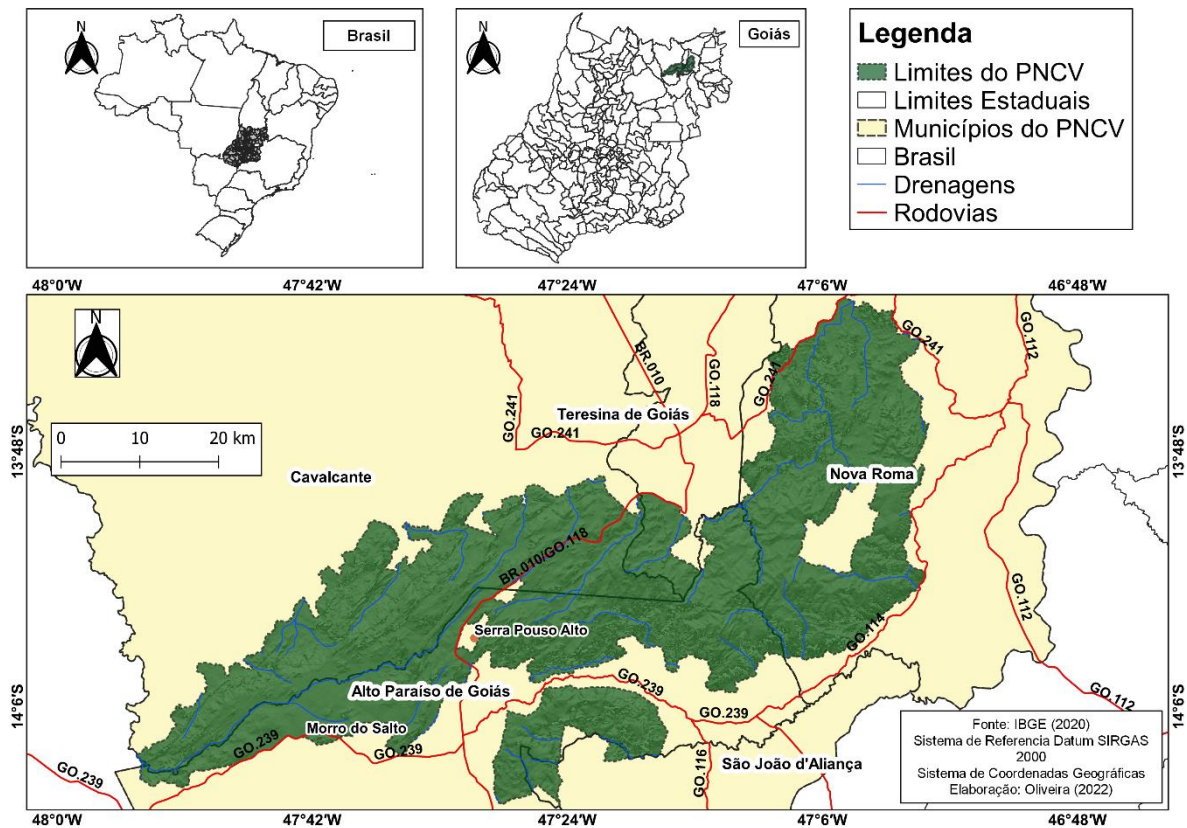
Foto: Salto de 120m no PNCV
Autora: Oliveira (2022)

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Esta proposta de pesquisa tem como área de estudo o Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (PNCV), localizado na região Nordeste do estado de Goiás, conforme pode ser visto na Figura 2.

Figura 2 – Mapa de localização da área do PNCV.



Fonte: Organização pela autora a partir de IBGE (2020) e Topodata/INPE

De acordo com os atuais limites (BRASIL, 2017), o PNCV ocupa aproximadamente 240 mil hectares do Planalto Central do Brasil, encontrando-se localizado entre as coordenadas geográficas $14^{\circ} 12' 36''$ / $13^{\circ} 37' 00''$ de Latitude Sul e $47^{\circ} 53' 48''$ / $46^{\circ} 58' 48''$ de Longitude Oeste, distribuídas em dois segmentos (neste trabalho tratados como segmentos norte e sul). O segmento norte possui maior extensão, com pouco mais de 220 mil hectares, já o segmento sul, em menor extensão, tem menos de 20 hectares. Seu território pertence aos municípios de Alto Paraíso, Cavalcante, Nova Roma, Teresina de Goiás e São João da Aliança (Figura 2).

O acesso a partir de Brasília, se dá pela BR 020 até a GO 118, onde segue para norte, passando pelos municípios de São Gabriel, São João D'Aliança, até a cidade de Alto Paraíso (DARDENE; CAMPOS, 2002).

2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa norteia-se pela concepção teórico-metodológica da Geoecologia da Paisagem (RODRIGUEZ, et al. 2017), vinculada à Teoria Geral dos Sistemas (BERTALANFFY, 1975) e à abordagem Geossistêmica (BERTRAND, 1971; SOCHAVA, 1977). O método orienta-se pelas propostas de análise integrada da paisagem, segundo Tricart (1977); Ross (1990,1994 e 2011) e Crepani et al. (1996 e 2001), sendo respectivamente as análises da Ecodinâmica, da Fragilidade Potencial e Emergente e da Vulnerabilidade Ambiental.

Tendo como referência a metodologia citada, foram realizadas principalmente as etapas descritas a seguir. Inicialmente foram reunidas diversas bibliografias sobre o tema, a fim de construir a base teórico-metodológica do trabalho e realizados os procedimentos preconizados na metodologia proposta por Ross (1990, 1994 e 2011). Isto é, levantamento cartográfico temático, acompanhado de relatórios técnicos sintéticos derivados de levantamentos de campo, trabalhos de gabinete e aplicados os procedimentos cartográficos de Ross (1990,1994 e 2011) e Crepani (1996 e 2001).

O levantamento cartográfico temático foi realizado pela construção de um banco de dados georreferenciado, no qual foram inseridos arquivos vetoriais e matriciais derivados de informações e dados obtidos nas bases do Mapbiomas, da Superintendência de Geologia e Mineração de Goiás (2009), da Emater (2017), do Topodata/INPE, do WorldClim (2021), de Alvares et al. (2021) e dos trabalhos de campo. Com o banco de dados montado e os dados base reunidos, foi possível elaborar mapas com as características geológicas (unidades), geomorfológicas (unidades, hipsometria e declividades), pedológicas (classes de solo), climáticas (classes e variação da precipitação) e do uso e cobertura do solo.

Os mapas de uso e cobertura do solo foram elaborados a partir da interpretação visual de imagens disponibilizadas pelo projeto Mapbiomas dos anos de 1990, 2000, 2010 e 2020. A partir desses dados, fez-se a confecção dos mapas para a identificação das classes de uso e cobertura do solo do PNCV, considerando as classes: formação florestal, savânica e campestre e mosaico de agricultura e pastagem, pastagem, solo exposto, lavouras temporárias e campos alagados.

Os mapas hipsométricos e de declividades do PNCV foram produzidos a partir do modelo digital de elevação dos dados do Topodata/INPE, com *raster* de uma única banda, usando os intervalos de 100 m e com 12 classes, para hipsometria. A definição das classes de

declividades, em categorias hierárquicas, foi baseada em Ross (1994), que determina que os intervalos são de 0 a > 30%. As declividades foram classificadas em graus de fragilidade, com base na metodologia proposta por Ross (1994), no *software* QGIS 3.16, por meio do algoritmo *r. reclass*, onde foram gerados valores de 1 a 5, em que a classe de < 6% refere-se ao nível de fragilidade Muito Baixo, com valor 1, de 6 – 12% ao Baixo, com valor 2; 12 – 20% ao nível Médio, com valor 3; de 20 – 30% ao nível Alto de valor 4 e > 30% ao nível Muito Alto com valor 5.

Os mapas de precipitações do parque foram produzidos a partir da base *raster* foi recortada para o PNCV, cada pixel transformado em um ponto vetorial e posteriormente foi feito uma interpolação desses pontos com o método do inverso do quadrado da distância.

O mapa de fragilidade de solo foi produzido a partir do Mapa de Solos da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER, 2017), que por sua vez é um refinamento do mapeamento de solos para a escala de 1:250.000. Com base no mapeamento dos tipos de solos do PNCV, foi estruturada uma classificação em relação aos níveis de fragilidade, com base nas propostas metodológicas de Ross (1994). Na descrição das unidades, foram utilizados os dados dos mapeamentos e dos metadados dos arquivos que contêm na tabela da base vetorial.

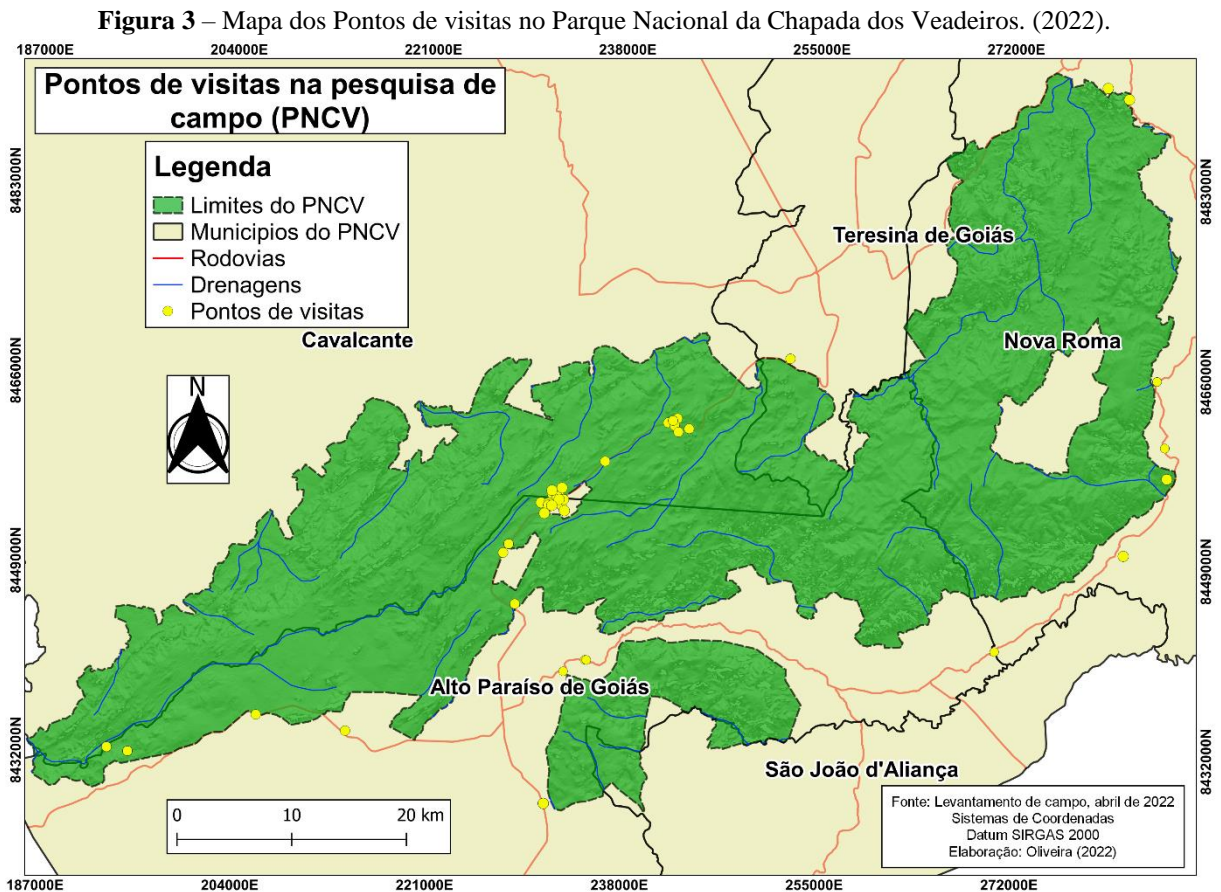
2.2.1 Análise Geoambiental do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros

Inicialmente, buscou-se realizar a descrição da estrutura da paisagem, a saber: geologia, geomorfologia, solos e totais de chuvas. Para tanto, utilizou-se dados cartográficos disponibilizados pelo Sistema de Geoinformação do Estado de Goiás (SIEG), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais (IBAMA), Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Superintendência de Geologia e Mineração de Goiás (2009), WorldClim (2021), Alvares et al. (2013) e Novais (2021) em formatos vetoriais (*shapefile*) e *raster* e o Modelo Digital de Elevação (MDE) disponibilizado pelo Topodata/INPE.

As bases cartográficas obtidas foram processadas no *software* QGIS 3.16, no qual os produtos foram interseccionados com os limites da área de estudo, gerando uma série de tabelas e mapas temáticos com a Geologia (Unidades Geológicas), Geomorfologia (Unidades Geomorfológicas), na metodologia de Crepani et al. (2001), leva-se em conta as unidades geomorfológicas quanto à dissecação, neste trabalho optamos em não usar a dissecação, Classes de Solos e Classes de Precipitação da Chapada dos Veadeiros. Os dados do MDE também foram processados em ambiente SIG, sistema em que foi procedida a extração das classes hipsométricas e de declividade e relevo sombreado, conforme a classificação proposta

pela Embrapa (2002). Os resultados auxiliaram na descrição físico-ambiental do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, balizada pelas visitas a campo realizadas em março, abril e novembro de 2022 (Figura 3) e pela bibliografia correlata.

Nos levantamentos de campo, foram visitados pontos de interesse para visualizar e identificar as características do relevo, dos solos, da geologia, vegetação e da precipitação, os quais foram descritos, georreferenciados e fotografados. Estes campos tiveram como limitação a dificuldade de acesso ao interior do Parque, que em sua maior parte não possui estradas ou rodovias. Dessa forma, foi percorrida a BR 010, que corta o parque no sentido norte-sul e então, de posse dos mapas do meio físico, foram selecionados pontos de interesse no entorno do parque, cortados por rodovias ou estradas vicinais, buscando reconhecer as principais feições (unidades, classes, fisionomias) geológicas, geomorfológicas, pedológicas e de cobertura do solo. Na Figura 3 a seguir, estão especializados os pontos/áreas visitados.



Fonte: Levantamento de campo, 23,14 e 15 de abril de 2022. Organização: Oliveira (2022).

2.2.2 Evolução do uso e cobertura do solo

Na continuidade ao trabalho, buscou-se realizar análise temporal e espacial da evolução do uso e cobertura do solo do. Na análise da evolução do uso e cobertura do solo, foi selecionado o período entre 1990 a 2020 e a periodicidade entre os mapas de dez anos (1990; 2000; 2010; 2020), considerando também os atuais limites estabelecidos pela legislação de 2017 para o PNCV (BRASIL, 2017).

A partir do mapeamento, foi possível avaliar as variações na vegetação de cerrado e demais usos e cobertura do solo na área de estudo. A classificação das fitofisionomias se deu com base nas propostas de Ross (1994, 2011, 2012) e Crepani et al. (1996 e 2001) e nas terminologias propostas pelo IBAMA (2008). Os mapas gerados foram validados pelos trabalhos de campo, nos quais foram tomadas as coordenadas geográficas das fitofisionomias para verificação da acurácia dos mapas e, quando possível, fotografadas.

2.2.3 Fragilidade Ambiental do PNCV

Conforme comentado anteriormente, as avaliações das condições de fragilidade Potencial e Emergente nos ambientes naturais do Cerrado foram obtidas a partir da confecção de mapas, segundo as propostas metodológicas de Ross (1994; 2011; 2012).

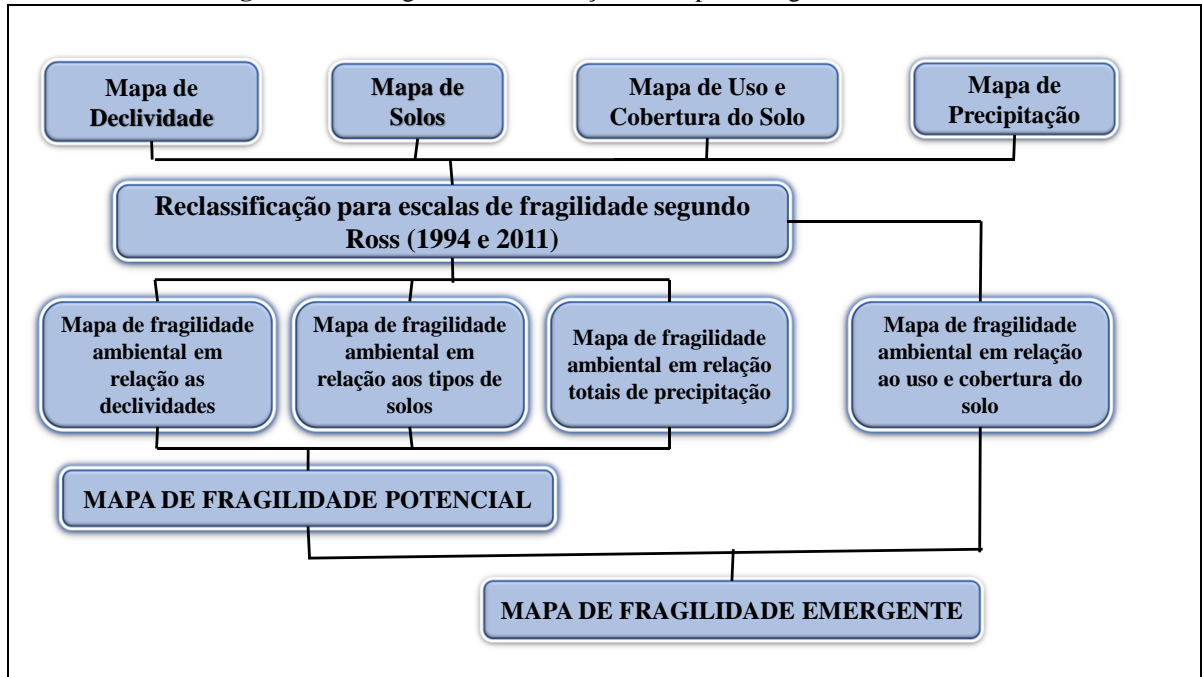
Para a análise da fragilidade, exigiu-se a geração de produtos cartográficos e estudos sobre o relevo (declividade), solos, uso e cobertura do solo e precipitação. Foi necessário levantamento de campo a partir do qual foi possível observar e constatar os dados cartográficos. A sobreposição desses elementos propicia um diagnóstico das diferentes categorias hierárquicas da fragilidade dos ambientes naturais (ROSS, 2004). Tal modelo sugere que cada variável, seja hierarquizada em cinco classes, de acordo com sua fragilidade muito baixa, baixa, média, alta e muito alta.

Portanto, destacam-se as seguintes variáveis com suas respectivas classificações para a declividade: (1) Muito Baixa – áreas com declividades menores que 6%; (2) Baixa – entre 6 e 12%; (3) Média – entre 12 e 30%; 4. Alta – entre 20% e 30% e (5) Muito Alta – maior que 30%. Nos solos, uso e cobertura do solo e na precipitação, os critérios utilizados para esta variável, segundo Ross (1993), foram de 1 a 5 para o grau de fragilidade potencial e emergente.

Logo, a análise possibilitou categorizar unidades de fragilidade Muito Baixa (variáveis favoráveis) à fragilidade Muito Alta (variáveis desfavoráveis), permitindo a identificação de áreas críticas do ponto de vista da fragilidade do uso e cobertura do solo.

A seguir, é apresentado o fluxograma geral da metodologia (Figura 4), para a elaboração dos mapas de fragilidade e de vulnerabilidade ambiental. Posteriormente, são apresentadas as técnicas e os procedimentos operacionais utilizados na elaboração do diagnóstico da vulnerabilidade ambiental.

Figura 4 – Fluxograma de elaboração do mapa de fragilidade ambiental.



Fonte: Oliveira,2022. Organização: Oliveira, 2022.

2.2.4 Vulnerabilidade Ambiental do PNCV

As avaliações das condições de vulnerabilidade em relação à perda de solo em ambientes naturais do Cerrado foram obtidas a partir da confecção de mapas em ambiente SIG, segundo as propostas metodológicas de Crepani et al. (1996 e 2001). A partir das abordagens de Crepani et al. (2001), justifica-se a escolha das variáveis solo, declividades, geologia, condições climáticas, uso e cobertura, visto que estes aspectos influenciam de maneira marcante os processos ecodinâmicos. Além disso, a cobertura vegetal representa a resistência da unidade de paisagem contra os efeitos dos processos modificadores das formas de relevo.

Foi necessário levantamento de campo, a partir dos quais foi possível observar e constatar os dados cartográficos. Crepani et al (2001) utilizou o modelo da equação 1 para os temas Geologia, Declividade, Solos, Uso e cobertura do solo e Clima, que compõem cada unidade territorial básica, utilizando uma média aritmética para obter um mapa final de vulnerabilidade (Equação 1).

$$V = (G + D + S + Vg + C) / 5 = 1 \quad \text{Equação 1.}$$

Onde:

V = Vulnerabilidade

G = vulnerabilidade para o tema Geologia

R = vulnerabilidade para o tema Declividade

S = vulnerabilidade para o tema Solos

Vg = vulnerabilidade para o tema Uso e cobertura do solo

C = vulnerabilidade para o tema Clima

Dentro dessa escala de vulnerabilidade, as unidades que apresentam maior estabilidade são representadas por valores mais próximos de 1,0, já as unidades de estabilidade intermediária são representadas por valores ao redor de 2,0, enquanto as unidades territoriais básicas (UTBs) mais vulneráveis apresentam valores mais próximos de 3,0. A essas unidades (UTBs) foram atribuídos os valores de vulnerabilidade, os quais foram adaptados para a realidade do Cerrado, apresentados no quadro 1, conforme proposto por Crepani et al. (2001). Cada unidade das diversas variáveis foi classificada de acordo com os valores de vulnerabilidade determinada por Crepani et al. (2001). Logo, as classes foram ponderadas e classificadas conforme os quadros a seguir.

Quadro 1 – Classes de vulnerabilidade para Geologia do PNCV

Geologia (Litotipo)	Valores de vulnerabilidade	Classes
Biotita granito, Granito, Quartzitos Diorito de Nova Roma e Quartzíticos feldspático	1,0 - 1,4	Muito Baixa
Cobertura detrito lateríticas ferruginosas, Depósitos aluvionares, Metassedimentos Siltitos-argilosos e Silito Quartzo.	1,4 - 1,8	Baixa
Siltitos, Ardósia e Metaconglomerado	1,8 - 2,2	Média
Metassilito Metarritmito e Metarenito	2,2 - 2,6	Alta
Margas e Conglomerados Quartzíticos.	2,6 - 3,0	Muito Alta

Fonte: Superintendência de Geologia e Mineração de Goiás (2009); adaptado de Crepani et al. (2001)

O quadro 2 apresenta as classes de vulnerabilidade das classes de solo segundo os valores de vulnerabilidade para cada tipologia.

Quadro 2 – Classes de vulnerabilidade do solo (Emater 2017)

Classes de solo (2017)	Valores de vulnerabilidade	Classes
Latossolo Vermelho distrófico e Latossolo Vermelho ácrico	1,0 - 1,4	Muita Baixa
Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico	1,8 - 2,2	Média
Cambissolo Háptico Distrófico	2,2 - 2,6	Alta
Afloramento Rochoso, Neossolo Quartzarênico órtico, Neossolo Litolítico distrófico e Plintossolo Pétrico Concrecionário	2,6 - 3,0	Muita Alta

Fonte: Emater (2017) Adaptado pela autora com base em Crepani (2001) Organização: Oliveira (2023).

Deste modo, também foram aplicados os valores de vulnerabilidade para cada classe de uso e cobertura do solo (Quadro 3).

Quadro 3 – Classes de vulnerabilidade do uso e cobertura do solo

Classes de Uso e cobertura do solo	Valores de vulnerabilidade	Classes
–	1,0 - 1,4	Muito Baixa
Formação florestal	1,4 - 1,8	Baixa
Formação savânica	1,8 - 2,2	Média
Formação campestre e campos alagados	2,2 - 2,6	Alta
Pastagem, afloramento de rocha, mosaico de agricultura, soja, solo exposto e Lavouras temporárias	2,6 - 3,0	Muito Alta

Fonte: Mapbiomas (2010) Adaptado pela autora com base em Crepani (2001) Organização: Oliveira (2023).

As classes de totais médios anuais de chuva com os respectivos valores de vulnerabilidade estão apresentadas no Quadro 4.

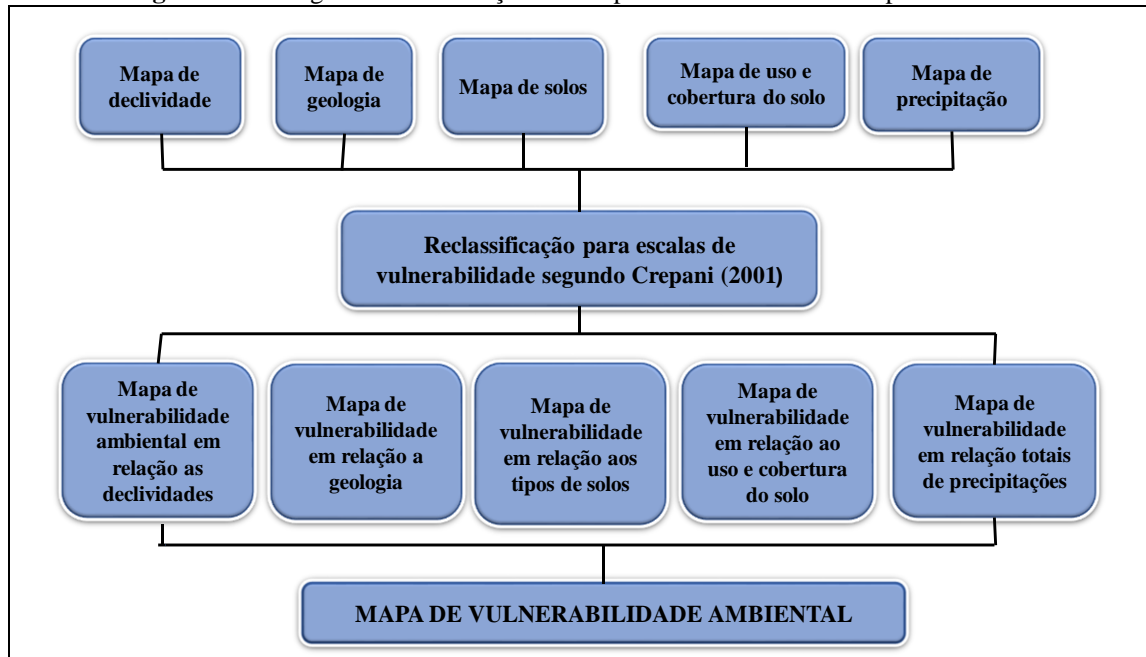
Quadro 4 – Classes de vulnerabilidade de precipitação no PNCV (período de 1970 a 2000).

Classes de precipitação (mm)	Valores de vulnerabilidade	Classes
-	-	Muito Baixa
< = 1750mm	1,4 - 1,8	Baixa
>1750mm	1,8 - 2,2	Média

Fonte: WorldClim (2021). Adaptado pela autora com base em Crepani (2001) Organização: Oliveira, (2023).

Na Figura 5 a seguir, é apresentado o fluxograma síntese dos caminhos metodológicos para a geração do mapa de vulnerabilidade ambiental.

Figura 5 - Fluxograma de elaboração dos mapas de Vulnerabilidade à perda do solo



Fonte: Oliveira, 2022. Organização: Oliveira, 2022.

3 ESTRUTURA DA PAISAGEM DO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS VEADEIROS



Foto: Carrossel (PNCV)
Autora: Oliveira (2022)

3 ESTRUTURA DA PAISAGEM DO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS VADEIROS

3.1 GEOLOGIA DO PNCV

O PNCV se localiza na porção norte Faixa de Dobramentos e Cavalgamentos Brasília, na Província Estrutural do Tocantins (DARDENNE; CAMPOS, 2002). A faixa Brasília, sobre a qual se localiza o PNCV, é a principal unidade da província Tocantins e se formou pela convergência dos blocos Amazônia, São Francisco/Congo e Parapanema (PEROSI, 2006). A unidade externa da Faixa de Brasília é composta por unidades metassedimentares do Mesoproterozóico (Grupos Araí e Natividade, Grupos Paranoá e Canastra), assim como porções do embasamento Arqueano Paleoproterozóico que mostram rejuvenescimento devido à tectônica brasileira (UHLEIN et al., 2012). As unidades Estruturais da Faixa Brasília são definidas, respectivamente, como,

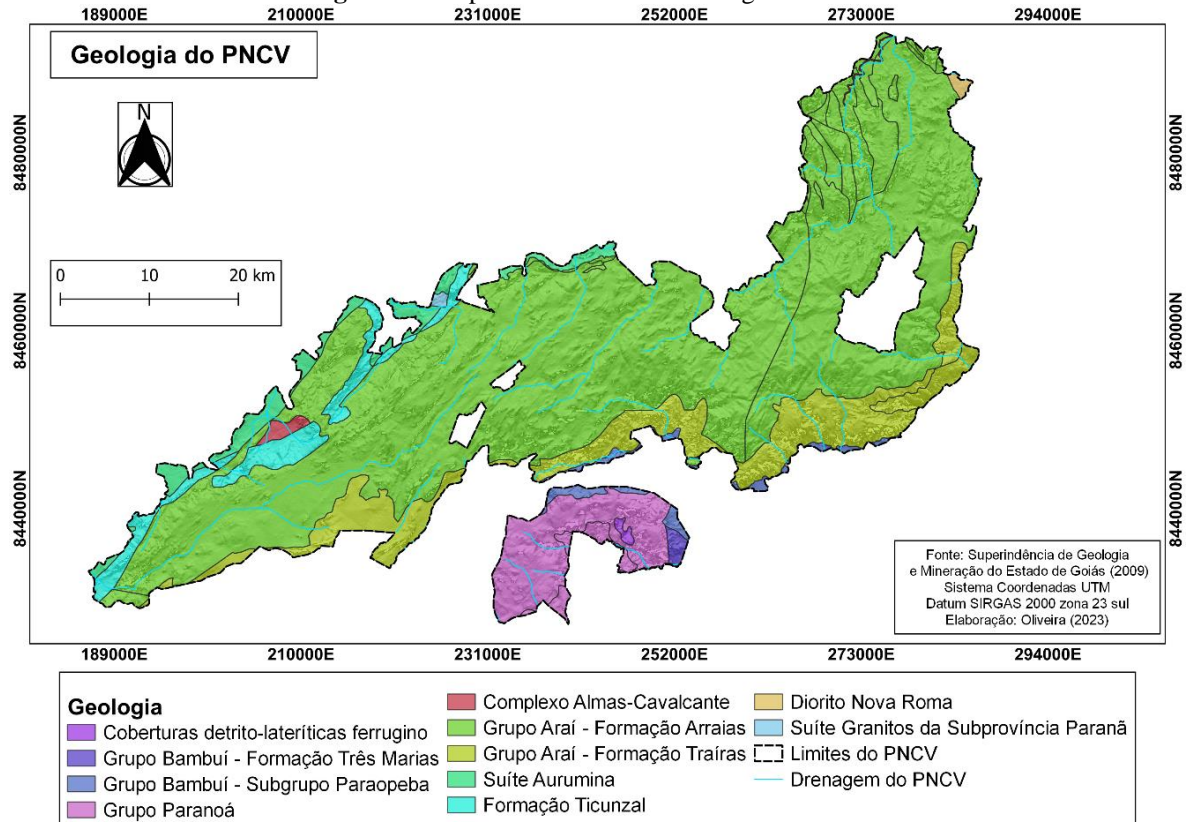
Unidade estrutural do Cráton do São Francisco: é constituída pelo Grupo Bambuí e Grupo Vazante (Dardenne 1981, 2000), com sedimentos argilocarbonáticos suavemente dobrados a sub-horizontais e extensas coberturas Fanerozóicas. Trata-se de um domínio autóctone, onde o embasamento não está envolvido na deformação. O limite com a Faixa Brasília é indicado por falhas de empurrão de baixo a médio ângulo que expõem o Grupo Paranoá ou o Grupo Canastra, unidades mesoproterozóicas. Este limite é bem caracterizado em Minas Gerais, desde a Serra da Saudade, situada entre as cidades de Luz e Campos Altos, até Paracatu e prolonga-se para o norte, até a Falha da Serra do Paranã, a leste de Alto Paraíso. (UHLEIN et al., p. 2. 2012).

Segundo o ICMBIO, em uma descrição dos aspectos geológicos do parque, contida no Plano de manejo, indica a seguinte caracterização:

Supergrupo Veadeiros, Grupo Paranoá e Grupo Bambuí, de idades distintas. O encontro tectônico entre esses grupos é o que faz a geomorfologia da região ser excepcional. Ao longo do tempo, as paisagens foram moldadas e intemperizadas, favorecendo a criação de chapadas, serras, cânions, vãos e cachoeiras. Toda essa diversidade geológica resulta em uma diversidade de paisagens, que é a base para a biodiversidade única e singular presente na região. Os processos geológicos associados aos ecológicos e a grande variação de altitude contribuem ainda para a existência de inúmeros atrativos e possibilidades de recreação e experiências em contato com a natureza (ICMBIO, PN, 2021, p.18).

A região possui grande variação geológica, mas, principalmente nos limites do parque, predominam metassedimentos de baixo grau de metamorfismo do Grupo Araí e rochas de composição graníticas representando o embasamento da região, enquanto a sul, em contato discordante, coberturas plataformais relacionadas ao Grupo Paranoá (DARDENNE; CAMPOS, 2002) (Figura 6).

Figura 6 – Mapa das unidades de Geologia do PNCV



Fonte: Superintendência de Geologia e Mineração de Goiás (2009); Organização: Oliveira, (2022).

A ocorrência de rochas mais resistentes, de origem ígnea plutônica e eventualmente metamorfizadas, restringem-se a um cinturão que percorre parte do limite norte do parque, especialmente em sua porção oeste. Trata-se do Embasamento da Faixa Brasília, que aparece na área do parque na forma de complexos e suítes com maior (Suíte Aurumina) ou menor expressão (Complexo Almas-Cavalcante, Suíte Granito da Subprovincia Parana e Diorito Nova Roma). Estas unidades são formadas em sua maior parte por rochas magmáticas plutônicas de idade paleoproterozóicas ou por rochas resultantes do metamorfismo destas, exemplos são os dioritos, granitos, sienogranitos (GOIÁS, 2008).

A unidade de maior expressão espacial no parque é a Formação Arraias – Grupo Araí – que tem idade Paleoproterozóica, na qual ocorrem rochas sedimentares e metamórficas, originadas em sistemas de sedimentação Continental Fluvial e Lacustre, tais como quartzito feldspático, ortoquartzito, metassiltitos, filitos e conglomerados (GOIÁS, 2008). Essa unidade ocupa a maior parte do segmento sul do PNCV, sendo limitada ao norte pelas Formações: Ticunzal, Suíte Auriminas e Complexo Almas-Cavalcante, enquanto ao sul limita-se, principalmente pela Formação Traíras que origina, nessa área, uma faixa estreita, delimitando o segmento sul superior do entorno. Também do Grupo Araí, a Formação Traíras se diferencia

da Arraias pelo ambiente de sedimentação, ou seja, marinho siliclástico, plataformar carbonático e pelas rochas predominantes: quartzito arcoseano, xistos carbonáticos e siltitos, observados no mapa de Geologia do PNCV e em levantamento de campo.

As rochas do Grupo Araí afloram no nordeste do estado de Goiás e sul do estado do Tocantins, na região central do Brasil, englobando os municípios aos quais o PNCV pertence: Nova Roma - GO, Teresina - GO, Alto Paraíso de Goiás - GO, São Jorge - GO, Colinas do Sul - GO e Cavalcante - GO.

A estratigrafia do Grupo Araí foi levantada na porção ocidental do parque (Serra do Rio Preto) onde as camadas apresentam-se pouco inclinadas e não afetadas pelos dobramentos decorrentes de movimentos transcorrentes. Esta estratigrafia é representativa do conjunto do PNCV, com exceção do apêndice norte denominado de Serra de Santana, o Grupo Araí repousa em discordância erosiva sobre os granitoides do embasamento, os quais são localmente muito afetados pelas falhas transcorrentes e normais que provocam milonitização e filonitização das rochas graníticas (Figura 5) (DARDENNE e CAMPOS, 2002).

Dardenne *et al.* (1999) dividiram o Grupo Araí em três unidades principais: Unidade Continental Basal, Unidade Continental Intermediária e Unidade Marinha Superior. A Unidade continental basal, relacionada à fase pré-rifte, é composta por quartzitos fluviais e eólicos (TANIZAKI, 2013). A Serra do Rio Preto representa o corpo principal do PNCV, e é formada por um conjunto de quartzitos e metassiltitos.

Observa-se, na área de estudo, que às margens ao longo do rio Preto são encontradas diversas estruturas sedimentares que permitem identificar condições de deposicionais relacionadas a marés de alta energia, destacando-se as estratificações cruzadas tabulares, acanaladas e do tipo espinha de peixe, acamamento em bancos planos paralelos e com marcas de ondas assimétricas (DARDENNE et al.1999). Na área de estudo, também é possível observar conglomerados, quartzitos e metassiltitos, que foram observados no trabalho de campo.

Figura 7 – Serra do Rio Preto (salto de 120 m) e paredões de rochas no PNCV



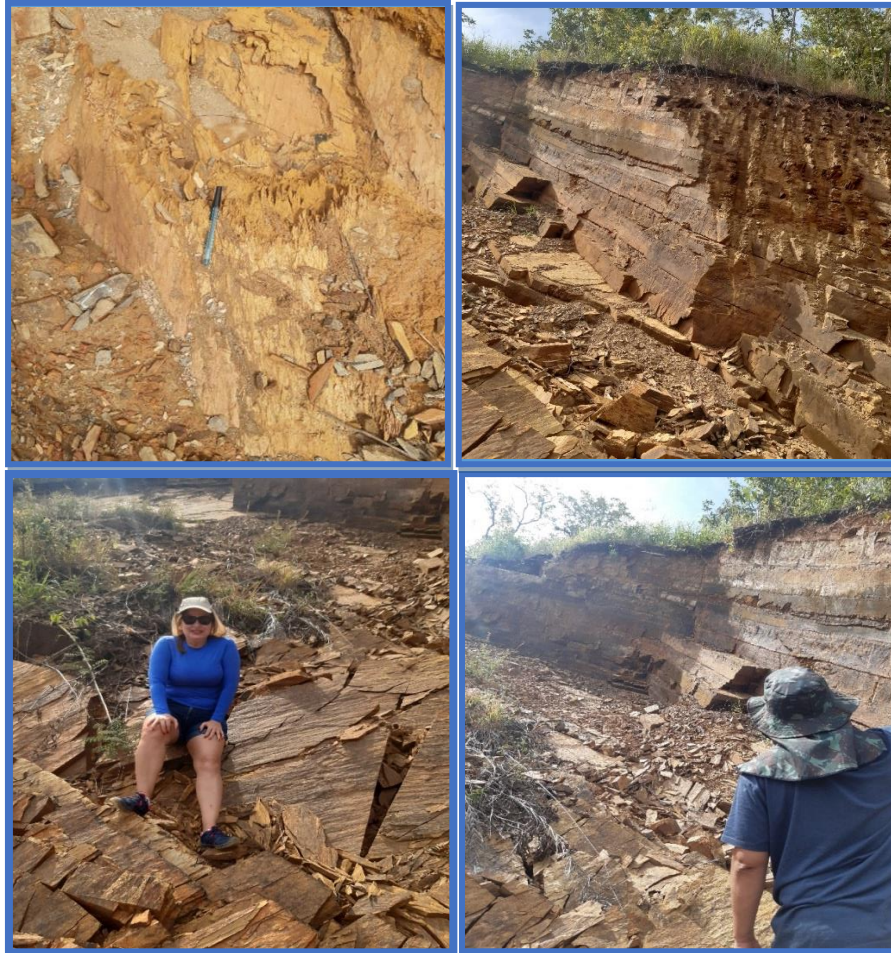
Fonte: Arquivo pessoal (2022)

Com menor extensão, aparecem também as formações Ticunzal, formando uma faixa no limite norte do parque, além do Grupo Bambuí (Formação Três Marias e Paraopeba), ocorrem pequenas porções ao sul do parque, já o Grupo Paranoá, além de coberturas detrito-lateríticas, ocorrem ao sul do PNCV.

A Formação Ticunzal é uma unidade constituída, em sua porção basal, por paragneisses que passam gradualmente a xistos grafitosos no topo, sendo caracterizados por muscovita xisto, sericita-clorita xisto, micaxistos granadíferos, tremolita xistos. Eles afloram frequentemente na base do Grupo Araí, nas regiões das serras do Ticunzal, assim, a formação das rochas Ticunzal tem características de polimetamólicas.

Quanto ao Grupo Bambuí, é uma unidade constituída com o Subgrupo Paraopeba e com a Formação Três Marias. Pertence à província São Francisco e à sub província Bambuí, tendo a presença de rochas do tipo siltito, siltito calcífero e calcário argiloso. Caracterizam-se por arcóseos e siltitos marinhos, representados pelos sedimentos da Formação Três Marias, com intercalações de lâminas de siltito maciço e arenito muito fino com mica branca detrítica (DARDENNE, 1978). Algumas destas formações podem ser observadas, na Figura 8, a seguir.

Figura 8 – Afloramento de siltito às margens da estrada, ressaltado por processo de erosão e metassiltitos, presentes no PNCV



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

O Grupo Paranoá é composto por uma espessa sucessão psamo-pelítica e contém rochas carbonáticas. As primeiras informações sobre estas rochas devem-se a quem as denominou de Formação Paranoá e as definiu como formação inferior e lateral ao Grupo Bambuí. A partir de Dardenne (1974), a Formação Paranoá foi separada do Grupo Bambuí e elevada à categoria de grupo.

O Grupo Paranoá pertence à província Tocantins e à sub província Brasília. Na base do Grupo Paranoá, ocorrem rochas com blocos e seixos esparsos, denominados de paraconglomerados, enquanto outra parte da sedimentação do grupo é representada por quartzitos. No Grupo Paranoá, o relevo é moderadamente dissecado, esculpido sobre metassiltitos e outras rochas metamórficas associadas, tais como filitos e mármore (Figuras 6, 8 e 10). A Cobertura Detrito Laterítica ferruginosa é da província Cobertura Cenozoica e sub província Cobertura Cenozóica Indiscriminada. Essa cobertura compreende sedimentos aluviais ou coluviais caracterizados por conglomerados oligomíticos com seixos de quartzito e lateritos autóctones com carapaças ferruginosas.

3.2 GEOMORFOLOGIA DO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS VEADEIROS

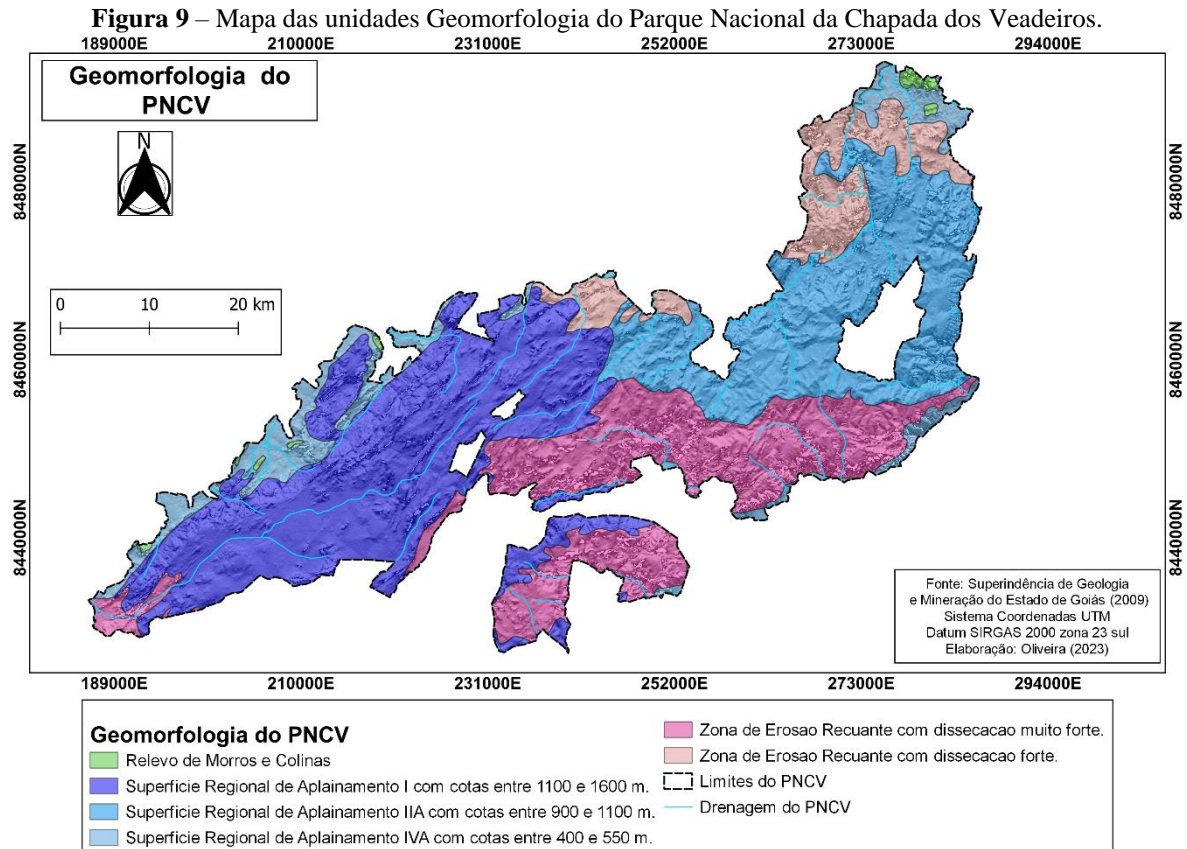
De acordo com King (1956; MARTINS, 1999), a Chapada dos Veadeiros faz parte da superfície de aplainamento Sul-Americana, que representa a mais antiga superfície de erosão da região. Nascimento (1992) em sua compartimentação do relevo Goiano insere a Chapada dos Veadeiros no Planalto do Distrito Federal, que por sua vez faz parte do Planalto Central Goiano. A geomorfologia do PNCV localiza-se no Domínio de Planaltos em Estruturas Dobradas, na região do Planalto Central e no Complexo Montanhoso Veadeiros-Araí, com afloramento de quartzitos (FELFILI,2007).

Segundo Goiás (2006a), na Chapada dos Veadeiros,

a norte, as serras são sustentadas por quartzitos do Grupo Araí e a sul estão associadas principalmente aos quartzitos basais do Grupo Paranoá. Nesta área localizam-se as maiores altitudes do Centro-Oeste, atingindo pouco mais de 1700 m na região da APA do Pouso Alto (GOIÁS, 2006a).

A combinação do relevo, frequentemente escarpado, produto da erosão diferencial das rochas aflorantes, com a geologia, favorece a atividade turística em atrações como trilhas, com valor cênico e grandes cachoeiras (de 80 a 120 m de altura), entre as quais se tem: o Salto São Domingos, Cachoeira do Cordovil, Cachoeira das Carioquinhas, corredeiras da Pedreira, Carrossel e os Canyons I e II (DARDENNE e CAMPOS; 2002; GOIÁS, 2006a; ICMBIO, 2017).

Segundo dados compilados do SIEG (2009), (Figura 9), o PNCV tem sua geomorfologia ligada a sistemas denudacionais e é composto por áreas de Superfície Regional de Aplainamento; Morros e Colinas e; Zonas de Erosão Recuante. Em sua área predominam as Superfícies Regionais de Aplainamento, em especial a SRAIIA, maior unidade em área do Parque (Figura 9). As SRA com presença na área PNCV são formadas pela dissecação do relevo a partir de rochas pré-cambrianas e são separadas umas das outras pelos relevos das Zonas de Erosão Recuante (ZER) que estabelecem degraus para as áreas mais altas do relevo ocupadas pelas SRA.



Fonte: Superintendência de Geologia e Mineração de Goiás (2009). Organização: Oliveira, (2022).

Segundo Goiás (2006b, p.48), “as Superfícies Regionais de Aplainamento são as unidades mais representativas da geomorfologia do estado de Goiás e Distrito Federal”. Também são as unidades geomorfológicas com maior presença no PNCV, as cotas distribuindo-se desde as mais baixas do relevo (abaixo de 500 metros) até os pontos mais altos do estado (acima dos 1600 m), que se encontram no território do parque. No PNCV aparecem graus variados de dissecação, indo desde dissecação muito fraca (SRAIVA), eventualmente entremeadas por formas residuais de relevo, como os Morros e Colinas, à dissecação forte (SRAI e SRAIIA), estas últimas ocupando quase toda a parte mais ao centro do Parque.

Para Goiás (2006a; 2006b), a SRAI trata-se da superfície representada tipicamente na Chapada dos Veadeiros, de nível mais antigo (idade mesozoica, pré-cretácea), desenvolvida sobre metassedimentos do grupo Araí e com antigos níveis de laterita quase totalmente desmantelados. A unidade corresponde à superfície de aplainamento Pré-Gondwanica de King (KING, 1956; GOIÁS, 2006a; 2006b; LANZA e LADEIRA, 2013) e ocorre no nordeste do estado de Goiás ao longo dos municípios de Água Fria de Goiás, São João da Aliança, Alto Paraíso de Goiás e Cavalcante. No PNCV, a SRAI é a unidade de maior extensão, ocorrendo tanto no segmento norte quanto no sul do parque, mas com presença mais forte no segmento

norte (Figura 9). Quanto às características visíveis, é uma unidade marcada pelo fato de ter contato direto com a SRAIVA, pelas belezas paisagísticas e pelas falésias imponentes e abruptas nas bordas (GOIÁS, 2006a).

Já a SRAII corresponde à superfície Post-Gondwana e Sul-Americana de King (KING, 1956; LANZA e LADEIRA, 2013) as contos desenvolve-se entre 900 m e 1250 m no estado, abrangendo principalmente a porção sudoeste e sudeste de Goiás, mas com uma pequena faixa no nordeste do estado (GOIÁS, 2006a), onde se localiza a Chapada dos Veadeiros. A SRAIIA, que aparece no PNCV, é uma subunidade da SRAII, que se encontra, no estado de Goiás, espalhada sobre diversas unidades geológicas de embasamento, geralmente, menos resistentes e apresenta diversos graus de dissecação e presença de laterita (GOIÁS, 2006a). No PNCV, ocorre com forte grau de dissecação sobre a formação Arraias, já as rochas sobre as quais é formada são, atipicamente, de modo geral os Quartzitos Arcóseos e Feldspáticos.

A SRAIVA é uma área aplainada com baixas altitudes. Ela foi desenvolvida sobre grande variedade de rochas do embasamento anquimetamórfico do Grupo Bambuí e (formações Sete Lagoas e Três Marias) tem pouca resistência à erosão, que gerou relevos muito aplanados, com níveis de lateritas, bem desenvolvidos (GOIÁS, 2006a).

No PNCV, a SRAIVA desenvolveu-se em paralelo ao escarpamento de grandes serras, originando de faixas aluviais, com a possibilidade de estarem presentes sobre a cobertura detrito laterítica, por ter a presença de crostas ferruginosas e sedimentos friáveis na forma de manto de lavagem da superfície, formados por silte-argilas e silte-argila-areia, frequentemente incluindo pequenos fragmentos de lateritas dismanteladas (GOIÁS, 2006a). Do ponto de vista pedológico, a SRAIVA tem sua maior extensão de cobertura na classe de Cambissolo Háplico distrófico. (GOIÁS, 2006a).

As Zonas Regionais de Aplainamento são áreas caracterizadas por dois grandes compartimentos: o Planalto e Relevo de Morros e Colinas é caracterizado por pequena elevação de terreno com declive suave. Suas elevações possuem altura inferior a 300 m, segundo o IBGE (2006), (GOIÁS, 2006a). Na Figura 10, temos registros de Área de Superfície Regional de Aplainamento em primeiro plano, com formações campestres (Campo sujo e Campo limpo) e, em segundo plano, relevos de morros e colinas.

Figura 10 – Área de Superfície Regional de Aplainamento, com formações campestres (Campo sujo e Campo limpo), presentes no PNCV.



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

As Superfícies Regionais de Aplainamento encontram-se escalonadas em diferentes cotas geralmente delimitadas por escarpas de erosão. Grandes reentrâncias marcam a erosão das superfícies de aplainamento antigas a partir de um nível de base inferior (local ou regional), associado à rede de drenagem que evolui por erosão recuante, dissecando as superfícies de aplainamento e gerando outras SRAs (GOIÁS 2006a p. 45).

Estas áreas identificadas como Zonas de Erosão Recuante (ZER) frequentemente passam transicionalmente para a SRA, que atua como nível de base local.

As Zonas de Erosão Recuantes interligam as diferentes SRAs, podendo se estender por amplas áreas e com recuos significativos ou limitados a frente de escarpamento de chapadões. Durante sua evolução podem deixar um conjunto isolado de Morros e Colinas entre duas SRAs. Do ponto de vista pedológico estas unidades estão cobertas parcialmente por CAMBISSOLOS e NEOSSOLOS LITÓLICOS, os quais, junto com seu relevo acidentado fazem que tenham baixo potencial de recarga hídrica (GOIÁS, p.88 2006a). O sistema da ZER é denudacional. (Figura 10).

A unidade de Morros e Colinas (MC) é caracterizada como pequenas elevações de terreno (menor que 300 metros, segundo o IBGE, 2006), com declive suave. A unidade MC surge do avanço e do recuo das vertentes da ZER e pode ser identificada isolada da frente das escarpas (ZER). Os Morros e Colinas se destacam sobre uma superfície de extensão regional situada em uma cota inferior (GOIÁS, 2006). Grandes áreas constituídas de morros e colinas são remanescentes de litologias mais resistentes à erosão, que foram preservadas à medida que uma SRA evolui com tendência recuante, muitas vezes, com um forte controle estrutural (paisagens dobradas, rochas metamórficas com estruturas bem marcadas) (GOIÁS, 2006).

Os relevos de Morros e Colinas podem ser observados em pequenas porções e localizam-se no Leste e ao Oeste do PNCV, nos municípios de Nova Roma e Cavalcante, muito presentes entremeando a SRAIVA. Mas do ponto de vista pedológico, estas unidades estão cobertas parcialmente por Cambissolos ou mesmo aparecerem como afloramento de rochas, que estão no nordeste do PNCV (Figura 11).

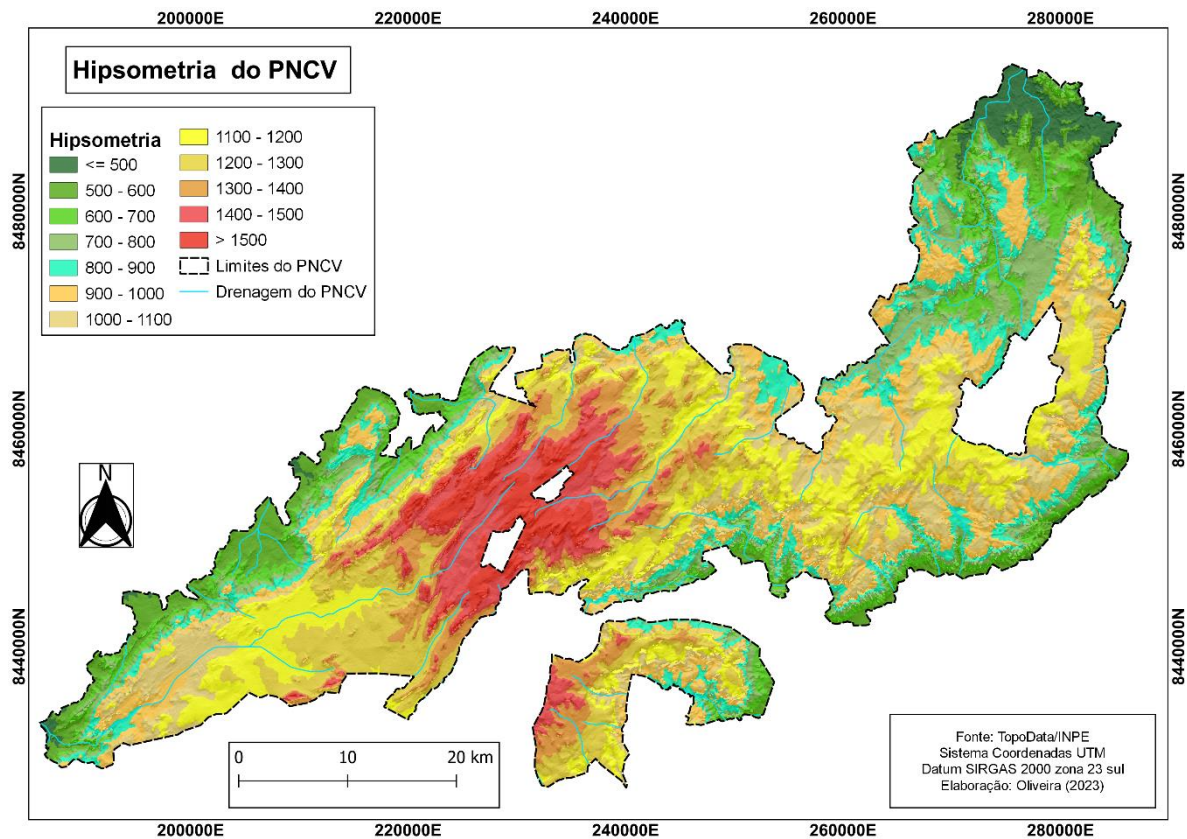
Figura 11 – Fotografia: Em primeiro plano uma área de formação florestal e ao fundo o Relevo de Morros e Colinas



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

De acordo com o mapa de hipsometria (Figura 12), o PNCV faz parte de um complexo montanhoso, onde são encontrados os locais mais altos da Região Centro-Oeste (Serra do Pouso Alto, a 1.676 m de altitude, localizado ao norte de Alto Paraíso que fica dentro dos limites do PNCV). Em relação às altitudes, o parque possui grande variação hipsométrica, indo das altitudes de 407 metros a mais de 1.665 metros (as maiores do estado), com variações às vezes abruptas em terrenos frequentemente escarpados.

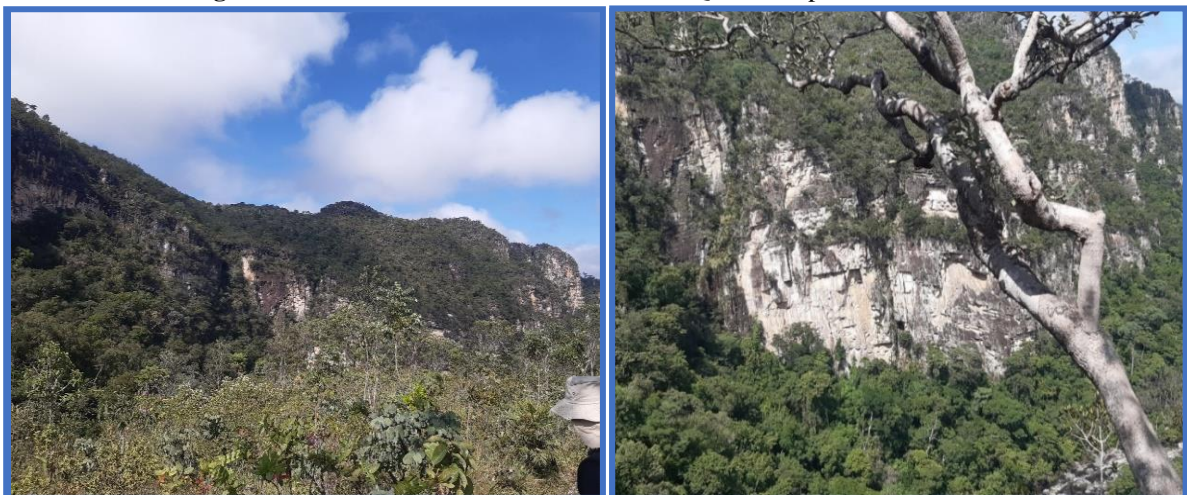
Figura 12 – Mapa de Hipsometria do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros.



Fonte: Topodata/INPE. Organização: Oliveira, (2022).

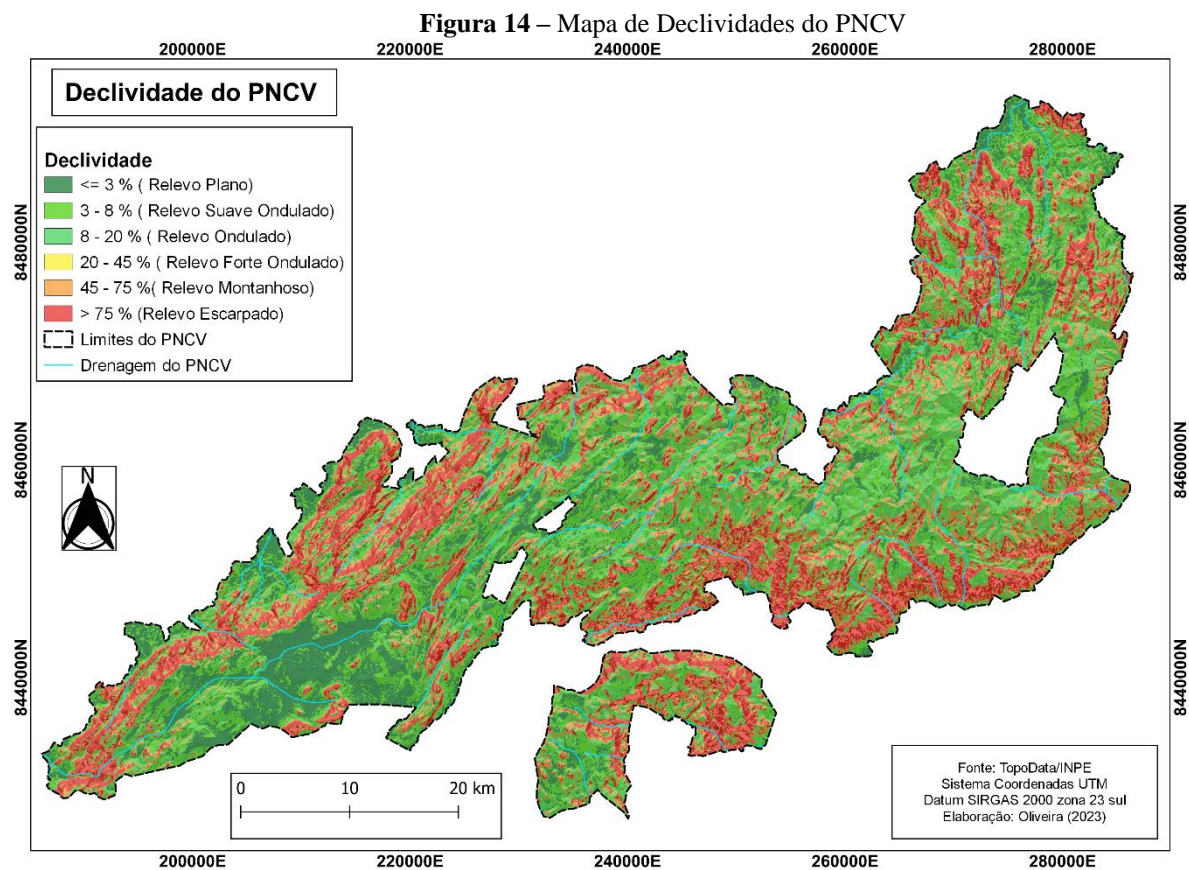
O relevo escarpado frequentemente margeia os limites do PNCV, principalmente nas áreas de mudanças das menores cotas (500 - 600 m) para as áreas acima de 1.000 metros. Nessas áreas, a elevação de altitude ocorre abruptamente, determinando a formação de aspecto escarpadas do relevo, dificultando o acesso ao interior do território do parque (Figura 13).

Figura 13 – Área de Unidades de Paredões de Quartzitos presentes no PNCV.



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

As declividades do PNCV variam entre relevos planos a escarpados (Figura 14). Os terrenos planos, com declividades inferiores a 3%, ocorrem principalmente entre Alto Paraíso e Cavalcante, nas proximidades do Morro do Salto, nas áreas abertas à visitação do público. Já a elevação de altitude, costuma ser abrupta na área do PNCV, enquanto o relevo pode atingir declividades superiores a 75% (escarpado) em parte significativa desse território. Mas as maiores declividades no parque estão associadas à transição para depressões. Elas ocorrem na depressão intermontana do rio Preto, alto do Tocantins, vão do Paranã e na serra Geral do Paranã.



Fonte: Topodata/INPE. Organização: Oliveira, (2022).

Tabela 1 – Declividade do PNCV em porcentagem

Atributos	Classes de declividade (%)	Área em ha	Porcentagem (%)
1	<=3 - 8%	36.647,02	15,23
2	8 - 20%	54.920,58	22,81
3	20 - 45%	52.248,36	21,72
4	45 - 75%	41.550,83	17,25
5	> 75	55.368,27	22,99
Soma	-	240.735,08	100

Fonte: Autora

3.3 CLIMA DO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS VEADEIROS

O Cerrado caracteriza-se pela presença, na maior parte de sua área, de invernos secos e verões chuvosos, com clima do tipo Aw (tropical com inverno seco), segundo a classificação de Köppen. Possui média anual de precipitação da ordem de 1.500 mm, variando de 750 mm a 2.000 mm (ADAMOLI et al., 1987).

Segundo Ribeiro e Walter (1998), no domínio do Cerrado, a temperatura média do mês mais frio é superior a 18 °C, já para Silveira (2011):

A ocorrência de duas estações bem definidas (com a seca de abril a setembro) caracteriza a distribuição concentrada das chuvas em toda região, com influência direta sobre a vegetação. O clima também tem influência temporal na origem dessa vegetação, pois as chuvas, ao longo do tempo geológico, intemperizaram os solos deixando-os pobres em nutrientes essenciais.

As temperaturas são influenciadas, dentre outros fatores, pelo relevo e pela latitude. O contraste entre as superfícies mais baixas (altitudes inferiores a 300 m), as longas chapadas (entre 900 m e 1.600 m) e a extensa distribuição em latitude conferem ao Cerrado uma diversificação térmica bastante grande (RIBEIRO; WALTER, 2008).

Considerando apenas os limites anteriores a 2017, Felfili et al. (2007), afirmam que o PNCV possui os tipos climáticos Aw, Cwa e Cwb, com precipitação média anual entre 1.500 mm e 1750 mm e temperatura média anual em torno de 24°C a 26°C. Logo, são os mesmos tipos climáticos da área atual (posterior a 2017), indicados pelo mapa detalhado de classificação climática de Köppen para o território nacional (Figura 15), disponibilizado em Alvares et al. (2013), que apresenta três classes climáticas para a área do PNCV (considerando os limites

atuais). São elas: Aw, o clima mais típico do Cerrado e; o Cwa e do Cwb influenciados pelas variações de relevo da Chapada dos Veadeiros.

Quanto ao clima, o PNCV está inserido em uma zona de transição entre os domínios dos climas da região amazônica e dos semiáridos do nordeste brasileiro. A região encontra-se submetida a um regime climático tropical semiúmido do tipo Aw, típico das savanas tropicais, com estações bem demarcadas, isto é, verão úmido e inverno seco. As estações da primavera e outono traduzem uma situação de transição entre as estações quente e úmida, reflexo do sistema atmosférico da região onde predominam correntes atmosféricas oeste, nordeste e sul (ICMBIO, PM, 2021, p.12).

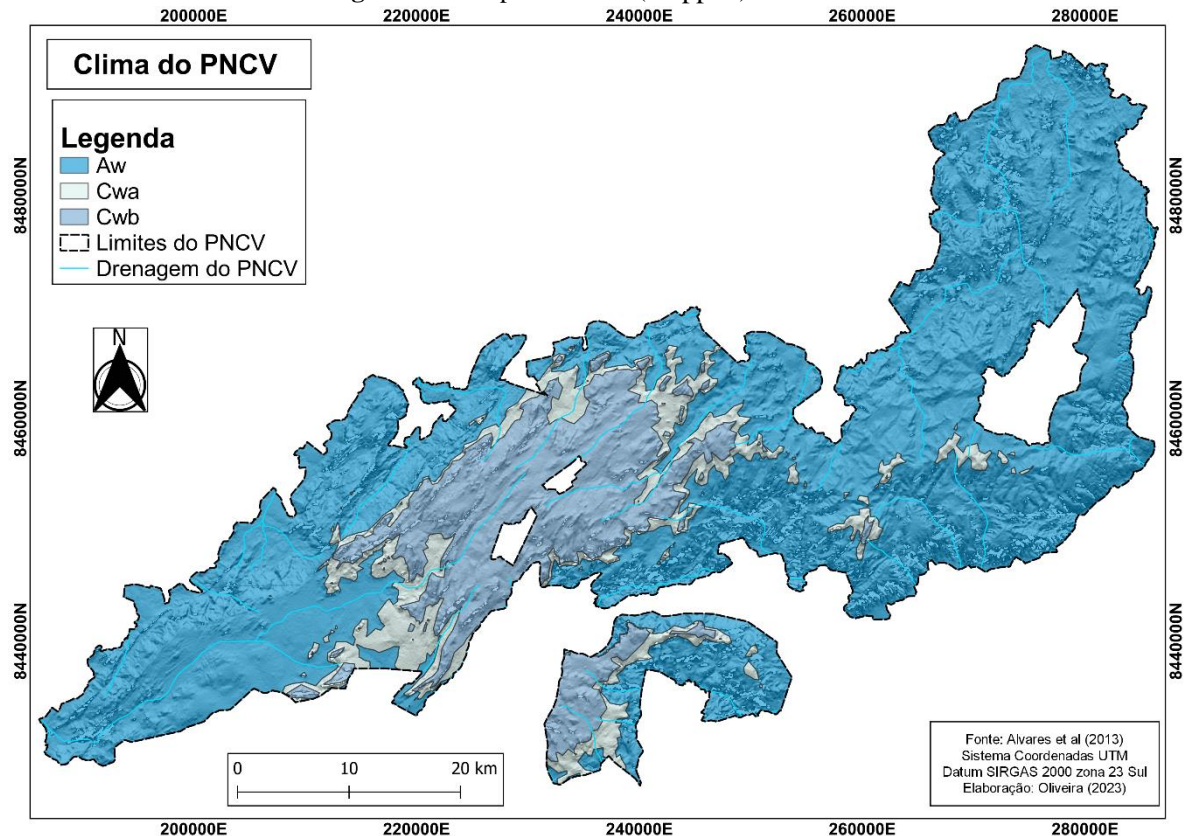
O clima Cwa (clima temperado úmido) é temperado, com verão quente e chuvoso, mas com inverno seco, enquanto o clima Cwb é um clima subtropical de altitudes, sendo temperado e úmido, com inverno seco e verão temperado. (CARDOSO et al.2014).

Realizando uma nova classificação para o território goiano, Novais (2020) identifica nessa região dois domínios climáticos (Tropical e Tropical Ameno) e dois subdomínios (semiúmido e semisseco), classificando os climas da chapada em três unidades: Tropical semisseco central, o Tropical Ameno, semiúmido central da Chapada dos Veadeiros.

O clima Tropical semiúmido central, segundo a classificação de Novais (2020), abrange o Planalto Central e faz parte das áreas com altitudes que superam os 1.000 metros. Essa unidade climática é de Domínio Tropical e possui Clima Zonal Quente, com influência da Zona de Convergência do Atlântico Sul/Umidade (ZCAS/ZCOU), durante os meses de outubro a março (meses mais úmidos), e influência da Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) nos meses mais secos. O Subdomínio é o semiúmido, com cinco meses secos (de maio a setembro) (CARDOSO et al. 2014).

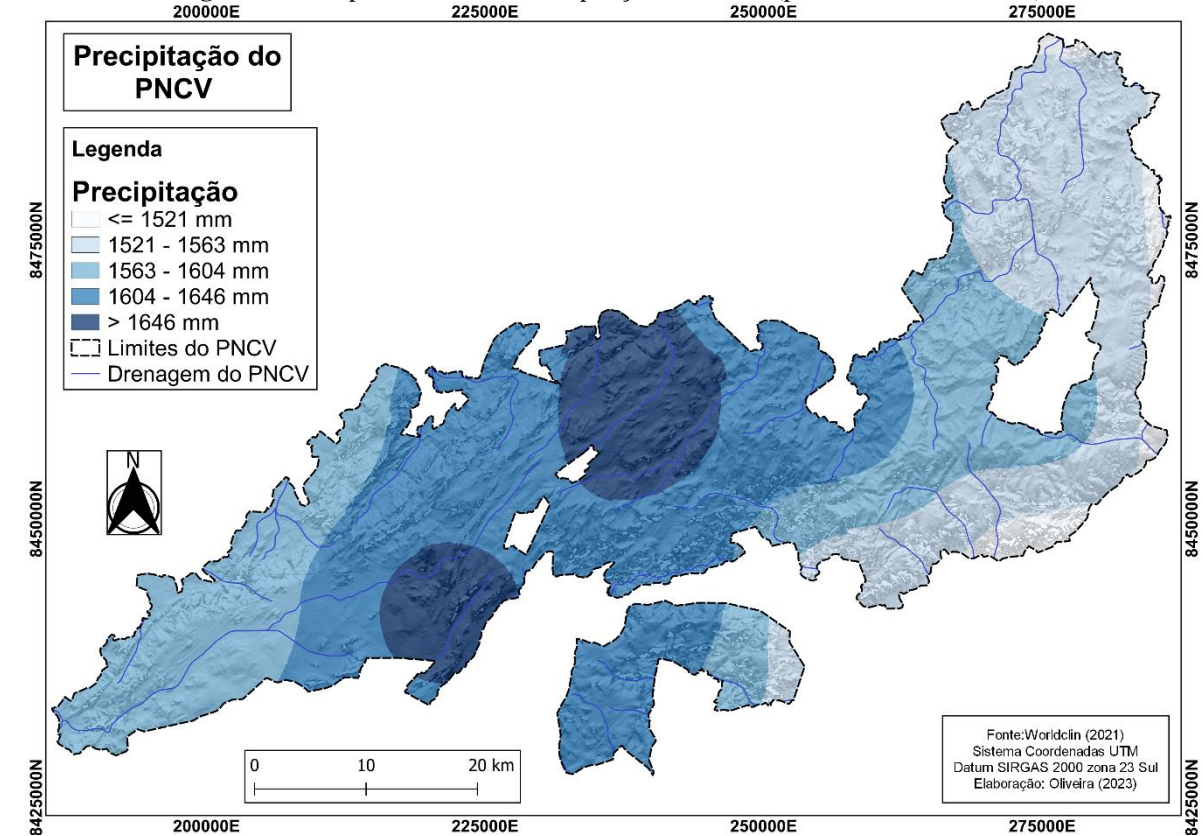
Na Figura 15, estão especializados os tipos climáticos identificados na área do parque de acordo com a classificação proposta por Köppen.

Figura 15 – Mapa do Clima (Köppen) do PNCV.



Fonte: Alvares et al. (2013) Organização: Oliveira, (2022).

A área do PNCV contém grande variação de altitude, inclusive, a direção das isoietas parece ser influenciada pelo relevo já que nas maiores altitudes ocorrem precipitações acima de 1521 mm. Observa-se que as precipitações do PNCV (Figura 16) são bem distribuídas, com valores referentes a 1521mm e 1646 mm, pois no Oeste os valores são de 1563mm a 1604 mm, mas na parte central do Parque temos uma maior concentração de chuvas variando de 1604mm, chegando acima de 1646 mm por ano. Essas concentrações estão relacionadas com o clima, nas regiões do PNCV, embora, no clima Aw ocorram menores precipitações dentro da área de estudo, já no clima Cwa e Cwb temos volumes maiores de precipitações, atingindo mais de 1646 mm ao ano (Figura 16).

Figura 16 – Mapa de classes de Precipitação do PNCV (período de 1970 a 2000).

Fonte: WorldClim (2021). Organização: Oliveira, (2022).

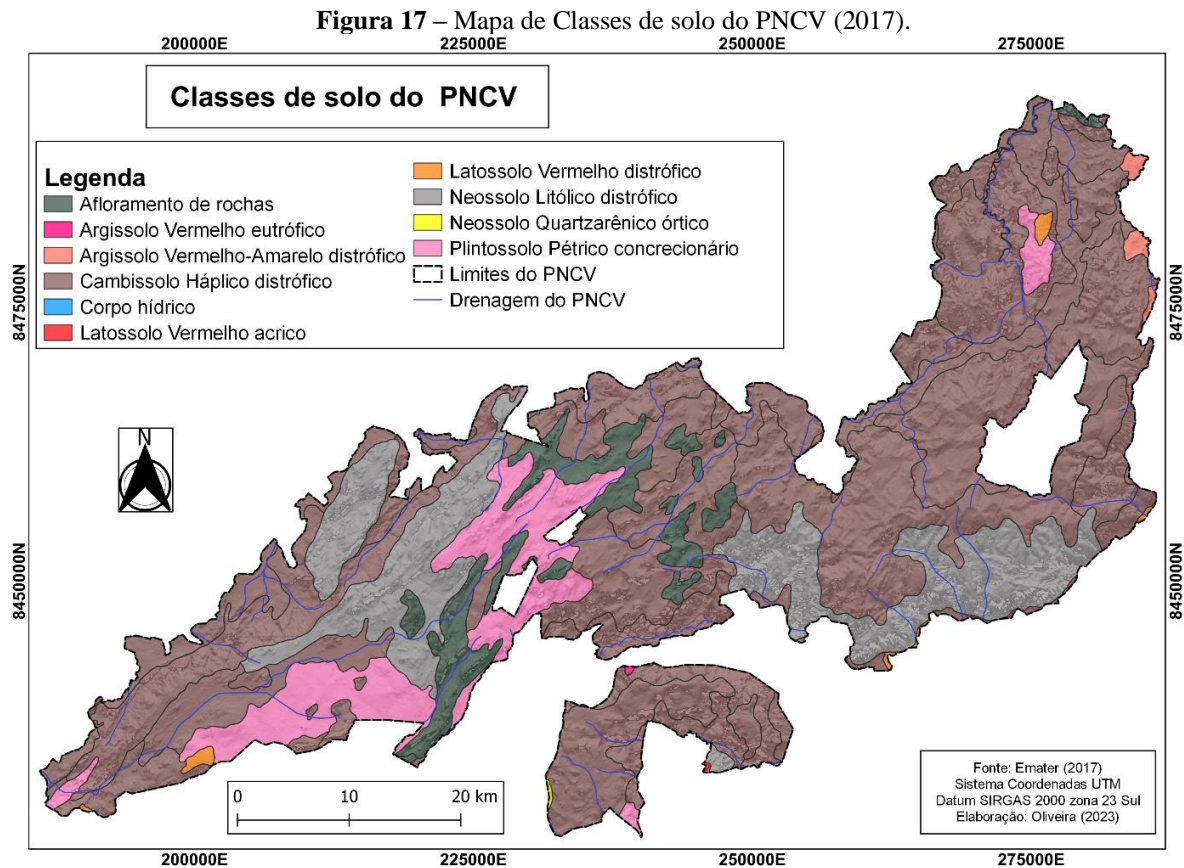
Tabela 2 - Classes de fragilidade em relação ao total de precipitação. (1990 a 2000)

Atributos	Precipitação (mm)	Área em ha	Porcentagem (%)
1	< 1521	5.411,85	2,24
2	1521 -1563	51.189,35	21,21
3	1563 - 1604	62.038,85	25,71
4	1604 - 1646	90.101,46	37,33
5	> 1646	32.588,68	13,51
Soma	-	241.330,21	100

Fonte: WorldClim (2021). Adaptado Ross (1994 e 2011).

3.4 CLASSES DE TIPOS DE SOLOS NO PNCV

Na área do PNCV, predominam solos jovens e pouco profundos. Quase 90% da área do parque é coberta por Cambissolos (Háplico distrófico), Neossolos (Litólico distrófico e Quartzarênico órtico), além de afloramentos de rochas. Aparecem em quantidades menores, os Plintossolos, Argissolos e Latossolos (Figura 17).



Fonte: Emater (2017). Organização: Oliveira, (2022).

As classes com menor profundidade, os afloramentos rochosos (6,5% da área total) e os Neossolos Litólicos distrófico (16,4% da área) ocupam juntas mais de 20% da área do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (Tabela 2). Essas classes se desenvolveram nas áreas mais movimentadas do relevo, tanto das SRA (I, IV), quanto das ZER (IV), sustentadas sobre geologias das formações Arraias e Paranoá. Os Neossolos em sua maior parte possuem caráter Litólico, formados, dentre outros, a partir de quartzitos, filitos e metassiltitos. Embora, possam ser encontrados Neossolos Quartzarênicos na área do parque, eles ocorrem somente em áreas diminutas, geralmente formadas, a partir do processo de deposição em oposição aos litólicos, em geral produtos de agentes denudacionais. Os Neossolos são solos pouco evoluídos, inclusive, não apresentando qualquer tipo de horizonte B.

Tabela 3 – Classes dos tipos de solos do PNCV.

Atributos	Classes de solos	Área em ha	Área em Porcentagem (%)
1	CXbd	139.714,00	57,71
2	RLd	39.993,00	16,41
3	FFc	26.574,00	11,01
4	AR	15.797,00	6,51
5	PVAd	11.088,00	4,21
6	LVd	8.150,00	3,31
7	RQo	0.771,00	0,33
8	PVe	0.645,00	0,26
9	LVw	0.479,00	0,25
-	Soma	241.316,00	100

Fonte: Emater (2017). Organização: Oliveira, (2022).

Figura 18 – Fotografia de afloramento de rochas presentes no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros.

Fonte: Arquivo pessoal (2022)

Os Neossolos Quartzarênicos são solos que têm baixa aptidão agrícola, devido a sua pobreza de nutrientes e baixo grau de desenvolvimento (EMBRAPA 2008), logo, são compostos por uma significativa quantidade de quartzo em sua composição. Como pode ser observado, na Figura 17, os Neossolos estão em sua maioria sobre SRAI e ZERIVA, na região oeste do PNCV.

Figura 19 – Fotografia de formação de Neossolo no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros.



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Os Cambissolos são a classe mais bem distribuída na área do PNCV, ocupando quase 60% da área total (Figura 9 e 17 e Tabela 2). São solos constituídos por material mineral, com horizonte B incipiente e devido à heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e das condições climáticas, as características destes solos variam muito de um local para outro (EMBRAPA,2008).

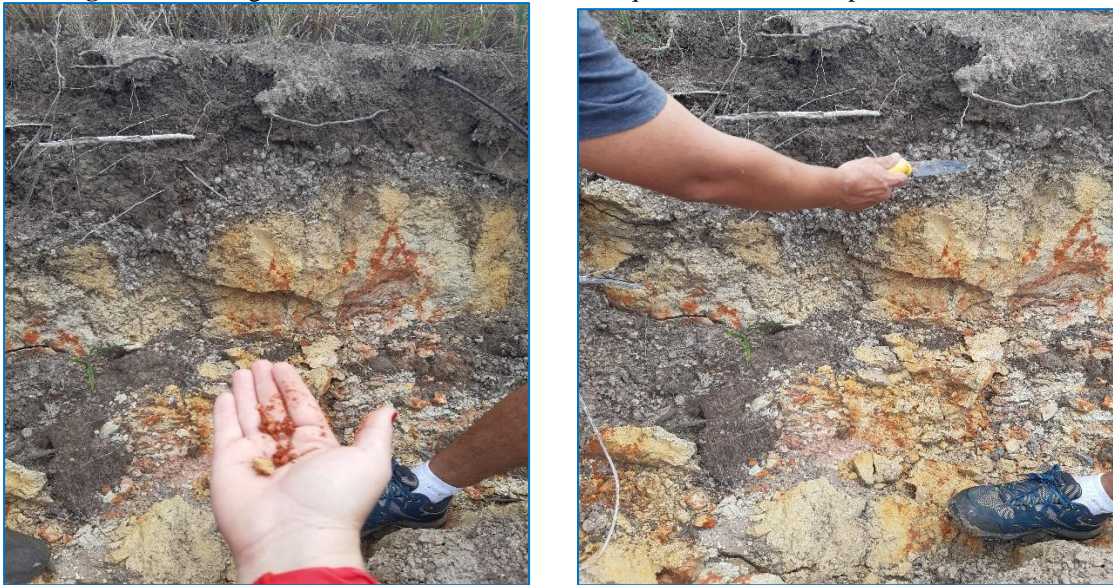
Essa classe de solo tende a ter pouca restrição de drenagem e se desenvolvem em relevos pouco movimentados, mas sejam eutróficos ou distróficos. Quando situados em planícies aluviais estão sujeitos a inundações, que se frequentes e de médio a longa duração são fatores limitantes ao pleno uso agrícola desses solos (EMBRAPA, 2008).

Na área de expansão do PNCV, predominam principalmente os Cambissolos Háplicos, que podem ser observados no mapa de solos. Desse modo, as condições de pobreza química e maturidade dos Cambissolos podem não ser suficientes para controlar a ocupação e manutenção da matriz do Cerrado na área do Parque, principalmente considerando que esse incremento na

ocupação foi significativamente menor em sua área específica que nas áreas do entorno, ou do próprio Cerrado como um todo nesse mesmo período.

Já, o Plintossolo Pétrico Concrecionário é formado em condições em que há dificuldade de drenagem, o que ocasiona um excesso de umidade temporária que forma os nódulos ferruginosos chamados plintita, petroplintita e concreções. Os Plintossolos ocorrem no PNCV sobre a formação Arraias e Traíras e aparecem na SRAI e em uma pequena porção sobre a SRAII na extensão nordeste do PNCV.

Figura 20 – Fotografia de Plintossolo na área do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Além dos impedimentos físicos, os solos da área do PNCV, mesmo aqueles com melhores condições físicas, têm notável pobreza química. Em sua maior parte, estes solos têm caráter distrófico e ácrico. Tanto os afloramentos quanto os Neossolos e Cambissolos frequentemente apresentam severas restrições às práticas agrícolas adotadas no bioma Cerrado.

3.5 EVOLUÇÃO DO USO E COBERTURA DO SOLO NO PNCV

O Cerrado é o segundo maior domínio vegetacional do Brasil, além disso, é uma das áreas de maior biodiversidade no mundo, constituída por um mosaico vegetacional composto por formações campestres (campo limpo, sujo e rupestre), formações savânicas (cerrado *sensu stricto*, cerrado denso, cerrado ralo e cerrado rupestre) e florestais (cerradão, matas de galeria, ciliares e secas). Como área central de sua ocorrência tem-se a região do planalto central

brasileiro, estendendo-se para as regiões norte, nordeste e sudeste (EITEN 1972; RIBEIRO; WALTER 1998).

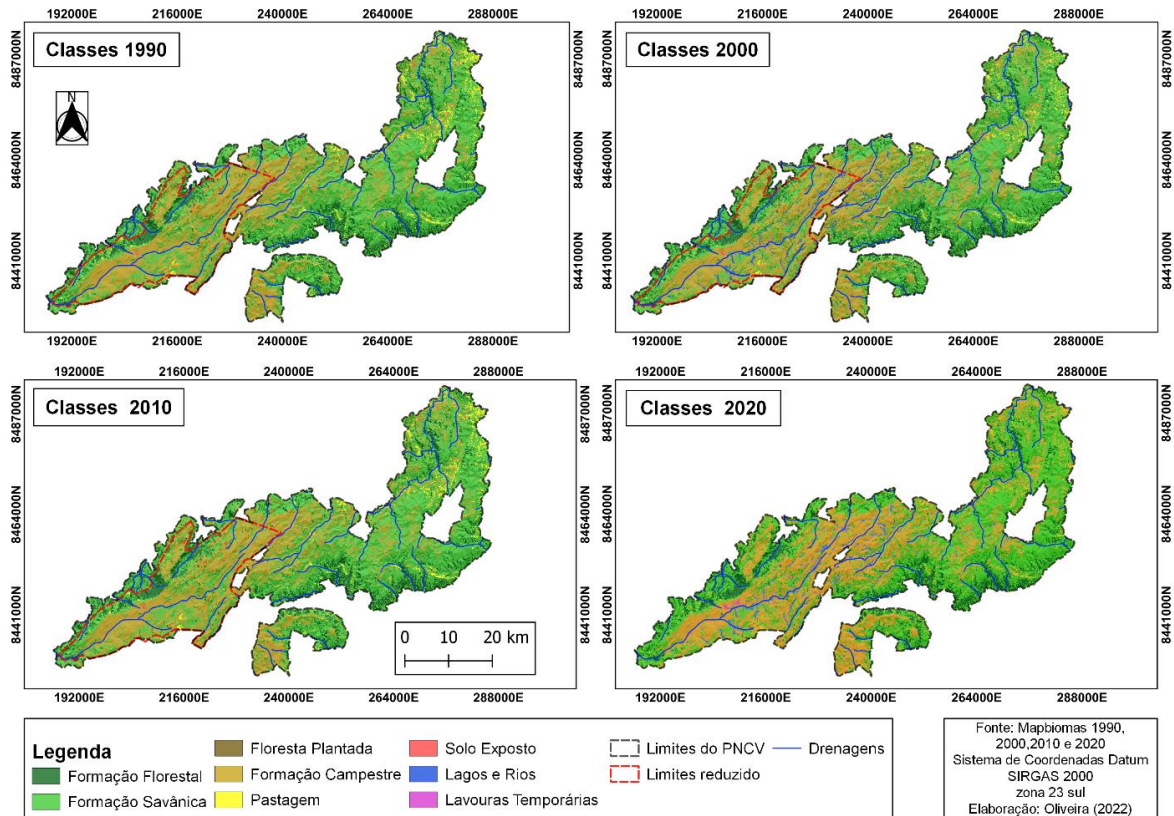
A flora do Cerrado é característica e diferenciada dos biomas adjacentes, embora muitas fisionomias compartilhem espécies com outros biomas (RIBEIRO; WALTER, p. 172, 2008). Em geral, considera-se que a vegetação do Cerrado é distribuída de acordo com a profundidade efetiva do solo, com as formações florestais ocorrendo nos solos mais profundos e as savânicas nos mais rasos (RIBEIRO; WALTER, 2008).

Assim como todo o domínio do Cerrado, o parque tem sua cobertura vegetal diretamente influenciada pelo meio físico, condições climáticas e a dinâmica do fogo (ecologia do fogo). Contribui pra essa conclusão a análise conjunta dos mapas (vegetação, solos, clima, relevo) que mostra que embora a relação entre o tipo vegetacional e as classes de solos exista, por exemplo, os afloramentos de rochas parecem dar suporte principalmente a formações campestres. Mas há outros fatores a serem considerados em conjunto (como declividade, a posição do relevo e o próprio clima) para explicar a composição da paisagem no parque.

Corroborando com isso o trabalho de Lenza et al. (2021) que, ao comparar áreas de vegetação arbustivo-arbórea de cerrado rupestre na Chapada dos Veadeiros e outras áreas de cerrado do Bioma, afirma que os padrões fitogeográficos dessa área são influenciados pela altitude e outros aspectos físico-naturais.

No PNCV, as fitofisionomias das formações savânicas contêm subdivisões (cerrado sentido restrito: cerrado denso, típico, ralo e rupestre), ainda, o cerrado no sentido amplo, como as veredas. Parque de cerrado e palmeiral são as de maior extensão, ocupando, juntas, quase 50% da área do parque, enquanto as formações campestres (campo sujo, campo limpo e o campo rupestre) ocupam quase 35%, além de serem fitofisionomias mais exigentes com relação à disponibilidade de água ou profundidade dos solos. São exemplos disso as formações florestais (Mata ciliar, Mata de galeria, Mata seca e Cerradão) e os campos alagados que ocupam menos de 15% da área total do PNCV (Figura 21 e Tabela 03 e 04).

Figura 21 – Mapa de classes de uso e cobertura do solo no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (1990 a 2020).



Fonte: MapBiomas (1990; 2000; 2010; 2020). Organização: Oliveira, (2022).

Tabela 4 – Classes de Uso e cobertura do solo (PNCV).

Classes de Uso e Cobertura do solo	Classes 1990 (Área ha)	Classes 2000 (Área ha)	Classes 2010 (Área ha)	Classes 2020 (Área ha)
Formação Savânica	121.161,93	121.805,44	128.673,11	119.836,12
Formação Campestre	83.969,82	83.682,65	75.101,33	83.770,41
Formação Florestal	25.605,14	24.397,03	29.150,00	26.551,50
Pastagem	4.827,92	5.503,14	7.166,40	5.530,12
Campo Alagado	5.266,76	5.221,60	0,4441	5.195,81
Solo Exposto	347,81	157,90	632,67	347,55
Mosaico de Agricultura e pastagem	0,1920	0,1988	0,0265	0,2788
Lavouras Temporárias e soja	0,0017	0,0441	0,0008	0,0166
Soma	241.179,39	240.767,78	240.723,54	241.231,50

Fonte: Mapiomas (1990, 2000, 2010 e 2020). Organização: Oliveira (2022).

Tabela 5 – Classes de Uso e cobertura do solo em porcentagem (%) (PNCV).

Classes de Uso e Cobertura do solo	Classes 1990 (%)	Classes 2000 (%)	Classes 2010 (%)	Classes 2020 (%)
Formação Savânica	50,21	50,61	52,81	49,64
Formação Campestre	34,80	34,28	31,00	34,71
Formação Florestal	10,61	10,35	12,00	11,01
Pastagem	2,05	2,33	2,15	2,31
Campo Alagado	2,17	2,27	1,80	2,14
Solo Exposto	0,14	0,08	0,20	0,15
Mosaico de Agricultura e pastagem	0,01	0,06	0,02	0,02
Lavouras Temporárias e soja	0,01	0,02	0,02	0,02
Soma	100	100	100	100

Fonte: Mapbiomas (1990, 2000,2010 e 2020). Organização: Oliveira (2022).

Em sentido fisionômico, a origem das formações savânicas, assim como da formação campestre, localizadas na região central do Brasil, datam de 32.000 anos atrás (LEDRU, 2002). Na Figura 22, temos alguns exemplares locais de formações campestres e savânicas do parque que são fitofisionomias dominantes na região.

As fitofisionomias da formação Savânica, no sentido restrito, caracterizam-se pela presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas, e geralmente com evidências de queimadas (RIBEIRO e WALTER, 2008). O termo savana refere-se a áreas com árvores e arbustos espalhados sobre um estrato gramíneo, sem a formação de dossel contínuo (RIBEIRO; WALTER, p. 172, 2008).

Figura 22 – Fotografia da Vegetação típica do Cerrado no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros. (Formações Campestre e Savânica).



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

Contudo, as espécies possuem raízes profundas, não sofrendo restrições hídricas na estação seca. Grande parte dos solos pertence às classes Latossolos, mas podem ocorrer Cambissolos, Neossolos e Plintossolos, porém, mesmo com boas características, isto é, tendo, solos que pode sofrer com carência generalizada de nutrientes importantes e elevadas taxas de alumínio (VIANA e SANO, 2012).

No PNCV, o Cerrado tem uma formação savânica caracterizada pela presença de árvores agrupadas em pequenas elevações do terreno, algumas vezes imperceptíveis e outras com destaque, que são conhecidas como “murundus” ou “monchões”. Além disso, tem o Palmeiral que se caracteriza pela presença marcante de uma única espécie de palmeira arbórea denominada Palmeiral, geralmente encontrado em solos bem drenados (LENZA et al. 2011).

A Vereda é a fitofisionomia com a palmeira arbórea *Mauritia flexuosa* (Buritis), elas são circundadas por campos limpos geralmente úmidos e com afloramento do lençol freático. Mas os buritis não formam dossel como ocorre no Buritizal, por isso, as veredas exercem papel fundamental na manutenção da fauna do Cerrado, pois atua como local de pouso para avifauna, de refúgio, de abrigo, de fonte de alimento e de local de reprodução para a fauna terrestre e aquática (RIBEIRO e WALTER, P.182, 2008). Em volta das Veredas estão os Campos Limpos, geralmente úmidos, não formando dossel, a altura deles pode variar entre 12 a 15 metros. Quanto ao aparecimento das Veredas, condiciona-se ao afloramento do nível freático (VIANA; SANO,2012).

No PNCV temos o Jardim de Maytrea com a presença de palmeira (Buritizal). Quando estão em solos mal drenados, ocorrem nos fundos de vale do Brasil Central. Dossel formado por árvores de altura que varia de 12 a 20 metros, com cobertura homogênea. Muitas vezes o palmeiral é confundido com as veredas, a diferença está na composição das palmeiras presentes neste ambiente (EITEN 1978; RIBEIRO; WALTER 2008, VIANA, 2012).

A formação campestre na sua cobertura vegetal, nestes últimos trinta anos, ficou com um percentual de 34%, já a formação florestal ficou com uma variação de 10%, conforme o uso e cobertura do solo no Parque. Isto é, nos últimos tempos não teve muitas alterações, visto que a pastagem e o os campos alagados permaneceram entre 2%, enquanto as lavouras temporárias e mosaico de agricultura e pastagem ficaram em 0,2%. Portanto, a partir das análises dos mapas de uso e cobertura dos anos de 1990 a 2010, percebe-se que a vegetação de Cerrado foi preservada, até nas áreas de ampliação. Desse modo, salienta-se que essa cobertura vegetal é importante na proteção do solo, pois evita processos erosivos. Assim, o parque tem as maiores altitudes do estado, por isso, devido a esse relevo movimentado, as altitudes e a pobreza do solo o PNCV não tem aptidão para o agronegócio, logo, seria inviável o trânsito de máquinas para o desmatamento.

A formação campestre do Cerrado engloba três tipos fitofisionômicos principais: o Campo Sujo, o Campo Limpo e o Campo Rupestre (figura 22). O Campo Sujo é um tipo de fisionomia da formação Campestre, é exclusivamente arbustivo-herbácea, com arbustos e subarbustos esparsos, formado por indivíduos menos desenvolvidos das espécies arbóreas do Cerrado sensu restrito. Encontrado em solos rasos como os Litólicos, Cambissolos ou Plintossolos Pétricos, eventualmente com pequenos afloramentos rochosos de pouca extensão. Ocorrem também em solos profundos de baixa fertilidade (álico ou distrófico) como os Latossolos de textura média e Areias Quartzosas. Já no caso de um nível freático alto, próximo à superfície, ocorre o Campo Sujo Úmido. Há ainda o Campo

Sujo com Murundus quando há presença de micro relevos. A formação vegetal que predomina nessa fisionomia são as *Gramineae* (EITEN 1978, RIBEIRO; WALTER 2008, VIANA, 2012).

O Campo Limpo tem predominância herbácea, com arbustos e ausência completa de árvores e podem ser encontrados em diversas posições topográficas, com diferentes variações de grau de umidade. Além disso, são descobertos frequentemente em diferentes posições topográficas, com grau de umidade, profundidade e fertilidade do solo diversificado. Com mais frequência, são vistos nas encostas, chapadas, olhos d'água, circundando Veredas, borda das Matas de Galeria. Em geral, ocorrem em solos do tipo Neossolos Litólicos, Cambissolos ou Plintossolos Pétricos. No caso de áreas planas contíguas a rios e inundadas periodicamente, também podem ser denominados de Campo de Várzea, Várzea ou Brejo, sendo os solos do tipo Hidromórfico, Aluvial, Plintossolos ou Solos Orgânicos (EITEN 1978, RIBEIRO; WALTER 2008, VIANA, 2012).

Para a Embrapa, o Campo Rupestre (Figura 23) é um subtipo de vegetação arbóreo-arbustiva, com aparecimento eventual de árvores pouco desenvolvidas com até três metros de altura. Sua composição florística depende da profundidade do solo, fertilidade, disponibilidade de água, entre outros. Geralmente, ocorre em relevos dissecados com altitudes superiores a 900 m, com presença de afloramentos de rochas, que atuam como barreira para o avanço da agropecuária. O solo desta área é Neossolo Litólico, que origina da decomposição de quartzitos, pobres em nutrientes, com pouca matéria orgânica. (SANO, 2011).

Figura 23 – Fotografia na Área de Formação Campestre no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros.



Fonte: Arquivo pessoal (2022)

Dentre as formações florestais de Cerrado, definidas por Ribeiro e Walter (2008) como sendo aquelas compostas predominantemente de espécies arbóreas, com formação de dossel contínuo, no parque, são identificadas as fitofisionomias Matas Ciliares e de Galeria. Elas compreendem fitofisionomias associadas a cursos de água e Mata Seca e Cerradão, que são formações que ocorrem nos interflúvios sobre solos profundos, sem associação a cursos de água (EITEN, 1977; RIBEIRO; WALTER, 2008).

Em sentido fisionômico, floresta (Figura 24) representa áreas com predominância de espécies arbóreas, onde há formação de dossel, contínuo ou descontínuo (RIBEIRO; WALTER, p. 172, 2008).

Figura 24 – Fotografia na Área de Formação Florestal no PNCV.



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

A formação florestal estende-se pela Mata Ciliar, em geral essa mata acompanha as margens de rios de médio e grande porte na região do Cerrado, é relativamente estreita, usualmente não ultrapassa 100 m de largura em cada lado. A Mata de Galeria é um tipo de floresta que acompanha o curso de rios ou córregos de pequeno porte, formando corredores fechados (galerias) sobre os cursos d'água, localizam-se comumente, em fundos de vale ou cabeceiras de drenagem. Pode ser inundável ou não inundável (RIBEIRO 1998).

Na verdade, as matas de galeria são acompanhadas de rios de pequeno porte e córregos dos planaltos do Brasil Central, formando corredores fechados (galerias). Ocorrem nos fundos dos vales ou nas cabeceiras de drenagem. Seus solos são normalmente Cambissolos, Plintossolos, Argilossolos, Gleissolos ou Neossolos Flúvicos, sendo que sua altura arbórea média fica entre 20 a 30 metros e cobertura de 70 a 95%.

Já Mata Seca são florestas afastadas dos cursos d'água, que apresentam diversos níveis de caducifolia (queda de folhas) na estação seca. A vegetação da mata seca ocorre em áreas

mais elevadas, que separam os fundos de vales (interflúvios), lugares normalmente ricos em nutrientes. Essa mata possui rica biodiversidade, porém se encontra significativamente ameaçada pelo desmatamento, pois em geral ocorrem em ambientes com condições melhores de nutrientes no solo (EMBRAPA, 2008).

O Cerradão é a formação florestal com aspectos xeromórficos (formas secas), onde há mistura de espécies florestais (de mata) e espécies do cerrado sentido estrito, ou seja, espécies da formação savânica. Embora muitas espécies do Cerradão sejam perenifólias (árvores cujas folhas permanecem durante todo o ano), esse ambiente abriga muitas espécies caducifólias, como *Caryocar brasiliense* (pequi), (Figura 25) *Kielmeyera coriacea* (pau-santo) e *Qualea grandiflora* (pau-terra). Entretanto, a queda de folhas contribui para o aumento da matéria orgânica no solo. Mas de modo geral, os solos do Cerradão são profundos, bem drenados, de média e baixa fertilidade e ligeiramente ácidos. (RIBEIRO, 1998; EMBRAPA,2008).

Figura 25 – Formação savânica *Caryocar brasiliense* (pequi)



Fonte: Arquivo pessoal (2022)

Percebe-se, que nesses últimos 30 anos, a agricultura passou por uma modernização para a produção de soja, milho, cana-de-açúcar entre outros cultivos. A pecuária também passou pela criação de grandes rebanhos, em pastagens naturais e cultivadas com espécies exóticas no

bioma Cerrado. Isso se deve aos aspectos do meio físico que tornam a região não atrativa para as monoculturas e também as áreas patrimonializadas, como a APA do Pouso Alto, Unidades de Conservação e territórios indígena e quilombola que ocorrem na região.

No parque ocorre uma extensa área com cobertura por vegetação remanescente de Cerrado, correspondendo às maiores declividades que dificultam a prática agrícola e pastoril. Nos mapeamentos de uso e cobertura do solo, que contemplam 30 anos, percebe-se o predomínio de uso e cobertura da formação savânica que variou de 51,21% na década de 1990, para 50,61% em 2000, em 2010 com aumento da cobertura (52,81%) e em 2020 teve uma queda para (49,64%) (figura 21).

Dessa forma, pode-se afirmar que a despeito das pressões agropecuaristas, a manutenção da área do Parque e as proteções legais, bem como o aumento da fiscalização, é um importante instrumento para impedir a degradação do Cerrado. A ocupação sempre enfrentou problemas por conta das condições do meio físico, inclusive, isso já ocorria antes do parque ser protegido por lei. Mesmo assim é possível perceber que nos anos de 1990 havia ocupações, ainda que incipientes, nas áreas mais planas, pela pecuária, que é menos exigente que a monocultura, principalmente quanto à profundidade e impedimentos físicos do solo.

A revolução verde e os programas governamentais de fomento do agronegócio, em Goiás, enfrentaram, na região do parque, condições pouco propícias para a agropecuária, entre elas solos pouco desenvolvidos e terrenos declivosos com afloramento de rocha. Embora possam ser corrigidos pelo uso intensivo de insumos, mas tem alguns empecilhos físicos mais difíceis de serem sanados, tais como: os Neossolos Litólicos, que estão sobre ou acima de quartzitos. Além disso, ocorre o Plintossolo com a presença das plintitas que foram observadas na visita de campo, na verdade, trata-se de impedimentos físicos no solo, somando-se a um relevo de declividade bastante acentuado e os obstáculos físicos e ambientais.

4 FRAGILIDADES POTENCIAL E EMERGENTE DO PNCV



Foto: *Paepalanthus chiquitensis* (PNCV)

Autora: Oliveira (2014)

4 FRAGILIDADES PTENCIAL E EMERGENTE DO PNCV

4.1 CARATERIZAÇÃO E ANÁLISE DA FRAGILIDADE GEOMORFOLÓGICA DO PNCV

O relevo é um elemento importante na análise da fragilidade dos ambientes naturais, pois quanto mais acentuadas são as declividades, mais a superfície se torna suscetível aos processos erosivos e aos riscos de escorregamentos e deslizamentos (IBGE, 2009). As formas do relevo relacionam-se aos processos responsáveis pelas taxas de infiltração e de escoamento superficial, pela velocidade dos processos de *runoff* e pelos quantitativos de erosão, transporte e deposição de sedimentos (PM, 2012). Dessa forma, as variações do relevo refletem-se no balanço entre os processos morfogenéticos e pedogenéticos e no funcionamento e evolução da paisagem (PM, 2021).

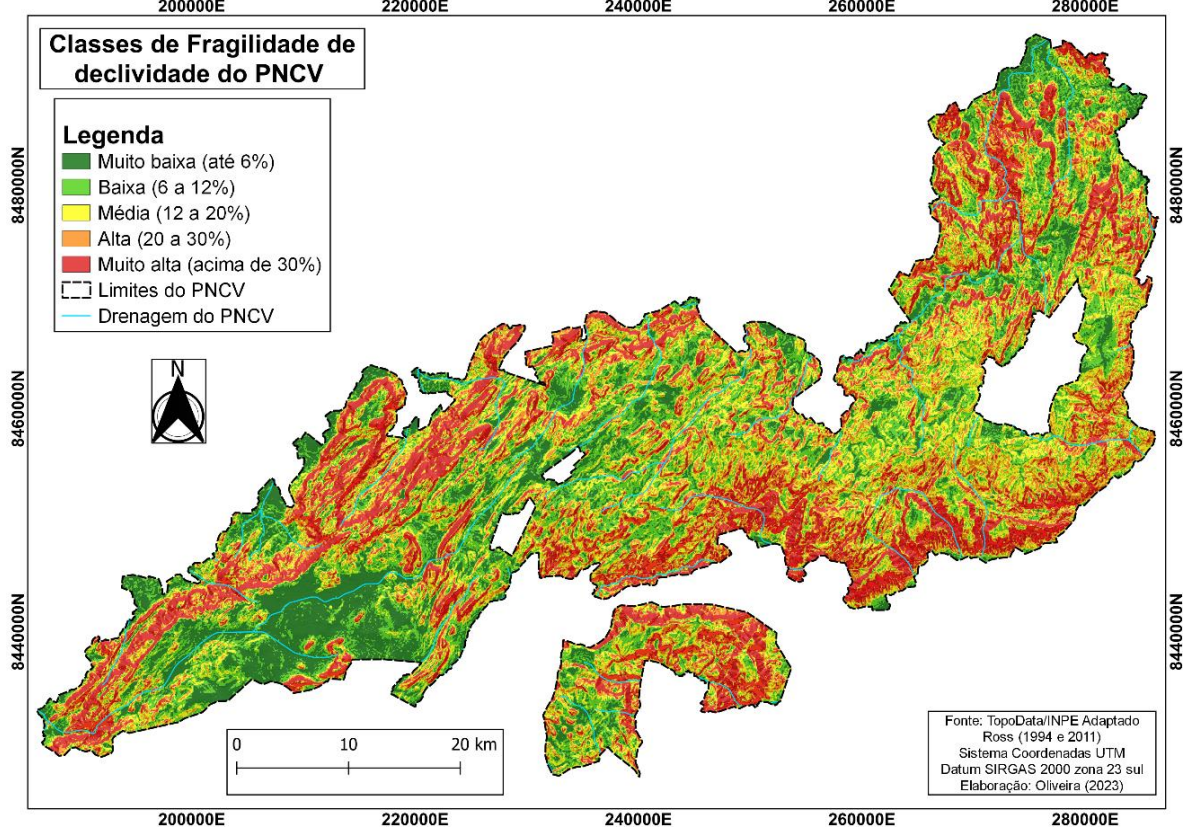
De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (1999), o condicionamento da capacidade de uso da terra, ou seja, a topografia, na maioria dos casos, constitui um dos fatores de maior importância, visto que o volume e a velocidade das enxurradas estão diretamente relacionados ao grau de declividade do terreno (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1993).

Com base nisso Ross (1990; 1999), em seu modelo de fragilidade dos ambientes naturais, propõe a inclusão dos padrões de formas do relevo para o estudo em escalas pequenas e médias ou, opção adotada nesse trabalho, das classes de declividades que, de acordo com valores limites críticos, são indicativos do vigor dos processos erosivos e dos riscos de escoamentos/deslizamentos e inundações.

Além disso, as declividades também se constituem variáveis determinantes para influenciar na indicação de áreas com aptidão agrícola (KAWAKUBO et al., 2005). Inclusive, no PNCV, as declividades mostram que a área não tem aptidão agrícola, pela presença de solos pobres e relevo movimentado e por ser uma Unidade de Conservação.

A variação das altitudes e a declividade têm como reflexo a distribuição das fragilidades geomorfológicas (associadas ao relevo) observadas no mapa da Figura 25 que especializa as classes de fragilidade do PNCV em relação às declividades e, na Tabela 4 na qual há a descrição quantitativa destas classes.

Figura 26 – Mapa das Classes de fragilidades da declividade do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros



Fonte: Topodata/INPE (2009). Adaptado Ross (1994 e 2011). Organização: Oliveira, (2022).

Tabela 6 – Classes de fragilidade ambiental da declividade do PNCV.

Atributo	Classes de declividade	Declividades	Área em (ha)	Área em porcentagem (%)
1	Muito Baixa	< 6	36.687,61	15
2	Baixa	6 a 12	41.648,80	17
3	Média	12 a 20	52.437,46	22
4	Alta	20 a 30	55.037,55	23
5	Muito Alta	> 30	55.467,75	23
Total	-	-	241.315,20	100

Fonte: Topodata/INPE (2009). Adaptado Ross (1994 e 2011). Organização: Oliveira, (2022).

O índice de fragilidade para o critério declividade foi: Muito Alta - em áreas com declividade superior a 30%, (23%) representando um relevo escarpado, Alta - (23%), relevo Montanhoso; Médio - (22%), relevo forte ondulado; Baixo - (17%), relevo ondulado e o índice

Muito Baixo (15%), apresentando um relevo plano. Nas declividades de 0 a 6%, o escoamento superficial é lento ou médio e a erosão hídrica não oferece maiores problemas, pois a água tem pouca velocidade.

As classes de fragilidades geomorfológicas Muito Baixa e Baixa, juntas, ocupam 32% da área no PNCV e distribuem-se principalmente nas regiões de Superfície Regional de Aplainamento, em áreas onde a dissecação é mais fraca ou que se encontram aplainadas. Aparecem tanto no interior do Parque quanto em forma de faixas estreitas nas bordas norte do PNCV, como partes das Depressões Intermontanas do Rio Preto e Alto Tocantins que se estendem a norte do parque. Destacam-se, nas proximidades do Morro do Salto e dos locais de visitas públicas que possuem uma mancha de mais de 10 mil hectares, quase ininterruptos, em que a fragilidade geomorfológica é mais baixa.

Nestas áreas de relevo movimentando, a água é um agente modelador da paisagem, pois as precipitações configuram como o meio que mais se destaca na formação e transformação do relevo, uma vez que as águas das chuvas resultam em escoamento superficial, que podem ganhar velocidade dependendo do relevo. Assim, sendo capazes de causar erosão e mudando a paisagem. Já as áreas de fragilidades geomorfológicas médias encontram-se principalmente nas regiões centrais do PNCV, geralmente em mosaico com outras faixas de fragilidade da declividade.

As faixas de fragilidade geomorfológicas altas e muito altas ocupam pouco menos da metade da área do PNCV (46%), concentrando-se principalmente em regiões de Zona de Erosão Recuante, a noroeste do Parque e sobre as áreas de SRAIVA. Ocorrem, nessas áreas, em relevos montanhosos e escarpados que se encontram principalmente associados à transição da área do PNCV. Seguem alguns casos: a) as depressões Intermontanas de seu entorno, tais como a do Rio Preto e Alto do Tocantins e; b) com o vão do Paranã e Serra Geral do Paranã. Assim, nestas áreas, o relevo influencia no escoamento e no fluxo de sedimentos, fazendo com que a fragilidade seja Alta e Muito Alta.

4.2 CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DA FRAGILIDADE CLIMÁTICA DO PNCV

A análise do clima, sobretudo das precipitações (intensidade, volume e duração), é etapa determinante para a análise da fragilidade dos ambientes naturais (ROSS, 1990;1999). Isso ocorre porque as chuvas são um importante agente geomórfico, pela sua capacidade de erodir os solos e dissecar o relevo (erosividade da chuva). Como observado por Ross (1999) e por Bertoni e Lombardi Neto (1993), a chuva é um dos fatores climáticos de maior importância na

erosão dos solos, pois sua ação geomórfica encontra-se associada a) a força da chuva, b) a declividade da área, c) a capacidade do solo de absorver a água e d) da cobertura vegetal protege o solo.

Também, segundo Bertoni e Lombardi Neto (1993), a chuva exerce sua ação erosiva sobre o solo pelo impacto das gotas, que caem com velocidade e energia, formando o escoamento das enxurradas. Mas a cobertura vegetal é a defesa natural de um terreno contra a erosão, visto que a vegetação exerce uma proteção, com as raízes e as folhas, pois ao se decompor aumenta o conteúdo de matéria orgânica e de húmus no solo, fazendo com que a capacidade de absorção seja maior (BERTONI; LOMBARDI NETO 1999, p.59). Bertoni e Lombardi Neto (1995) afirmam que os diferentes tipos de solos podem apresentar suscetibilidade diferenciada da erosão, mesmo para condições semelhantes de declividade, cobertura vegetal e práticas de manejo, uma vez que, essas diferenças são derivadas das propriedades do próprio solo e são denominadas erodibilidade do solo.

O PNCV tem os tipos climáticos Aw, Cwa e Cwb, com verão quente e chuvoso e inverno seco (KÖPPEN, 1900 *et al.* 1901;) e precipitações que variam espacialmente de 1521 mm a 1646 mm ao ano. O período quente concentra os maiores volumes de precipitações 1649 mm por mês e ficam concentradas nas altitudes acima de 1500m, com clima Cwb.

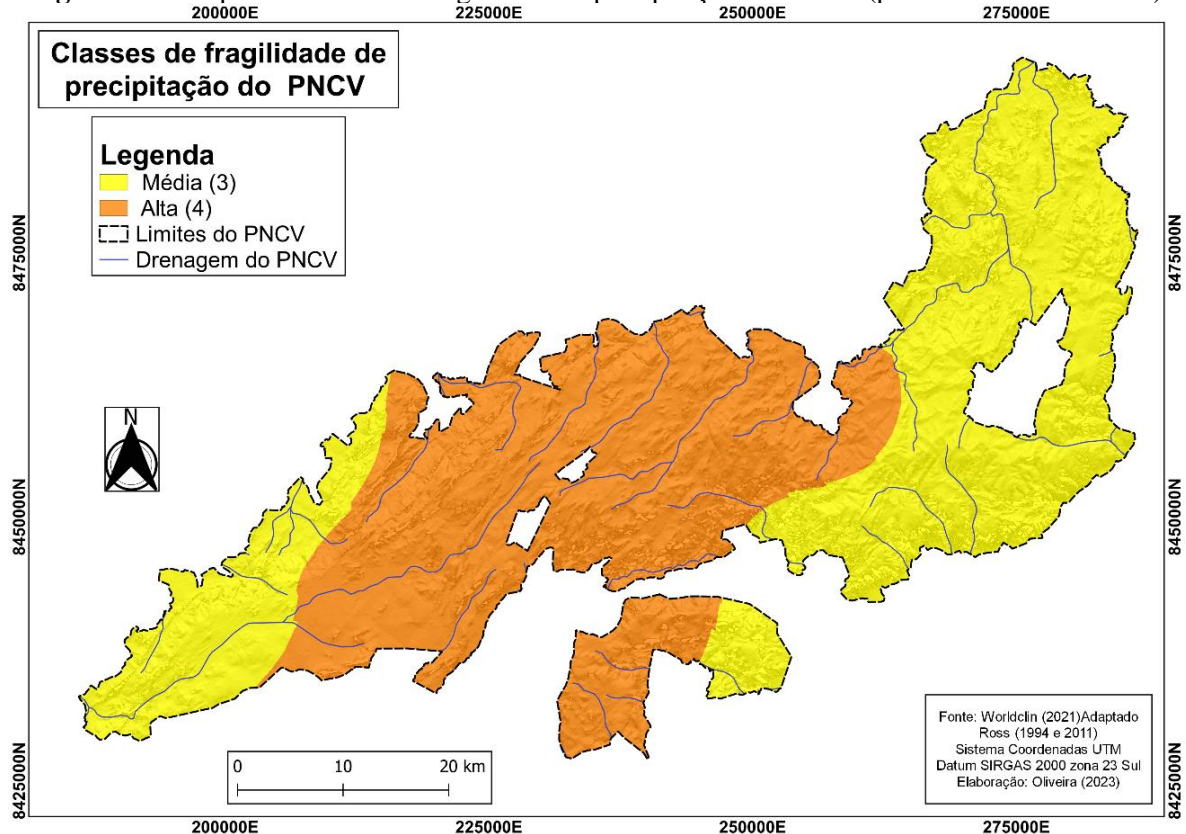
A variação espacial das precipitações determinou as identificações de duas classes de fragilidades climáticas (referentes às precipitações) no PNCV: Média e Alta, cada uma respondendo por aproximadamente 50% da área do Parque (Figura 26 e Tabela 5). A classe de fragilidade climática alta ocorre nas partes com maior pluviosidade do parque e coincide, em parte, com as áreas de clima Cw. Para o clima, na área do Parque, há duas áreas de fragilidades médias que podem ser observadas em seu centro, onde se tem as maiores altitudes, um lugar em que as chuvas são mais intensas e concentradas que nas áreas vizinhas. Enquanto, nos extremos, apresenta-se a fragilidade média, onde a intensidade das chuvas é mais baixa.

Logo, identifica-se, conforme mostrado na (Figura 27), o regime pluviométrico sendo bastante concentrado em duas áreas, podendo oscilar entre menor 1584 mm e maior que 1584 mm ao ano. Já os maiores volumes de precipitações ocorrem na classe de fragilidade alta, no clima Cwb, onde os valores hipsométricos atingem 1500m. Segundo Bertoni e Lombardi Neto (1999), a erosão pode ser causada pela força da chuva, comprimento da declividade e pela capacidade do solo em absorver a água.

As mudanças climáticas afetam a disponibilidade de água, tornando o ambiente frágil, como é caso do clima do Parque que tem longos períodos sem a chuva e outros com uma quantidade acima de 1548mm ao ano. A tipologia de climas tropicais do tipo Aw condiciona

duas estações bem definidas em relação à variação de precipitação, temperatura e umidade, sendo uma chuvosa e quente e a outra seca, com temperaturas mais amenas, característica climática típica do bioma Cerrado. Além da concentração das chuvas em determinado período do ano, na região dos Cerrados também ocorrem as chamadas chuvas extremas, que podem atingir 30mm por hora ou mais. Essas chuvas são consideradas de alta intensidade e são potencializadoras de processos erosivos (ASSAD; ASSAD; EVANGELISTA, 1994).

Figura 27 – Mapa das classes de fragilidade de precipitação no PNCV (período de 1970 a 2011)



Fonte: WORDLDCLIN (2021). Adaptado Ross (1994 e 2011) Organização: Oliveira, (2022).

Segundo a classificação climática de Köppen (1948 apud ALVARES et al., 2013), o clima do PNCV é do tipo Tropical Subúmido (Aw), com estação seca de inverno (maio a setembro). Esse fenômeno é explicado pela existência de temperaturas médias mensais superiores a 20°C o ano todo (“A”), período seco de inverno (“w”) e amplitude térmica anual inferior a 5°C. Esse tipo climático cobre 25,8% do território brasileiro, sendo observado na região central do Brasil (ALVARES *et al.*, 2013).

No PNCV, as fragilidades climáticas são menores no clima Aw (média) e maior no clima Cw (alta), não pelas temperaturas, mas pelas precipitações e balança hídrica. A fragilidade é maior nas áreas mais altas do PNCV, pois são bem mais dotadas de chuvas, que

chegam a ultrapassar 1600 mm. Cabe ressaltar o papel do clima na concentração das chuvas em estações, visto que os meses mais chuvosos podem apresentar precipitações da ordem acima de 1548 mm, com um total de 50,45% da área do parque (Tabela 7). Dessa forma Ross (1994), utilizou como parâmetro de análise os níveis hierárquicos dos componentes pluviométricos na tabela 7 com classes de fragilidade Média e Alta.

Tabela 7 – Precipitação anual e fragilidade ambiental no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros.

Atributos	Classes de fragilidade	Precipitação (mm)	Área em (ha)	Área em porcentagem (%)
3	Média	<= 1.584,17	119.658,1	49,55
4	Alta	> 1.584,17	121.658,1	50,45
Total	-	-	241.316,2	100

Fonte: WORLDCLIM (2021). Adaptado Ross (1994 e 2011). Organização: Oliveira, (2022).

4.3 CARATERIZAÇÃO E ANÁLISE DA FRAGILIDADE PEDOLÓGICA DO PNCV

Para Rodrigues e Ross (1993), a retirada da vegetação possibilita a atuação dos agentes climáticos, em especial da pluviosidade que atua diretamente sobre os materiais do solo, gerando processos erosivos e de acumulação variados.

Tendo parte significativa da sua área recoberta por solos relativamente jovens, pouco profundos e por afloramentos de rochas, as classes de fragilidade – quanto ao solo – (fragilidade pedológica) mais importantes do PNCV são as classes de fragilidade pedológica alta e fragilidade pedológica muito alta, que juntas estão presentes em mais de 89,57% da área do parque (Figura 27 e Tabela 7).

As áreas de classes de fragilidade pedológica alta são recobertas predominantemente por Cambissolos (Figura 17 e 27), solos jovens formados em áreas movimentadas do relevo ou com afluxo mais intenso de sedimentos das circunvizinhanças. Principalmente, sedimentar das unidades geológicas devido às intensidades pluviométricas nessa área de 1.521mm a 1.648mm.

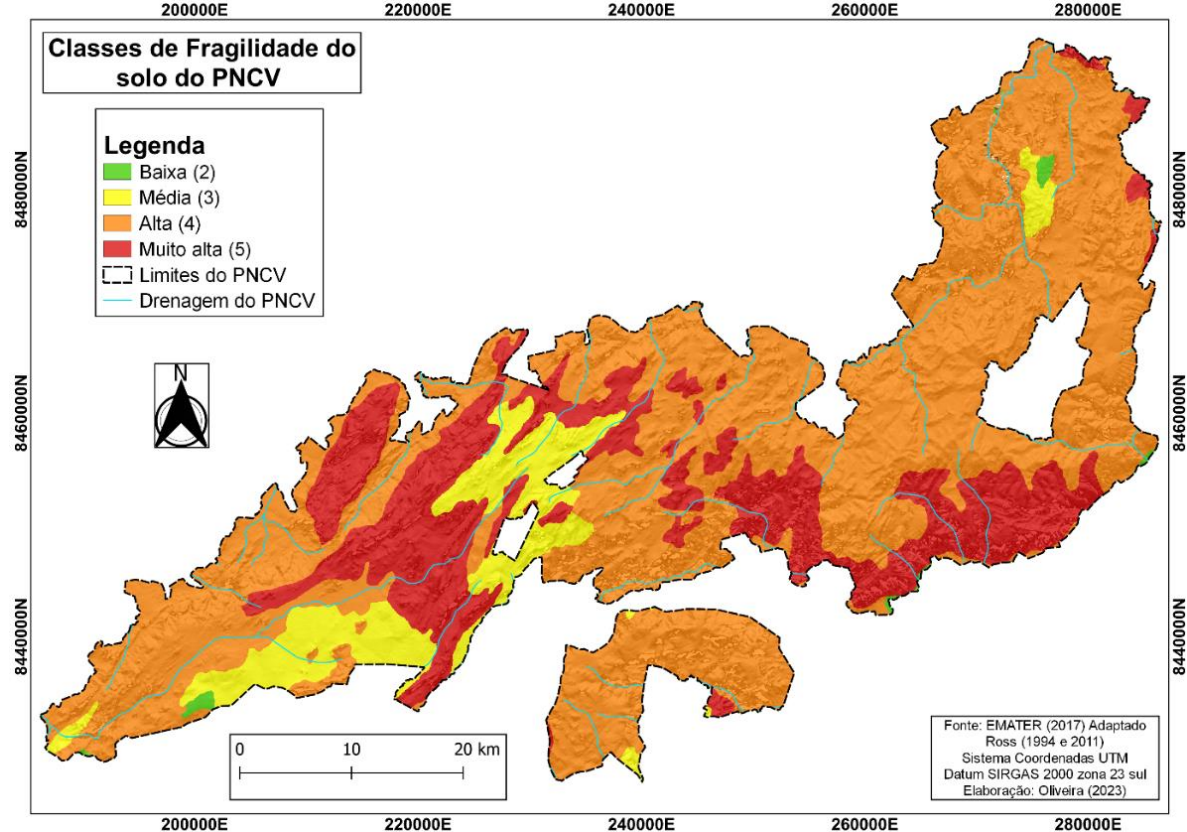
O PNCV possui também amplas áreas de afloramentos rochosos e recobertas por Neossolos de origem litológica, quartzarênica e Plintossolo que são classificados como solos de fragilidade Muito Alta.

Observa-se que, no PNCV, há um predomínio de Cambissolos Háplicos distróficos (57,71%), que ocorrem predominantemente em relevos com declividades que ocupam a maior

parte do território do PNCV, mas que apresentam alta fragilidade. Nas áreas mais planas ocorrem os Latossolos e Plintossolos, que são solos mais desenvolvidos e, também mais arenosos. Já em relevos mais declivosos, tais como: os afloramentos de rochas, Argissolo Vermelho, Neossolo Litólico, Neossolo Quartzarênico órtico, Argissolo Vermelho eutrófico e os Cambissolos, observam-se solos com a textura mais arenosa e média, ou seja, a arenosa que apresenta fragilidade alta e muito alta, respectivamente. Enquanto, os solos com média fragilidade são Argissolos Vermelho-Amarelo distrófico, Latossolo Vermelho e Latossolo Vermelho ácrico.

Destaca-se que, em relação aos tipos de solo com ocorrência no PNCV, os Cambissolos Háplicos distróficos seguidos pelos Neossolos Litólicos distróficos são predominantes. Neste caso, os Neossolos apresentam a classe Muito Alta de fragilidade e os Cambissolos mostram fragilidade Alta, o que justifica os dados identificados. As áreas de maiores fragilidades em regiões de Cambissolos e Neossolos Litólicos caracterizam-se como áreas de fragilidade potencial. Mas em ambos os casos, a condição das áreas pode avançar para o estado de fragilidade emergente, a depender das formas de uso do solo.

Figura 28 – Mapa das classes de fragilidade ambiental de solo no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros.



Fonte: Emater (2017).

Em relação à variável solo, considerando o escoamento superficial difuso e concentrado das águas pluviais, ROSS (1994) determinou as seguintes classes de fragilidade para o solo (Tabela 8 e Quadro 5).

Tabela 8 – Classes de fragilidade ambiental do solo no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (2017).

Atributos	Classes de fragilidade	Área em ha	Porcentagem (%)
2	Baixa	9.837,00	0,4
3	Média	22.683,15	10,03
4	Alta	1.625.874,30	67,42
5	Muito Alta	54.897,84	22,15
Soma	-	241.151,20	100

Fonte: Emater (2017), adaptado de Ross (1994). Organização, Oliveira (2022).

Quadro 5 – Classes de solo

Peso - Classe de Fragilidade Ambiental	Tipos de solo Emater (2017)
1 - Muito Baixa	-
2 - Baixa	Latossolo Vermelho distrófico
3 - Média	Argissolo Vermelho eutrófico, Plintossolo Pétrico concrecionário e Latossolo Vermelho ácrico
4 - Alta	Cambissolo Háplico distrófico e Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico
5 - Muito Alta	Afloramento de Rochas, Neossolo Quartzarênico órtico e Neossolo Litolítico distrófico

Fonte: EMATER (2017) Adaptado ROSS (1994 e 2011) Organização: Oliveira, (2022).

As classes de fragilidade do solo Baixa e Média são as de menores ocorrências no PNCV, ocupando aproximadamente 10,43% da área total do parque. As classes Alta e Muito Alta, que requerem maior atenção, compreendem cerca de 89,42%. Observa-se que a classe de fragilidade do solo Alta e Muito Alta está associada à ocorrência de afloramento de rochas (AR) e Plintossolo Pétrico Concrecionário (FFc), aos Cambissolos Háplicos distróficos (CXbd) e Neossolos Litólicos distróficos (RLd).

Destaca-se que, em relação aos tipos de solo com ocorrência no PNCV, os Cambissolos Háplicos distróficos, seguidos pelos Neossolos Litólicos distróficos, são predominantes. Neste caso, os Neossolos apresentam a classe Muito Alta de fragilidade e os Cambissolos apresentam fragilidade Alta, o que justificam os dados identificados. Logo, as áreas de maiores fragilidades em regiões de Cambissolos e Neossolos Litólicos caracterizam-se como áreas de fragilidade potencial. Em ambos os casos, a condição das áreas pode avançar para o estado de fragilidade emergente, a depender das formas de uso do solo.

4.4 CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DA FRAGILIDADE DO USO E COBERTURA DO SOLO DO PNCV

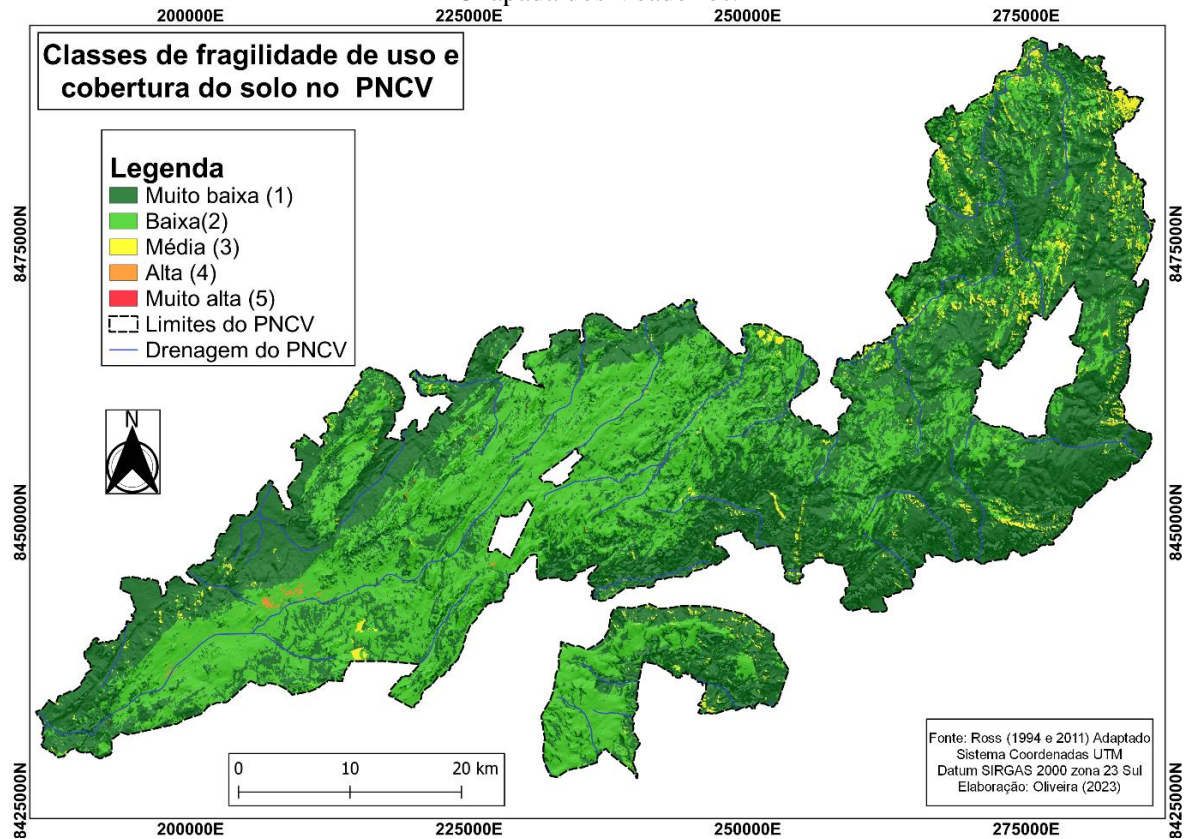
Tricart (1977) destaca que as intervenções humanas afetam primeiramente a cobertura vegetal, pois o homem participa do meio em que vive, visto que o modifica, determinando algumas adaptações para seu uso. Apresenta-se na Figura 28 o uso e cobertura do solo, onde ocorrem oito tipos de classes, sendo elas: formação savânica, formação campestre, formação florestal, pastagem, solo exposto, campo alagado, soja, mosaico de agricultura e pastagem.

Observa-se que as formações vegetais de Cerrado, na formação savânica, campestre e florestal oferecem grau de proteção muito alto, enquanto a formação savânica oferece alta proteção. As citadas classes, juntas ocupam 95,4% da área do PNCV (Figura 28 e Tabela 8). As formações vegetais apresentam-se em formas de manchas em toda área do PNCV. Amaral e Ross (2009) afirmam que, nas áreas cobertas por matas naturais, o grau de proteção é muito alto e alto em razão da densidade, além de dissipar a energia do escoamento superficial.

Os dados ainda mostram que as áreas de solos expostos, tais como: pastagem, soja e mosaico de agricultura e pastagem, que são resultado direto da ação antrópica, oferecem muito baixa proteção, abrangendo 2,83% da área em questão. Conforme Ross e Amaral (2009), a ação antrópica, na busca pelo retorno econômico imediato, sem previsão das consequências relacionadas às intervenções, induz aos processos degenerativos.

Os dados relacionados aos tipos de uso e cobertura do solo no PNCV evidenciam a predominância de níveis médios e alta de proteção do solo, uma vez que 3% da área do PNCV é ocupada por pastagem e agricultura.

Figura 29 – Mapa das classes de fragilidade do uso e cobertura do solo no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros.



Fonte: MapBiomias (2020) Adaptado Ross (1994 e 2011). Organização: Oliveira, (2022).

Para o parâmetro do grau de proteção dos solos em função de seu uso e cobertura, ROSS (1994) estabeleceu a seguinte hierarquia (Quadro 6).

Quadro 6 – Classes de uso e cobertura do solo no PNCV

Peso- Classes de fragilidade	Uso e cobertura do solo
1 - Muito Baixa	Formação florestal e savânica
2- Baixa	Formação campestre
3 - Média	-
4- Alta	Pastagem, Campos alagados e Soja
5 - Muito Alta	Solo exposto, mosaico de agricultura e pastagem

Fonte: MapBiomias (2020) Adaptado Ross (1994 e 2011). Organização: Oliveira, (2022).

Tabela 9 – Classes fragilidade em relação aos tipos de uso e cobertura do solo no PNCV.

Atributo	Classes de fragilidade	Classes de uso e cobertura do solo	Áreas em ha	Áreas em porcentagem (%)
1	Muito Baixa	Formação Savânica	119.836,45	49,65
2	Baixa	Formação Campestre	83.770,48	34,72
1	Muita Baixa	Formação Florestal	26.751,50	11,03
4	Alta	Pastagem	5.530,12	2,29
3	Alta	Campo Alagado	5.195,81	2,15
5	Muito Alta	Solo Exposto	3.475,51	0,14
5	Muito Alta	Mosaico de Agricultura e Pastagem	0,2788	0,01
4	Alta	Soja	0,0166	0,01
Soma	-	-	241.084,37	100

Fonte: MapBiomass (2020) Adaptado Ross (1994). Organização: Oliveira, (2022).

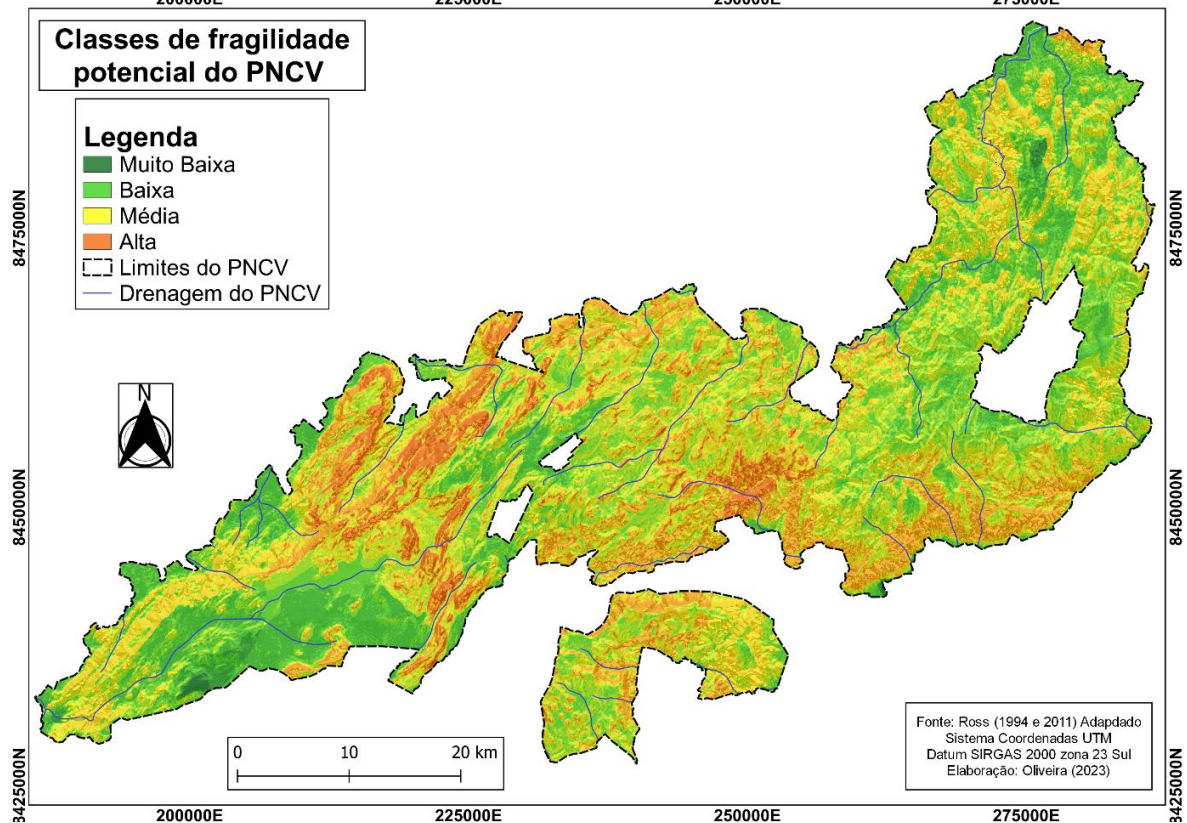
Bertoni e Lombardi Neto (2010) definem práticas de caráter vegetativo como aquelas em que se utiliza a vegetação para defender o solo contra a erosão. A vegetação foi o indicador mais determinante no índice de qualidade ambiental no PNCV, em decorrência de sua distribuição. A partir dos mapas, observa-se que a vegetação é o indicador que apresenta a maior correlação espacial com o índice sintético.

4.5 CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DAS FRAGILIDADES POTENCIAL E EMERGENTE DO PNCV

As identificações das classes de fragilidades potenciais se deram a partir da média dos mapas de declividades, de precipitação e de solo onde as correlações entre as variáveis foram estabelecidas, determinando o nível de fragilidade potencial (figura 30 e tabela 10). Assim, regiões de solo com fragilidade, altas declividades e ausência de cobertura vegetal apresentaram altas fragilidades. Já em regiões de Cambissolos, com relevo movimentado e formação campestre de Cerrado as fragilidades tendem a serem maiores.

A maior porção do PNCV classifica-se como classe de fragilidade Média, o que corresponde a 61,50%. São áreas que requerem atenção quanto às formas de manejo do solo, pois ocorrerem, predominantemente, em solos com Alta a Muito Alta fragilidades (Neossolos Litólicos distróficos e Cambissolos Háplicos distróficos) com predomínio de formação savânica e campestre.

Figura 30 – Mapa de Fragilidade Potencial do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros.



Fonte: Adaptado de Ross (1994 e 2011). Organização Oliveira, (2023).

As classes de fragilidade Alta correspondem a 23,64%. Estas condições de fragilidade potencial estão em Neossolo Litólico, por isso, suas formações florestais são as mais preocupantes, requerendo práticas conservacionistas, pois apresentam fragilidade no solo. Ross (2011) destaca que as práticas conservacionistas como aquelas relacionadas ao manejo do solo contribuem para amenizar os processos erosivos. As áreas com fragilidade muito baixa compreendem 0,02% da área do parque, já o Latossolo Vermelho ocorre em relevos com declividades inferiores a 6%, em terrenos com pequenas ondulações. Além disso, nestas áreas, verifica-se cobertura vegetal de formação campestre e florestal de Cerrado. A ocorrência de baixa fragilidade (14,84%) se dá predominantemente em declividades superiores a 6%, isto é, em cima de Neossolos e Cambissolos e nas formações campestres e savânicas.

Tabela 10 – Classes de fragilidade potencial do PNCV

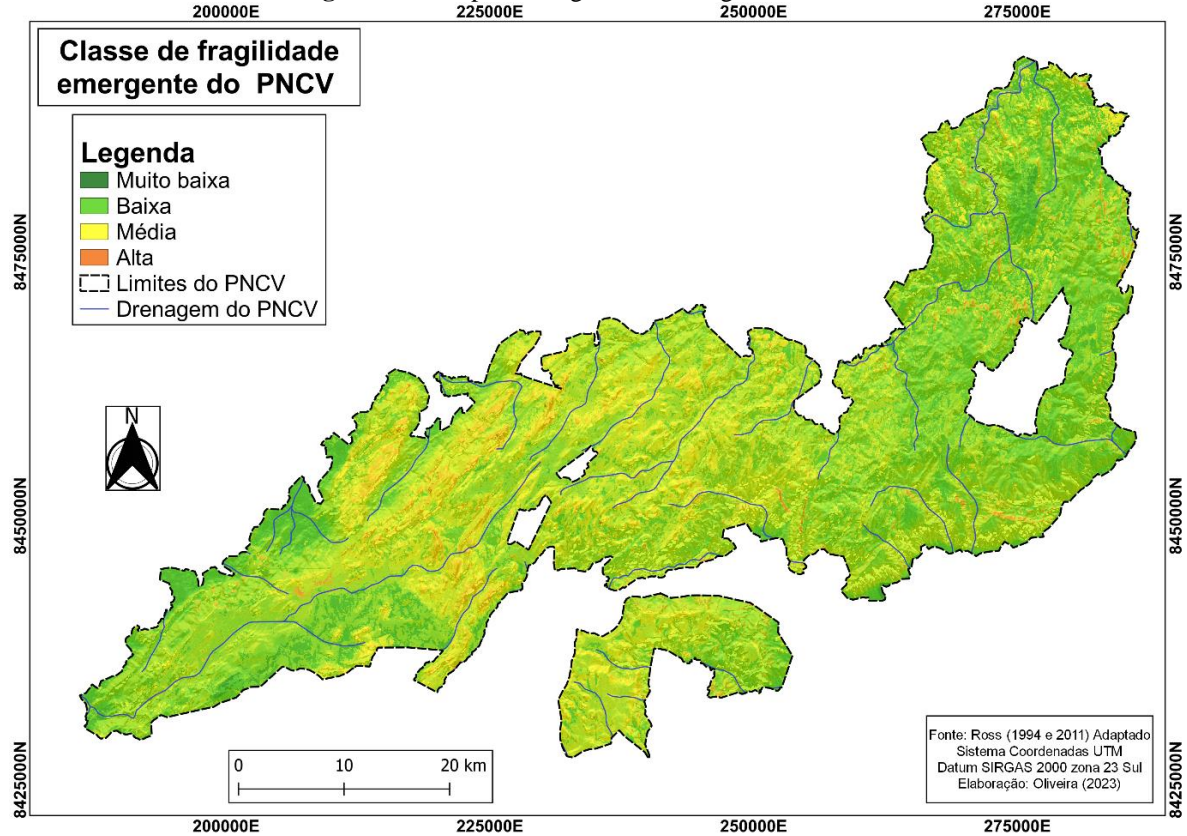
Atributos	Classes de fragilidade Potencial	Área em (ha)	Porcentagem (%)
1	Muito Baixa	0.659,02	0,02
2	Baixa	35.727,71	14,84
3	Média	147.992,22	61,50
4	Alta	56.892,21	23,64
5	Muito Alta	-	-
Soma	-	240.612,15	100

Fonte: Adaptado de Ross (1994 e 2011). Organização: Oliveira (2023).

4.5.1 Fragilidade ambiental emergente

Na Figura 30, tem-se o mapa final de fragilidade ambiental emergente do Parque, enquanto na Tabela 10 estão a descrição das classes de fragilidade emergente e suas respectivas áreas. O reconhecimento das fragilidades ambientais perpassa pelos levantamentos de variáveis ambientais associadas às formas de uso do solo. No entanto, a análise da fragilidade exige que esses componentes sejam avaliados de forma integrada, fundamentados numa perspectiva sistêmica e abrangente de modo a envolver a complexidade destas com as atividades humanas.

Figura 30 – Mapa de Fragilidade Emergente do PNCV.



Fonte: Adaptado de Ross (1994 e 2011). Organização Oliveira, (2023).

A identificação das classes de fragilidade emergente se deu a partir da média do mapa de uso e cobertura do solo (2020) com o mapa de fragilidade potencial onde as correlações entre as variáveis foram estabelecidas, determinando o nível de fragilidade emergente.

Tabela 11 – Classes de fragilidade emergente do PNCV.

Atributos	Classes de fragilidade Emergente	Área em (ha)	Porcentagem (%)
1	Muito Baixa	11.033,98	4,5
2	Baixa	204.616,97	85,1
3	Média	24.553,90	10,13
4	Alta	0.529,31	0,27
5	Muito Alta	-	-
Soma	-	240.204,87	100

Fonte: Adaptada de Ross (1994 e 2011). Organização: Oliveira (2023).

As classes de fragilidade emergentes predominantes no PNCV são: Muito Baixa (4,5%), com uma área de 11.033,98 hectares, e a classe de fragilidade Baixa com aproximadamente

85% do PNCV e sua de 204.616,97 hectares, e a fragilidade Média e Alta com 10% e com 25.083,21 hectares. (figura 30 e tabela 11). A vegetação do PNCV encontra-se preservada em sua maior parte, proporcionando níveis variados de proteção ao solo contra os intemperismos, principalmente as chuvas torrenciais que ocorrem nas estações chuvosas. Na verdade, trata-se de complexo fitofisionômico em forma de mosaico e diversos tipos vegetacionais como as formações savânica, campestre e florestal, que proporcionam os graus variados de proteção aos solos.

No PNCV há uma predominância das formações savânica, florestal e campestre, logo juntas ocupam quase (95%) da área total do parque, essas áreas conferem um grau de proteção da fragilidade no parque (figura 21). Essas formações vegetais que evoluíram com equilíbrio dinâmico com os demais elementos da paisagem (relevo, clima, geologia, solos e recursos hídricos), têm importância essencial na estabilidade da paisagem e fazem com que a fragilidade Emergente seja menor do que a fragilidade Potencial. Isto é, apesar das precipitações concentradas, relevos declivosos e solos frágeis, a vegetação tem a capacidade estabilizadora protegendo o solo da ação erosiva da chuva, ao reduzir o impacto da gota de chuva, as quantidades e a velocidade do escoamento superficial.

A partir do pressuposto de que a natureza apresenta uma funcionalidade intrínseca entre seus componentes físicos e bióticos, a análise da fragilidade potencial natural requer a análise integrada dos conhecimentos setorializados (MASSA; ROSS, 2012). O Mapa da fragilidade Potencial e Emergente é o resultado da síntese do estudo deste capítulo. Foi elaborado através da correlação entre as informações de clima, declividade, pedologia, uso e cobertura do solo contidas nos produtos cartográficos intermediários, constituindo, assim, o resultado da síntese deste estudo.

Portanto, enquanto a fragilidade Potencial é Média e Alta, as classes mais frequentes de fragilidade Emergentes são Baixas e Médias, visto que em um ambiente em que as condições do solo, relevo e clima favorecem a morfogênese, a vegetação e a cobertura do solo assumem o papel de estabilizadoras do sistema paisagem. Desse modo, favorecendo processos pedogenéticos no ambiente do PNCV. Mas considerando o papel da vegetação no equilíbrio e a fragilidade Potencial elevada do PNCV, as alterações na área do PNCV e a consequente ocupação por atividades agropecuárias podem romper esse equilíbrio.

Observam-se como dados semelhantes entre a aplicação dos dois métodos a confirmação da predominância das classes de fragilidade Baixa e Média e a ocorrência das demais classes em menores valores percentuais. Cita-se, como elemento semelhante, a confirmação, de modo generalizado, da localização geográfica da ocorrência das classes de

fragilidades. Neste caso, observou-se que as classes de fragilidade Alta, representadas na Figura 29, (23,64%), são predominantes em regiões SRAI com cotas de 1100 a 1600m, também na ZER com dissecação muito forte.

Dessa forma, a comparação possibilita a percepção de variações significativas nos quantitativos de áreas ocupadas pelas classes de fragilidade Muito Baixa e Muito Alta. Logo, foi possível observar que a fragilidade Muito Baixa e Alta se mostram presentes na aplicação de ambos os mapas em valores percentuais menores. Já as fragilidades Baixas e Médias, aparecem em porcentagens maiores em ambos os mapas do parque.

Fundamentado em Ross (1994), afirma-se que a fragilidade natural do ambiente provocada por suas condições genéticas pode ser amplificada em detrimento das interferências humanas no equilíbrio dinâmico. Acrescentando à ideia, Crepani et al (2001), afirmam que “a atuação do homem sobre o meio ambiente, sem o prévio conhecimento do equilíbrio dinâmico existente entre os diversos componentes pode levar a situações desastrosas do ponto de vista ecológico e econômico”.

Em relação aos resultados obtidos nos mapas síntese, é importante ressaltar que não necessariamente um relevo dissecado é de fato o mais frágil, ou o relevo pouco dissecado é realmente mais estável, tendo em vista que a fragilidade é condicionada também por outros fatores, tais como: tipo de rocha, de solos, de uso e cobertura do solo e características pluviométricas. Isto significa que a valorização do relevo/ declividade, modelo proposto por ROSS (1994), define uma fragilidade Muito Alta para uma área muito dissecada, mas em contrapartida as demais variáveis podem amenizar sua vulnerabilidade, ou ainda, determinar uma fragilidade Muito Baixa para uma área de relevo estável, porém com a vulnerabilidade acentuada, pela influência das demais variáveis. Ambos os exemplos ocorrem na área de estudo. Neste estudo, o Mapa das Unidades Ecodinâmicas evidencia que a maior parte da área de estudo localiza-se em relevo com graus de fragilidade Alta e Muito Alta, com índices correspondentes ao primeiro algarismo, respectivamente iguais a 4 e 5. Por isso, apesar do relevo bastante dissecado, a ocorrência de sulcos e ravinas é restrita, em função do alto grau de proteção oferecido pela cobertura vegetal natural e médio grau de proteção oferecido pelas áreas de vegetação natural.

5 VULNERABILIDADE NATURAL A PERDA DE SOLO (VNPS) DO PNCV



Foto: Salto de 80 m (PNCV)

Autora: Oliveira (2022)

5 VUNERABILIDADE NATURAL A PERDA DE SOLO (VNPS) DO PNCV

5.1 CARATERIZAÇÃO E ANÁLISE DA VULNERABILIDADE GEOLÓGICA DO PNCV

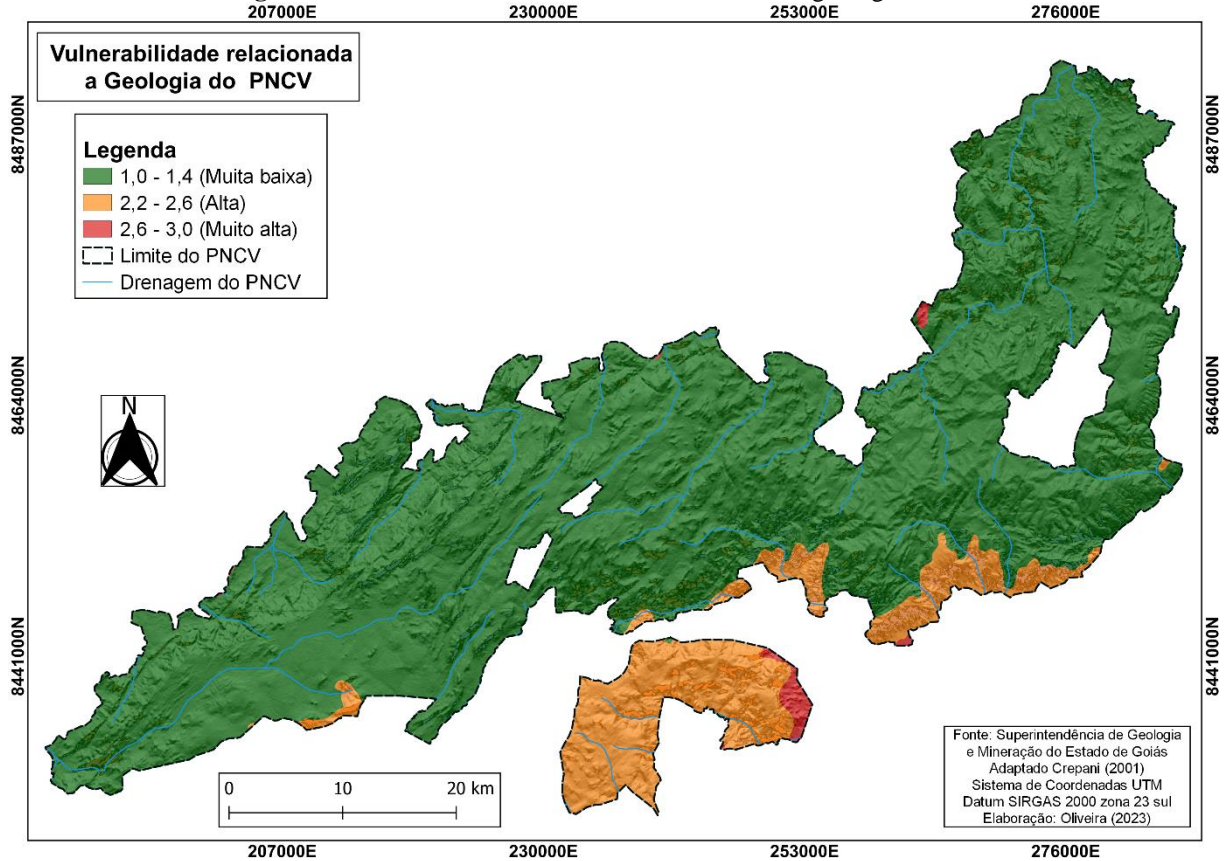
De acordo com a metodologia, a análise da vulnerabilidade natural à perda de solo foi realizada com base na proposta de Crepani et al. (1996, 2008) e fundamentada nos conceitos da Ecodinâmica de Jean Tricart (1977), adaptados à área de estudo.

Para a geologia do PNCV, a unidade com maior expressão espacial é a Formação Arraias do Grupo Araí. Logo a Formação Arraias tem idade Paleoproterozóica, tendo sido formada a partir de sistemas de sedimentações continentais fluviais. Tal arranjo, em que predominam rochas sedimentares e metamórficas (Figura 6), tais como: feldspatos quartzitos e filitos têm como reflexo a existência de amplas áreas com vulnerabilidade geológica Muito Baixa na área do parque (figura 31, tabela 11 e quadro 9).

Além das áreas correspondentes à Formação Arraias, também foram classificadas como de vulnerabilidade geológica Muito Baixa as áreas com embasamento das unidades Complexos Almas-Cavalcante, Suíte Aurumina, Formação Ticunzal, Diorito de Nova Roma e Suíte Granito da Subprovíncia Paranã, cujas principais rochas são quartzitos arcoseano, siltitos e xistos carbonáticos.

Juntas, as áreas com vulnerabilidade geológica Muito Baixa ocupam cerca de 90% (quase 213 mil hectares) da área do parque (Tabela 11), fazendo com que essa seja a classe de vulnerabilidade geológica de maior expressão, em área, no PNCV (Figura 31).

Em seguida, em área do PNCV, têm-se as extensões de vulnerabilidade geológica Alta, que ocupam pouco menos de 27 mil hectares (11% da área) (Tabela 11), concentram-se na parte sul do parque (Figura 31), correspondendo aos trechos embasados pela Formação Traíras (Grupo Araí), pelo Subgrupo Paraopeba (Grupo Bambuí), pelo Grupo Paranoá e pelas coberturas detrito-lateríticas ferruginosas. Nessas áreas, as rochas predominantes são as metassiltitos, metaritimitos e metarenitos que possuem características intempéricas diferenciais, não apenas pelas suas diferenças de resistências física e química, mas também pelos diferentes estilos (inclusive deformacionais) dessas rochas.

Figura 31 - Classes de vulnerabilidade relacionadas à geologia do PNC

Fonte: Superintendência de Geologia e Mineração do Estado de Goiás. Adaptado de Crepani et al. (2001). Organização: Oliveira (2023).

Tabela 12 – Classes de vulnerabilidade relacionadas à geologia do PNCV.

Atributos	Geologia (Litotipo)	Classes de vulnerabilidade da Geologia	Área em (ha)	Porcentagem (%)
1,0 - 1,4	Biotita granito, Granito, Quartzitos Diorito de Nova Roma e Quartzito.	Muito Baixa	212.988,51	88,02
1,4 - 1,8	Cobertura detrito laterítica ferruginosa, Depósitos aluvionares, Metassedimentos Siltico-argilosos e Siltico um Quartzito.	Baixa	-	-
1,8 - 2,2	Siltico Ardosiana e Metaconglomerado.	Média	-	-
2,2 - 2,6	Metassiltito e Metarritmito e Metarenito.	Alta	26.924,31	11,09
2,6 - 3,0	Margas e Conglomerados Quartzítica.	Muito Alta	338,58	0,89
Soma	-	-	240.251,4	100

Fonte: Superintendência de Geologia e Mineração do Estado de Goiás. Crepani et al. (2001) Adaptado. Organização: Oliveira (2022).

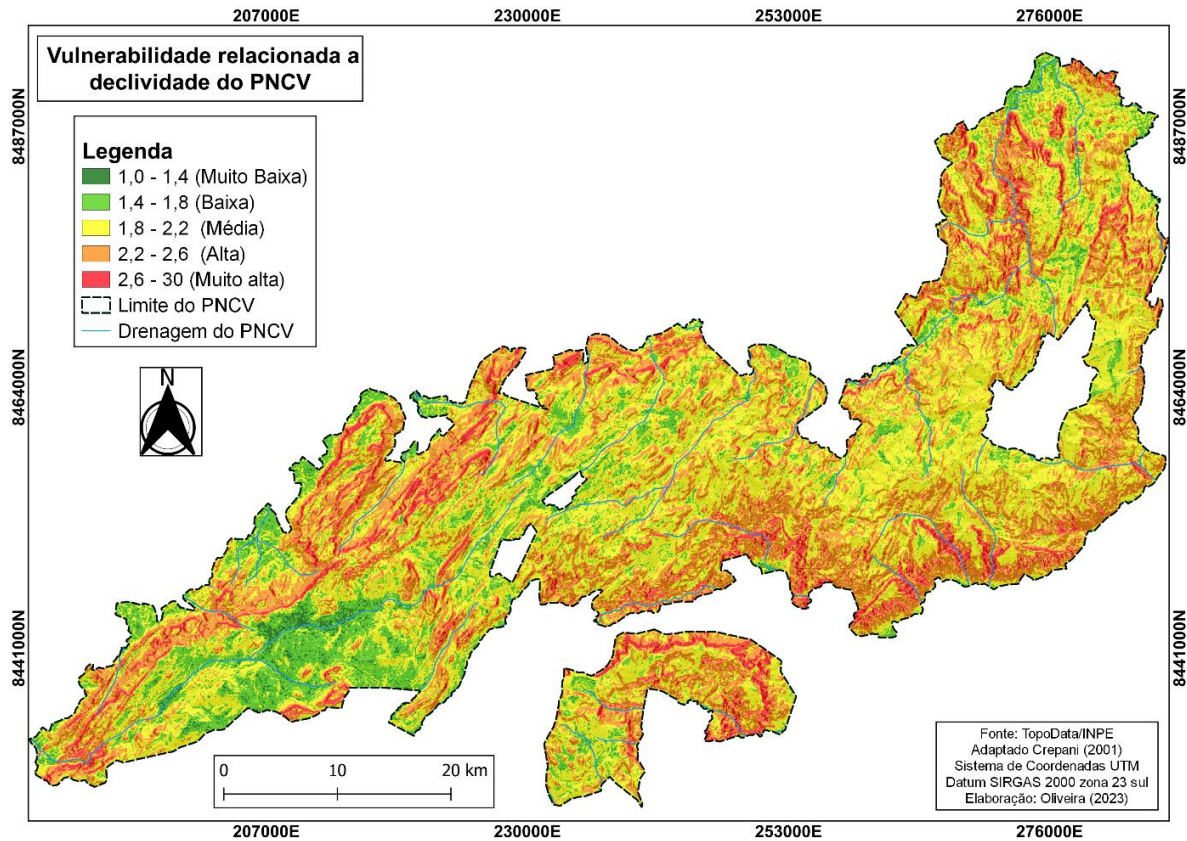
E finalmente, ocupando menos de 1% (aproximadamente 340 hectares) do PNCV, tem-se a classe de vulnerabilidade geológica Muito Alta. Essa classificação foi dada às áreas ocupadas por rochas da Formação Três Marias (Grupo Bambuí) (Figura 31 e Tabela 11) onde o intemperismo ocorre em rochas metamórficas como Margas, Conglomerados Quartzíticos e Metassedimentos Siltico-argilosos.

A área do parque apresenta feições estruturais que atuam como forte controle de relevo. Já o processo de intemperismo mais importante por que passam as rochas é a desintegração que está relacionada à expansão diferencial por intemperismo mecânico, que pode acontecer pelo aquecimento e resfriamento, pela variação de calor do sol, que levam à fadiga dos minerais e consequentemente à ruptura (CREPANI et al.2011).

5.2 CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DA VULNERABILIDADE GEOMORFOLÓGICA DO PNCV

O PNCV possui áreas com relevos planos dos seguintes formatos: suaves ondulados, ondulados, forte ondulados, montanhosos e escarpados. A espacialização das classes de vulnerabilidade relacionadas à declividade é apresentada na Figura 32, enquanto os dados quantitativos e os atributos de classificação encontram-se na Tabela 12 e Quadro 10.

Figura 32 – Classes de vulnerabilidade relacionadas à declividade do PNCV



Fonte: Topodata/INPE. Adaptado de Crepani et al. (2001). Organização: Oliveira (2023).

Segundo Crepani et al. (2001) a inclinação do relevo tem relação com a maior velocidade do escoamento superficial, proveniente das chuvas, e consequentemente com o maior potencial de remoção e transporte de sedimentos.

No PNCV, por volta de 15% das áreas apresentam vulnerabilidade Muito Baixa (36 mil hectares); 19% vulnerabilidade Baixa (45 mil hectares); 21% vulnerabilidade Média (52 mil hectares); 22% vulnerabilidade alta (53 mil hectares) e; os demais 23% vulnerabilidade alta (53 mil hectares) (Figura 32 e Tabela 12).

Há grande distribuição das classes de vulnerabilidade geomorfológica na área do parque, com cada classe representando entre 15% (Muito baixa) e 23% (vulnerabilidade) do PNCV. As maiores declividades predominam nas áreas de borda do parque, principalmente no limite norte, enquanto as menores inclinações estão localizadas na sua parte central, principalmente, nas proximidades da superfície de visitação que apresenta uma grande área contígua com relevos mais planos.

Ressalta-se que quase metade da área do parque (45%) encontra-se em extensões de vulnerabilidade geomorfológica alta a muito alta, com relevos mais movimentados, frequentemente escarpados. Nessas áreas (com valores de vulnerabilidade entre 2,2 e 3,0), a

velocidade dos processos de escoamento superficial provocam processos erosivos mais acentuadamente provocando a perda de material dos solos. Assim, segundo Crepani et al. (2001), os processos erosivos morfológicos atuam com maior intensidade.

Tabela 13 – Classes de vulnerabilidade da declividade do PNCV

Atributos	Classes de vulnerabilidade (declividade)	Área em (ha)	Área em porcentagem (%)
1,0 - 1,4	Muito Baixa	36.447,61	15
1,4 - 1,8	Baixa	45.355,80	19
1,8 - 2,2	Média	52.234,40	21
2,2 - 2,6	Alta	53.012,55	22
2,6 - 3,0	Muito Alta	53.232,76	23
Soma	-	240.283,12	100

Fonte: Topodata/INPE. Adaptado de Crepani et al. (2001). Organização: Oliveira (2023)

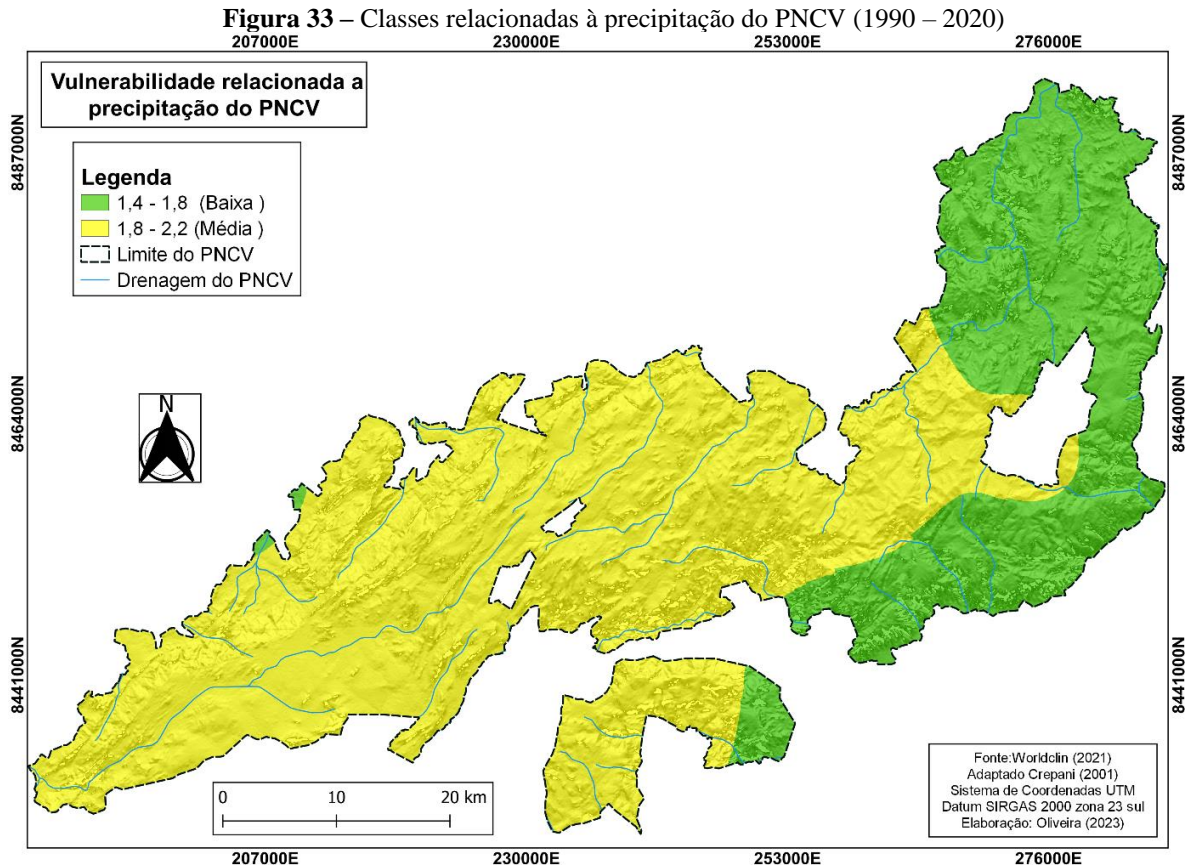
Já as classes de vulnerabilidade geomorfológicas baixas a muito baixas (vulnerabilidade < 1,8), ocorrendo em relevos menos movimentados, geralmente planos ou ondulados, ocupam cerca de um terço da área do parque (34%) e nelas os processos pedogenéticos atuam mais fortemente em detrimento da erosão.

5.3 CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DA VULNERABILIDADE CLIMÁTICA DO PNCV

Para Crepani et al (2004), as condições climáticas controlam o intemperismo diretamente, através da precipitação pluviométrica e da temperatura de uma determinada região, além de fazer isso também, indiretamente, através dos tipos de vegetação, já que ele é um dos principais responsáveis pelo estabelecimento da comunidade vegetal. No mapa de vulnerabilidade relacionado ao clima (precipitações) (Figura 33 e Tabela 13) do PNCV foram estabelecidas duas classes de vulnerabilidade de acordo com as características pluviométricas da área - de acordo com adaptações na metodologia proposta por Crepani et al. (2001; 2004): as áreas com precipitações de até 1646mm classificadas como áreas de vulnerabilidade climática baixa e as áreas com precipitações maiores classificadas como de vulnerabilidade Alta.

As áreas com precipitações de até 1521 mm a 1563 mm anuais correspondem à vulnerabilidade climática Baixa e ocupam pouco mais de 74 mil hectares no parque (31% de

sua área), concentradas no lado leste do PNCV, enquanto as áreas com vulnerabilidade Média, com precipitações de 1563 mm a 1604 mm ao ano ocupam cerca de 167 mil hectares (70% de sua área) concentrados no centro e no lado oeste do PNCV. A análise do mapa (figura 33) mostra que há uma gradação da vulnerabilidade (baixa a média), no sentido Leste-Oeste, de acordo com as intensidades pluviométricas.



Fonte: WorldClim (2021) Adaptado de Crepani et al. (2001) Organização: Oliveira (2023).

Tabela 14 – Classes de vulnerabilidade de precipitação do PNCV (1070 – 2000)

Atributos	Classes de vulnerabilidade (Precipitação)	Área em ha	Porcentagem (%)
1, 4 - 1,8	Baixa	74.149,74	30,8
1,8 - 2,2	Média	166.636,80	69,2
Soma	-	240.786,54	100

Fonte: WorldClim (2021). Adaptado de Crepani et al. (2001) Organização: Oliveira (2023).

De modo geral, a vulnerabilidade climática do parque tem relação com fatores como a latitude de localização do parque, a continentalidade e a dinâmica atmosférica que rege o Cerrado (como visto no capítulo 3). A variação interna das temperaturas e precipitações, e,

portanto, de vulnerabilidade climática, também guarda relação com as variações de relevo da Chapada dos Veadeiros, em muitos casos abruptas, que afetam o comportamento e a distribuição espacial das precipitações (1521 a 1646 mm).

Esse comportamento tem como reflexos diferenças no potencial erosivo das chuvas e na capacidade morfogenética tanto dos processos de precipitação quanto dos processos de escoamento superficial.

5.4 CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DA VULNERABILIDADE PEDOLÓGICA DO PNCV

A Pedologia participa da caracterização morfodinâmica das unidades de paisagem natural fornecendo o indicador básico da posição ocupada pela unidade dentro da escala gradativa da Ecodinâmica: a maturidade dos solos. A maturidade dos solos, produto direto do balanço morfogênese/pedogênese, indica o prevalecimento dos processos erosivos da morfogênese que geram solos jovens, pouco desenvolvidos, ou, no outro extremo, das condições de estabilidade permitindo o predomínio dos processos de pedogênese gerando solos maduros, lixiviados e bem desenvolvidos.

Mas, Tricart (1977) afirma que os processos morfogênicos produzem instabilidade da superfície, bem como do ponto de vista ecológico, é um fator limitante ao desenvolvimento dos seres vivos. Isso quer dizer que o desencadeamento de processos erosivos e de movimentos de massa, que representam instabilidade na superfície, reduzem a quantidade e qualidade dos solos ou restringem o desenvolvimento deles, afetando diretamente o incremento e a potencialidade da biota. Crepani et al. (2001; 2008) estabelecem que a litologia influencia na vulnerabilidade dos solos à erosão e acrescentam que, o fator que traduz essa vulnerabilidade, diz respeito à estabilidade/instabilidade das rochas perante os processos intempéricos.

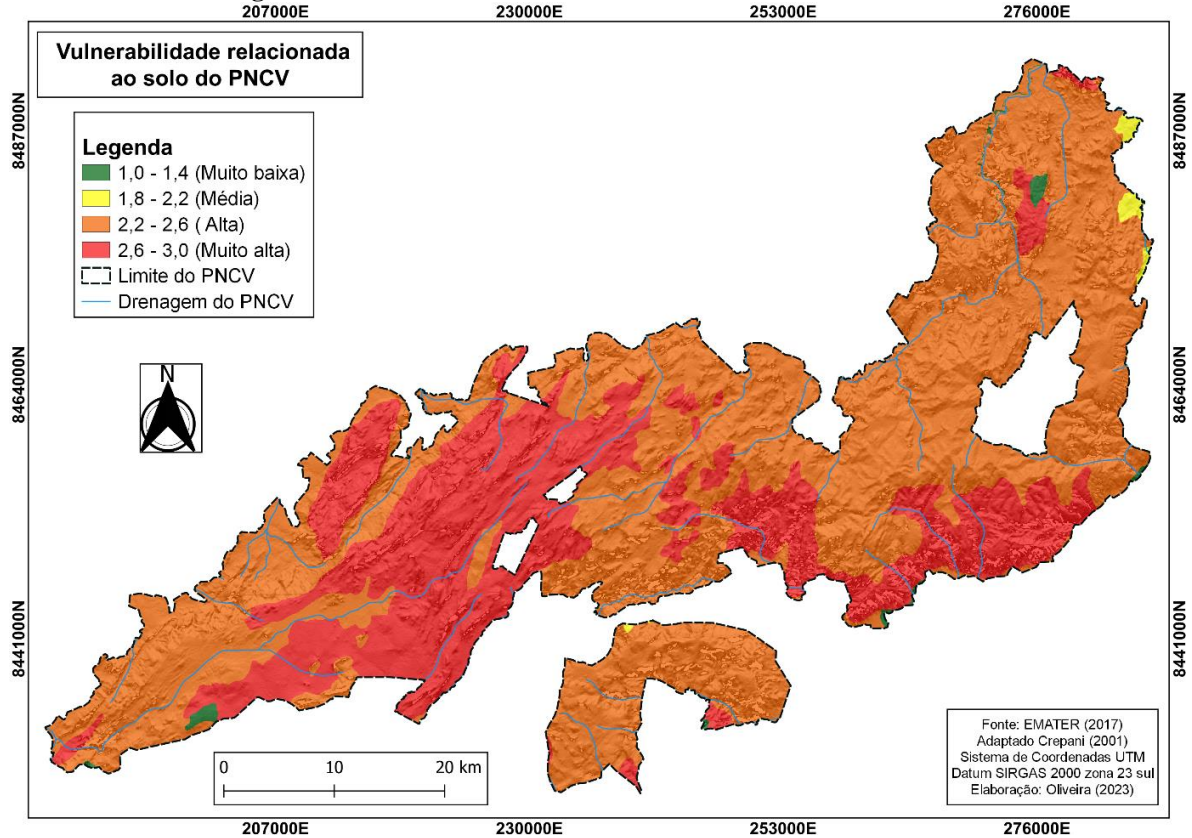
A distribuição das classes de vulnerabilidade dos solos no PNCV pode ser observada na Figura 34 e na Tabela 14. A maior parte dos solos do PNCV possui vulnerabilidades altas (67%) a muito alta (32%) que juntas ocupam quase 340 mil hectares (99% da área do PNCV). Essas vulnerabilidades foram atribuídas respectivamente aos Cambissolos Háplicos distróficos (vulnerabilidade Alta), solos pouco profundos caracterizados pelo horizonte B incipiente e aos Neossolos Litólicos distróficos, Neossolo Quartzarênico órtico, e Plintossolo Pétrico (vulnerabilidade Muito Alta). Nessas classes de vulnerabilidade mais alta, os dois solos mais frequentes são os Cambissolos e os Neossolos.

Os Cambissolos são Háplicos e distróficos, podendo ser observados em grande parte da área do PNCV (figura 34 e tabela 14), em geral se associando às áreas de relevos mais movimentados (ondulados a montanhosos). Segundo Crepani et al. (2001), estes solos apresentam vulnerabilidade apenas moderadamente instável e devem ser classificados como de vulnerabilidade Alta.

Já os Neossolos, são produtos de geologias sedimentares e metamórficas, de um clima tropical e de relevos movimentados. No PNCV, os Neossolos são, em sua maior parte, litólicos e distróficos. São solos rasos, pouco desenvolvidos, pouco férteis, sem horizonte B e com presença de rochas evidenciando o material de origem (EMBRAPA, 2018). Por isso, possuem vulnerabilidade muito alta.

As áreas de vulnerabilidade pedológica média estão associadas à presença dos Argissolos Vermelho-Amarelos distróficos que aparecem em menos de 1% da área do PNCV (pouco mais de mil hectares) (figura 34 e tabela 14). São solos caracterizados pelo horizonte (B) de acumulação de argila, com cores vermelho-amareladas devido à presença da mistura dos óxidos de ferro e hematita. Suas características lhe conferem mudança textural abrupta e textura arenosa desde a superfície do solo até no mínimo 50 cm e no máximo 100 cm de profundidade (Embrapa, 2009). Segundo Crepani et al. (2001), as características dos horizontes desses solos prejudicam a infiltração e favorecem o escoamento superficial, podendo gerar ou ampliar processos erosivos.

Finalmente, os Latossolos Vermelhos distróficos são considerados tanto solos estáveis como indicadores da estabilidade do ambiente, sendo classificados como solos de vulnerabilidade Muito Baixa. Contudo, são alguns dos solos de menor expressão da área do PNCV aparecendo em apenas 0,41% da área (pouco mais de mil hectares) (figura 34 e tabela 14).

Figura 34 - Classes de vulnerabilidade relacionada ao solo do PNCV

Fonte: Emater (2017) Adaptado de Crepani et al. (2001). Organização: Oliveira (2023).

Tabela 15 – Classes de vulnerabilidade do solo no PNCV

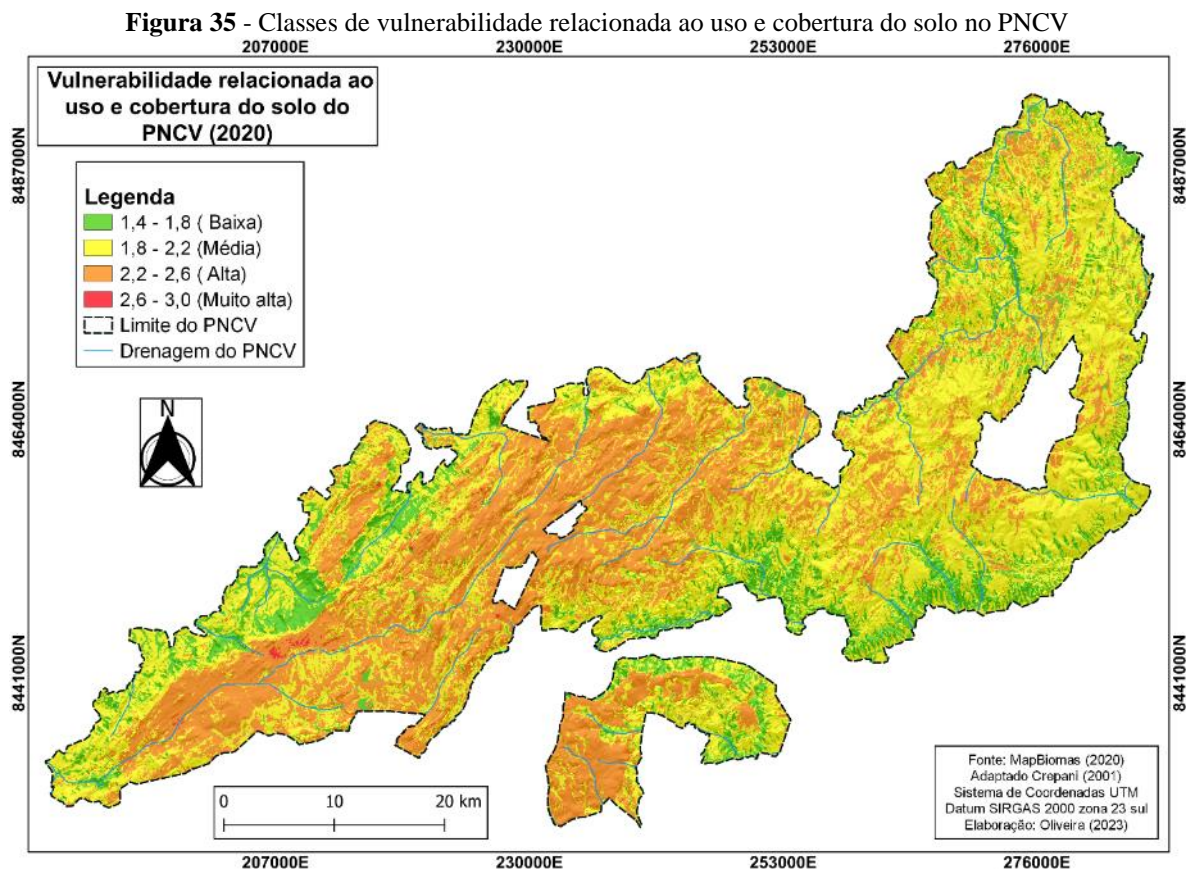
Atributos	Classes de vulnerabilidade (Solo)	Área em há	Porcentagem (%)
1,0 - 1,4	Muito Baixa	1.029,15	0,41
1,4 - 1,8	Baixa	-	-
1,8 - 2,2	Média	1.0697,4	0,43
2,2 - 2,6	Alta	162.207,18	67,06
2,6 - 3,0	Muito Alta	76.317,39	32,1
Soma	-	240.623,46	100

Fonte: Emater (2017). Adaptado de Crepani et al. (2001). Organização: Oliveira (2023).

5.5 CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DA VULNERABILIDADE ASSOCIADA AO USO E COBERTURA DO SOLO DO PNCV

PNCV possui uma das maiores reservas de Cerrado ainda conservadas do estado de Goiás (Figura 21 e Tabela 3 e 4). O parque é coberto por fitofisionomias no domínio do Cerrado que variam entre campestres, savânicas e florestais além de usos antrópicos. No que se refere à vulnerabilidade, a cobertura vegetal natural se reveste da maior importância, pois representa a defesa da unidade de paisagem contra os efeitos dos processos modificadores das formas de relevo (erosão) (CREPANI et al. 2001).

Quanto à vulnerabilidade associada ao uso e cobertura do solo, as classes com maior presença são a Média (52%) e a Alta (35%) (figura 35 e tabela 15).



Fonte: MapBiomias (2020). Adaptada de Crepani et al. (2001). Organização: Oliveira (2023).

São classificadas como classes de vulnerabilidade Média, as fitofisionomias savânicas, que juntas ocupam 51% (124 mil hectares) no parque. As formações savânicas foram classificadas com vulnerabilidade Média porque oferecem um grau de proteção baixa aos solos (como Cambissolos), principalmente no início do período chuvoso do Cerrado, quando várias espécies perdem suas folhas devido ao ciclo caducifoliar.

A classificação de vulnerabilidade Alta foi dada às fitofisionomias de formação campestre e campos alagados que ocupam 34% (83mil hectares) no PNCV (figura 35. Tabela 15 e quadro 4). Além disso, as formações campestres oferecem um grau de proteção menor aos solos e podem ser indicativos de condições morfogênicas e solos menos desenvolvidos (Neossolos, Cambissolos, Plintossolos Pétricos e até nos espaços de afloramentos rochosos), (figura 17 e 35 Tabela 15, Quadro 4). Essa classe aparece ao norte do PNCV, nas proximidades do Rio Preto, no município de Cavalcante.

A vulnerabilidade Baixa, que ocupa 15% (31 mil hectares) da área do PNCV, corresponde à formação florestal. Nessa classe, a vegetação oferece maior proteção ao solo contra o impacto da gota de chuva e contra o escoamento da enxurrada e transporte de sedimentos, com folhas e matéria orgânica. Mesmo que grande parte das fitofisionomias florestais do Cerrado seja caducifólia a estrutura dessa vegetação oferece melhor proteção aos solos que as demais, principalmente nos períodos mais chuvosos do Cerrado após as primeiras semanas de chuva. Estão localizadas em porções bem distribuídas em todo o parque.

Além disso, são encontrados trechos de vulnerabilidade Muito Alta, classificação dada tanto aos afloramentos rochosos e solos expostos quanto às áreas do PNCV ocupadas pela agricultura (como sojicultura) e pelas pastagens plantadas. Essas áreas aparecem em porções pouco significativas da área do parque (0,15%, menos de 3 mil hectares) e representam o menor grau de proteção aos solos do PNCV, favorecendo a morfogênese podendo, inclusive, causar desestabilização dos ambientes e o desenvolvimento de processos erosivos.

Tabela 16 – Classes de vulnerabilidade do uso e cobertura do solo no PNCV

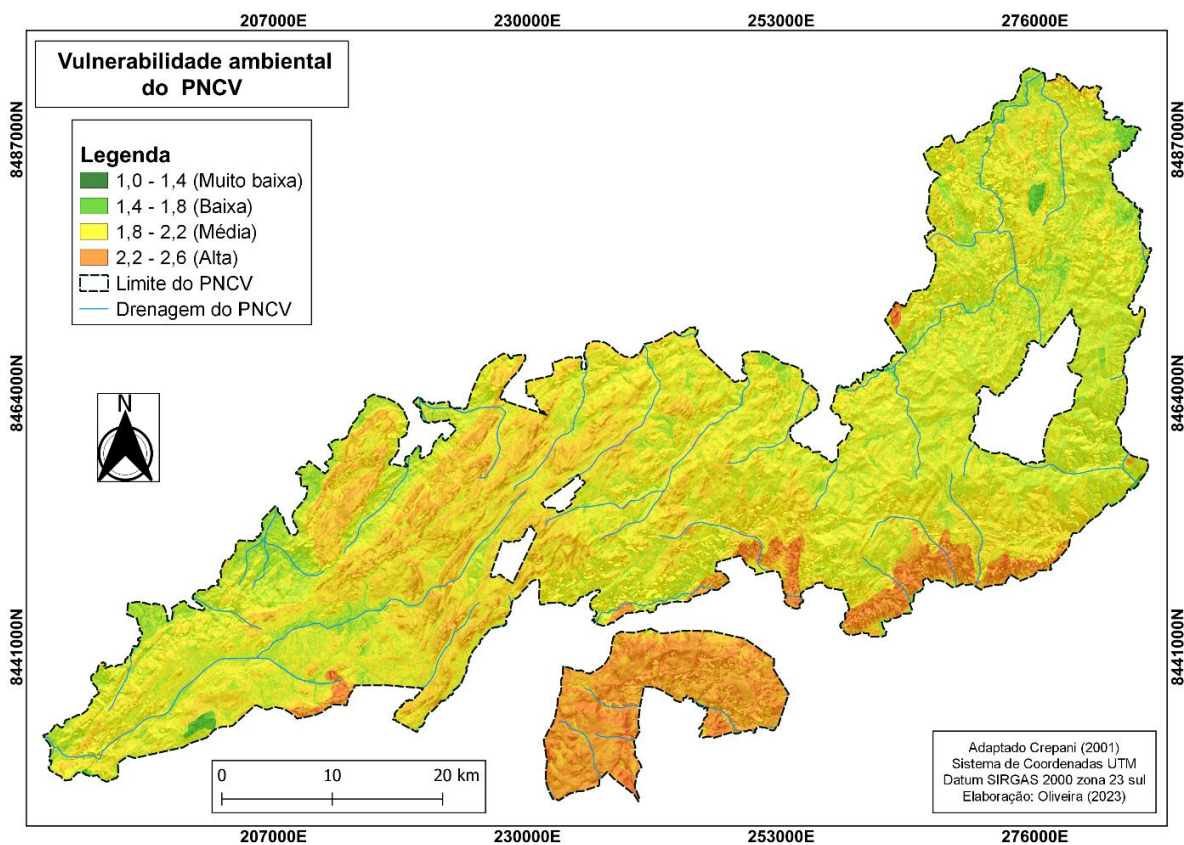
Atributos	Classes de vulnerabilidade (Uso e cobertura do solo)	Área em ha	Porcentagem (%)
1,0 - 1,4	Muito Baixa	-	-
1,4 - 1,8	Baixa	31.924,62	13,26
1,8 - 2,2	Média	124.808,76	51,84
2,2 - 2,6	Alta	83.652,39	34,75
2,6 - 3,0	Muito Alta	3.446,10	0,15
Soma	-	240.730,38	100

Fonte: MapBiomias (2020). Adaptada de Crepani et al. (2001). Organização: Oliveira (2023).

5.6 CARACTERIZAÇÃO DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL DO PARQUE NACIONAL DA CHAPADA DOS VEADEIROS

De acordo com a metodologia proposta, o mapa de vulnerabilidade natural à perda do solo (Figura 35 e tabela 16) é resultado da integração das informações referentes aos valores de vulnerabilidade dos solos, da geomorfologia, da geologia, clima e de uso e cobertura do solo.

Figura 36 – Vulnerabilidade ambiental do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros



Fonte: Adaptado de Crepani (2001). Organização: Oliveira (2023).

Tabela 17 – Classes de vulnerabilidade ambiental do PNCV

Atributos	Classes de vulnerabilidade ambiental	Área em ha	Porcentagem (%)
1,0 - 1,4	Muita Baixa	176,58	0,07
1,4 - 1,8	Baixa	191.49,84	7,92
1,8 - 2,2	Média	198.902,07	82,56
2,2 - 2,6	Alta	22.654,72	9,45
Soma	–	240.883,21	100

Fonte: Adaptada de Crepani (2001). Organização: Oliveira (2023).

De acordo com os resultados apresentados, fica evidente que a declividade e o solo, se considerados isoladamente, são os componentes que possuem variáveis com tendência à instabilidade na maior parte da área do PNCV. Na declividade, as classes de vulnerabilidade Média e Alta ocupam, juntas, 78% da área do Parque, enquanto nos solos, as classes de vulnerabilidade Alta a Muito Alta ocupam 99% da área do PNCV.

Ao contrário, a Geologia contribui para a estabilidade na maior parte do PNCV tendo como principal classe a vulnerabilidade Muito Baixa em quase 90% do PNCV. De forma semelhante, as características climáticas também, segundo a metodologia adotada, derivada da aplicação em áreas da floresta amazônica onde as chuvas são mais abundantes, apresentam-se como fator de estabilidade (vulnerabilidades Baixas a Média).

Enquanto isso os usos e cobertura do solo contribuem como indicadores para manter a estabilidade no PNCV, pois a cobertura vegetal natural ocupa 95% da área.

A integração entre as características ambientais revela uma área que possui mais de 80% de sua extensão com vulnerabilidade Média, seguida pelas áreas de vulnerabilidade Alta (9%) e Baixa (7%). A maior parte do PNCV está, portanto, em ambientes principalmente intergrades, com características complexas que podem ser desestabilizadas por alterações no uso dos solos. As áreas de maior vulnerabilidade ambiental localizam-se no segmento sul do parque e nos limites Norte do segmento de maior extensão. Nessas áreas, as características geológicas apresentam maior vulnerabilidade (Média), assim, em conjunto com solos de fragilidade Muito Alta e relevos escarpados, determinam a existência de ambientes morfogenéticos e fortemente instáveis.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS



6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros é uma unidade de conservação de proteção integral formada por rochas das unidades da Formação Arraias – Grupo Araí. Divide-se nas seguintes Formações: Ticunzal, Suíte Auriminas e Complexo Almas-Cavalcante, Formação Traíras, com rochas de origem sedimentar e metamórficas, tais como: Quartzito Feldspático, ortoquartzito, metassilitos, filitos e conglomerados. Já o relevo, cujas principais classes variam entre planos a escarpados, as declividades variam entre 3% a maior que 75%.

O formato climático de maior expressão é do tipo Aw que se caracteriza por estações bem demarcadas, com verão úmido e inverno seco, mas também possui áreas de clima Cwa e Cwb que têm como características verão quente e chuvoso, embora apresente inverno seco, com um clima temperado. As precipitações são da ordem de 1521mm a 1646mm, variando no sentido Leste-Oeste sob influência principalmente dos relevos.

Os principais solos são Cambissolos Háplicos Distróficos e Neossolos Litólicos distróficos que têm como características solos pouco evoluídos, inclusive, não apresentando qualquer tipo de horizonte B. Além disso, são solos rasos e pobres em nutrientes. Os usos do solo são principalmente de origem natural (>99%), tendo as formações savânica ocupando 49,64%, as formações campestres 34,71% e as formações florestais 11,01%.

A integração dos dados sob a metodologia de fragilidade ambiental permitiu identificar que as características dos elementos com instabilidade Muito Alta são o uso e cobertura dos solos com áreas desmatadas, ou seja, solos expostos, relevo fortemente dissecado e solos muito frágeis aos processos erosivos. Logo, estes elementos têm características principalmente instabilizadoras do ambiente, contribuindo para os processos morfogenéticos, enquanto os elementos de unidades com instabilidade estáveis, isto é, com classe Muito Baixa para a cobertura vegetal natural, relevo com dissecação muito fraca e solos com fraca erodibilidade que atuam na estabilização dos ambientes, contribuem para os processos pedogenéticos.

A análise da distribuição das classes de fragilidade potencial mostra que a principal é a classe Média de fragilidade que ocupa 61,50% da área do PNCV). Nessa classe, predominam os solos com Alta e Muito Alta fragilidade (Cambissolos Háplicos distróficos e Neossolos Litólicos distróficos). Estes solos têm como predomínio formações Campestres e savânicas, com altas declividades, que contribuem para a fragilidade do ambiente. A fragilidade emergente que é a integração da fragilidade potencial com uso e cobertura do solo indicou predominantemente a classe Baixa, ocupando 85,1% do parque. Estas condições estão

relacionadas às coberturas vegetais naturais, contribuindo para a estabilidade dos ambientes, assim, apesar da geomorfologia e dos tipos de solos da região apresentarem alta fragilidade ou vulnerabilidade, as condições de preservação do Cerrado na região, refletem na estabilidade das paisagens.

A proposta adaptada para definição da vulnerabilidade ambiental apresenta como limitação, por ser derivada de uma modelagem inicialmente aplicada à floresta amazônica, onde as chuvas são mais abundantes e bem distribuídas. Dessa forma, talvez se subestime as características climáticas e pluviométricas do Cerrado principalmente a relação entre as estações secas e chuvosas e entre elas e a dinâmica da vegetação.

Partindo do princípio de que o parque é uma Área de Preservação Permanente, a avaliação da paisagem, sob a ótica da análise sistêmica, possibilitou observar que, embora os níveis de fragilidade Alto e Muito Alto não sejam predominantes, a região do PNCV apresenta uma situação que demanda atenção, pois há tendência de evolução dos níveis de fragilidade, em especial nas áreas que bordejam o parque em função da abertura de estradas e pelo processo de visitação nas atividades de ecoturismo.

É importante pontuar que as ações antrópicas podem alterar a qualidade do ecossistema, resultando em perdas ambientais. A análise da vulnerabilidade natural à perda de solo, com base na metodologia de Crepani et al. (2001), mostrou-se eficaz na análise da vulnerabilidade ambiental do PNCV, mesmo tendo a adaptação para o Cerrado.

Observa-se que a vulnerabilidade encontrada no PNCV é em grande parte voltada para a classe de vulnerabilidade Média (1,8 – 2,2), segundo Crepani et al. (2001), grau de vulnerabilidade estável. Enquanto as classes de vulnerabilidade ambiental com a classe Muito Baixa, por exemplo, com (0,07%) aparecem em percentuais bem insignificantes, já a classe Baixa com (7,92%) e a Alta com 9,45% do PNCV.

A partir de todo o desenvolvimento da pesquisa, pode-se concluir que os resultados apresentam que o PNCV requer atenção, visto que sua vulnerabilidade se encontra entre 1,8 a 2,2 e classe Média, com 82,56% da sua área.

Em resumo, este trabalho procurou abranger o que há de mais comum nas avaliações da fragilidade ambiental e da vulnerabilidade ambiental: o estudo da resiliência e persistência de um sistema ambiental frente aos riscos que podem acometê-lo. Entretanto, procurou-se abordar a fragilidade e a vulnerabilidade de modo a esclarecer a avaliação de vulnerabilidade natural à perda de solo e da fragilidade ambiental. Esse trabalho insere-se na área do PNCV,

com mapeamento para análise da Geoecologia da paisagem, vulnerabilidade e fragilidade ambiental. As técnicas de geoprocessamento contribuíram significativamente para a elaboração dos produtos da modelagem e são indispensáveis nas análises ambientais espaciais.

O PNCV representa uma importante área para a conservação e preservação de amostras representativas do Cerrado no Brasil Central, com Cerrado de altitude para a proteção das reservas hídricas da área do alto curso do rio Tocantins, bem como para a realização de atividades de ecoturismo, recreação e educação ambiental, pois abriga uma enorme diversidade de flora e fauna, incluindo espécies raras e ameaçadas de extinção. É a savana mais rica do planeta quando o assunto é a biodiversidade e as espécies endêmicas. E isso, junto com a importância de suas reservas hídricas, é que atraem pesquisadores de todo o país e do exterior.

A região faz parte da Reserva da Biosfera de Cerrado, onde se encontram as mais extensas áreas de Cerrado preservadas no estado de Goiás, se configurando como área prioritária para conservação/preservação da biodiversidade. Desse modo, isso toma uma dimensão de importância maior, frente às pressões provocadas pelas atividades do agronegócio, principal agente de conversão das coberturas naturais por antrópicas neste domínio.

Apesar da diferença dos resultados da fragilidade e da vulnerabilidade, as propostas diagnosticam um ambiente que quando não instável é ao menos *intergrade*. Nesse caso, as tentativas recentes de alterar a área do PNCV podem, no futuro, provocar a perda da proteção legal e a ocupação da área do parque por empreendimentos agropecuários. Isso poderia ter como consequência a desestabilização, ao se adotar comportamentos morfogenéticos, desenvolvendo processos erosivos variados e afetando a estabilidade do sistema como um todo (inclusive da fauna e da flora).

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, Aziz. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê editorial, 2007.
- AB'SÁBER, Aziz. A organização natural das paisagens inter e subtropicais brasileiras. **Anais do Simpósio Sobre o Cerrado**, São Paulo: Edusp, p. 01 – 14, 1971.
- ALHO, C. J. R.; MARTINS, E. de S. (Coautor). **De grão em grão, o cerrado perde espaço: cerrado, impactos do processo de ocupação**. Brasília: Fundo Mundial para a natureza: Sociedade de Pesquisas Ecológicas do Cerrado, 1995.
- ALVARES, C. A. et al. Spatial variability of physical and chemical attributes of some forest soils in southeastern of Brazil. **Sci. Agric.**, Piracicaba, v. 68, n. 06, p. 697-705, 2011.
- ALVES, J. S.; CUNICO, C.; SOUZA, J. O. A paisagem na geografia. **Revista Contexto Geográfico**, Maceió, v. 4, n. 8, p. 01-09, dez 2019.
- AMARAL, R.; ROSS, J. L. S. As Unidades Ecodinâmicas na Análise da Fragilidade Ambiental do Parque Estadual do morro do Diabo e entorno. **GEOUSP**, Teodoro Sampaio, n. 26, p. 59-78, 2009.
- AMORIM, R. R., OLIVEIRA, R.C. As unidades de paisagem como uma categoria de análise geográfica: o exemplo do município de São Vicente-SP. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 20, n. 2, p. 177-198, 2008.
- ARAÚJO, P. C.; BANDEIRA S. C. O Estudo da Análise da Paisagem e o Impacto Ambiental causado pelo Mineroduto em São Pedro de Cima, município de Divino – MG. **In: II Encontro Latino-Americano de Geomorfologia**, Dinâmica E Diversidade de Paisagens, UFJF, Belo Horizonte, 2018.
- ARRUDA, F. V. et al. Trends and gaps of the scientific literature about the effects of fire on Brazilian Cerrado. **Biota Neotropica**, v. 18, n. 1, 2018.
- ASSAD, M. L. L.; ASSAD, E. D.; EVANGELISTA, B. A. Chuvas Extremas na Região dos Cerrados. **In: ASSAD, E. D. (org.). Chuva nos Cerrados: Análise e Espacialização**. Brasília: EMBRAPA – CPAC, 1994.
- BARBOSA, A.S. Peregrinos do cerrado. **Rev. do Museu de Arqueologia e Etnologia**, São Paulo, v. 5, p. 159-193, 1995.
- BARBOSA, Altair S.; ARAÚJO, Luciane M. de Pré- História do Cerrado. **Élisée, Rev. Geo. UEG - Goiás**, v. 9, n. 2, jul./dez. 2020.
- BIZERRIL, M. **O cerrado para educadores(as): sociedade, natureza e sustentabilidade**. São Paulo: Editora Haikai, 2021.
- BARBOSA, A. S. NASCIMENTO, I. V. Processos Culturais Associados à vegetação de Cerrado. **In: PINTO, M. N. Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1994.

BATALHA, M. A. O cerrado não é um bioma. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 1, p. 1-4, 2011. Disponível em < <http://www.scielo.br/pdf/bn/v11n1/01.pdf>>. Acesso em 14 de jan 2022.

BERTLANFFY, LV, **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1973.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global. **RA'EGA**, Curitiba, n,8 p. 141-152, 2004.

BERNARDINO, D. S. M.; OLIVEIRA, A. M.; DINIZ, M. T. M. Georges Bertrand e a Análise Integrada da Paisagem em Geografia. **REGNE**, v. 4, n. 2, 2018.

BERTONI, Neto **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1999.

BRASIL, Instituto Chico Mendes. **Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros**. 2016. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/parnachapadadosveadeiros/> Acesso em 20 de ago 2022.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Unidades de Conservação**. 2015. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/unidades-de-conservacao>.

BRASIL, Decreto nº 49.875, de 11 de janeiro de 1961. Criação do Parque Nacional do Tocantins. 1961.

BRASIL, O Decreto de 05 de junho de 2017, Amplia o Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros. Brasil, 2017.

CABRAL, L. O. A paisagem enquanto fenômeno vivido. **Geosul**, v. 15, n. 30, jul./dez.2000.

CARDOSO, M. R. D. MARCUZZO, F. F. N. BARROS. J.R. Classificação climática de Köppen-Geiger para o Estado de Goiás e o Distrito Federal. **Geográfica**, Boa Vista, v. 8, n. 16, p.40-55, jan. /mar. 2014.

CARNEIRO, Gabriel Tenaglia. **Processo de Fragmentação e Caracterização dos Remanescentes de Cerrado [manuscrito]: Análise Ecológica da Paisagem da Bacia do Rio dos Peixes / Gabriel Tenaglia Carneiro**. - 2012. 135 f.: Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal de Goiás, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, 2012.

CASSETI, V. **Geomorfologia**. S.l. 2005. Disponível em www.funape.org.br/geomorfologia. Acesso em: 04 out 2022.

Cerrado: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável/ editores técnicos Lucília Maria Parron. [et al.] – Planaltina, DF: Embrapa Cerrados 2008.

CHAVES, Ana Maria Severo. **Dinâmica geocológica e cenários potenciais para conservação da paisagem semiárida na bacia do riacho São José em Pernambuco**. 2021. 354 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2021.

CREPANI, Edison et al. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-econômico e ao Ordenamento Territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001

CREPANI, E.; Duarte, V.; Shimabukura, Y. E.; Fidalgo, E. C. C. Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento no Mapeamento Regional da Cobertura e Uso Atual da Terra. **Geografia**, Rio Claro, v. 27, n. 1, p. 119-135, abril 2002.

CREPANI, E.; Medeiros, J. S. Palmeira, A. F. **Intensidade Pluviométrica: Uma maneira de tratar dados pluviométricos para análise da vulnerabilidade de paisagens à perda de solo**. São José dos Campos: INPE, 2004.

COUTINHO, L.M. O conceito de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 1, p. 17-23, 1978.

DEGRANDE, J. E. S.; BORTOLUZZI, L. N. Análise da Fragilidade Ambiental Potencial e Emergente da Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça em Presidente Prudente. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 13, n. 03, p. 33-50, 2020.

DELPOUX, M. **Método em questão: ecossistema e paisagem**. Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1974.

DIAS, J.; SANTOS, L. A paisagem e o geossistema como possibilidade de leitura da expressão do espaço sócio-ambiental rural. **Confins**, n. 01, 2007.

DIAS, B. F. S. **Alternativas de desenvolvimento dos cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis**. Brasília, DF: Fundação Pro-Natureza, 1996.

DIAS, B. F. S. **Conservação da biodiversidade no Bioma Cerrado: História dos impactos antrópicos no Bioma Cerrado**. In: **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica: Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008.

DRUMMOND, A. J. A História Ambiental: temas, fonte e linhas de pesquisa. **Estudos históricos**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 8, p. 171-197, 1991.

EITEN, G. Natural brazilian vegetation types and their causes. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 64, p. 35-65, Rio de Janeiro, 1992.

EMATER. Agencia Goiana de Assistência Técnica, extensão Rural e Pesquisa do Refinamento do mapeamento de solos para escala de 1250.000, 2017. Disponível em <http://www.sieg.go.gov.br/siegdloads>.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape Ecology**. New York – NY: John Wiley and Sons, 1986.

FELFILI, J. M. REZENDE, A. V. SILVA, JUNIOR, M. C. (Orgs). **Biogeografia do bioma Cerrado: vegetação e solos da Chapada dos Veadeiros**. Brasília: Editora Universidade de Brasília: Finatec, 2007.

GIROLAMO NETO, Cesare Di. **Identificação de fitofisionomias de Cerrado no Parque Nacional de Brasília utilizando Random Forest aplicado a imagens de alta e média resoluções espaciais.** – São José dos Campos: INPE, 2018.

GOIÁS (Estado). Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. **Hidrogeologia do Estado de Goiás.** Por Leonardo de Almeida, Leonardo Resende, Antônio Passos Rodrigues, José Elói Guimarães Campos. Goiânia, 2006.

GOIÁS (Estado) **Geomorfologia do Estado de Goiás e Distrito Federal.** Por Edgardo Latrubesse Thiago Morato de Carvalho. Goiânia 2006. Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendências de Geologia e Mineração.

GEOLOGIA do Estado de Goiás e Distrito Federal. Org. por Maria Luiza Osório Moreira, Luiz Carlos Moreton, Vanderlei Antônio de Araújo, Joffre Valmório de Lacerda Filho e Heitor Faria da Costa. Escala 1:500.000. Goiânia: CPRM/SIC - FUNMINERAL, 2008

GUERRA, Antônio Teixeira, 1924 -1968. **Dicionário Geológico/ Geomorfológico.** Rio de Janeiro: IBGE, 1993.

IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). **Os Ecossistemas Brasileiros.** Disponível em: www.ibama.gov.br. Acesso em 17 jan de 2022.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Manual técnico da vegetação brasileira:** sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos. Rio de Janeiro: IBGE-Diretoria de Geociências, 2012.

ICMBIO et al. **Plano de Manejo Parque Nacional Chapada dos Veadeiros.** Brasília: MMA, 2009.

KAWAKUBO, F. S. et al. Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento. *In: Anais simpósio brasileiro de sensoriamento remoto*, Goiânia, 16 a 21 de abril 2005, 2005. p. 2203 - 2210.

KING, L. C. A geomorfologia do Brasil oriental. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p. 3-121, 1956.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Mega diversidade**, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.

LACERDA FILHO, Joffre Valmório de; **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal.** Goiânia: CPRM, 1999.

LANG, S; BLASCHKE, T. **Análise da Paisagem com SIG.** São Paulo: Oficina de textos, 2009.

LANZA, D. A. LADEIRA, F. S. B. Mapeamento, caracterização e correlação de superfícies de aplainamento no leste de Goiás, norte de Minas Gerais e oeste da Bahia. **Anais XVI**

Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013.

LIMA, S. C. A preservação das veredas para manutenção do equilíbrio hidrológico dos cursos d'água. *In: Anais do Encontro Nacional de Estudos sobre o Meio Ambiente*, Londrina: UEL/NEMA, 1991. p. 204-218.

LUCAS, O.W.R. **The Design of Forest Landscapes**. Wallingford: Oxford University Press, 1991.

MACHADO, R. B.; RAMOS NETO, M. B.; PEREIRA, P. G. P.; CALDAS, E. F.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S.; TABOR, K.; STEININGER, M. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**. Relatório técnico não publicado. Conservação Internacional, Brasília, DF, 2004. 23p.

MAPBIOMAS. Projeto de Mapeamento Anual do Uso e cobertura da Terra no Brasil. Coleção 6.0, 2021. Disponível em <https://mapbiomas.org/download>.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**, v. 1, n. 1-2. Disponível em <http://www.biotaneotropica.org.br>. Acesso em: 15 out de 2022.

MELO E SOUZA, Rosemeri (org.). **Geocologia e Paisagem: Enfoques teórico-metodológicos e abordagens**. – Aracaju, SE: Criação Editora, 2021.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **O Bioma Cerrado**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>> Acesso em: 15 out de 2022.

MONTEIRO, C. A. F. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Paulo: Contexto, 2000.

NASCIMENTO, D. T. F. et al. **Climatologia do Cerrado** [recurso eletrônico]: **variabilidades, suscetibilidades e mudanças climáticas no contexto do Cerrado brasileiro**. Goiânia: C&A Alfa Comunicação, 2021.

NASCIMENTO, M. A. L. S. Geomorfologia do Estado de Goiás. **Boletim Goiano de Geografia**. Goiânia: UFG, v. 12, n. 1. Jan./Dez. 1992.

NOVAIS, G. T. Classificação climática aplicada ao Estado de Goiás e ao Distrito Federal, Brasil. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 40, 2020.

OLIVEIRA, J. I. Chapadões Descerrados: Relações entre Vegetação, Relevo e Uso das Terras em Goiás. **Revista UFG**, v. 34, n 2, p. 311- 336, maio/agosto. 2014.

PARRON, L. M. et al. **Cerrado: Desafios oportunidades para desenvolvimento sustentáveis**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008.

QUADROS, F. R., **Caracterização e análise da fragilidade ambiental da floresta nacional de Passo Fundo (Mato Castelhana - RS)**. Tese (Doutorado em Ecologia). São Carlos: UFSCAR, 2014.

RIBEIRO, Luanna de Souza. **História do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros: da sua criação à sua [re]ampliação em 2017.** 2020. 167 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável), Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

RIBEIRO, José Felipe; WALTER, Bruno Machado Teles. As principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado. *In*: SANO, S. M.; ALMEIRA, S. P.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: ecologia e flora.** v. 1. Editores técnicos, Embrapa Cerrados – Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológica, 2008.

ROSS, J. Luciano Sanches. **Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e antropizados.** Texto produzido em fevereiro de 1993, Laboratório Geomorfologia. Depto. de Geografia – FFLCHWSP.

ROSS, J. Luciano Sanches. **Ecogeografia do Brasil: Subsídios para planejamento ambiental.** São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais Antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 8, p. 63-74, 2011.

ROSS, J. MASSA, E. M. Aplicação de um modelo de fragilidade ambiental relevo-solo na serra da Cantareira, bacia do córrego do bispo, são Paulo-SP. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, v. 24, p. 57-79, 2012.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia, Ambiente e Planejamento.** São Paulo: Editora Contexto, 2021.

SALOMÃO, F. X. T. Controle e prevenção dos processos erosivos. *In*: GUERRA, T. A. J.; SILVA, A. S. & BOTELHO, R. G. (Orgs). **Erosão e Conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999, p. 229-265.

SOUZA, J. C. de; MARTINS, P. T de A.; DRUCIANKI, V. P. Uso e cobertura do solo no Cerrado: panorama do período de 1985 a 2018. **Élisée, Rev. Geo**, UEG – Goiás, v. 9, n. 2, jul./dez. 2020.

SANDERVILLE JÚNIOR. E. Paisagem. **Paisagem e ambiente**, São Paulo, v. 20, p. 47 – 60, 2005.

SANO, S. M.; ALMEIRA, S. P.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: ecologia e flora**, v. 2. – Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológica, 2008.

SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. **Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

SILVA, E. V. RODRIGUEZ, J. M. M. CAVALCANTI, A. P. B. **Geocologia das Paisagens. Uma visão geossistêmica da análise ambiental.** Fortaleza: Edição UFC, 2017.

SILVA, E.V. RODRIGUEZ, J. M. M. **Teoria dos geossistemas o Legado de V.B. Sachava. Fundamentos Teórico- Metodológicos.** Fortaleza: Edições UFC, 2019.

SPÖRL, C. & ROSS, J. L. S. **Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos. GEOUSP Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 15, v. 8, n. 1, p. 39-49, 2004.

SOTCHAVA, V. B. O Estudo de Geossistema. **Instituto de Geografia**, São Paulo, n. 16, p. 1-51, jan./jun. 1977.

SOTCHAVA, V. B. Por uma teoria de classificação de geossistemas da vida terrestre. São Paulo: Instituto de Geografia, USP, 1978.

TANSLEY A. G. Os problemas da ecologia: pesquisa em ecologia britânica. **Novo Fitologista**, n. 3, p. 191-200, 1904.

TANIZAKI, M. L. N. CAMPOS, J.E. G. **Geologia do Grupo Araí: Registro de Rifteamento Crustal no Brasil Central**. (Dissertação de mestrado). Brasília: Editora da UnB, 2013.

TAVARES, K. S. R., ROMÃO, P. A., OLIVEIRA, I. J. Vulnerabilidade Ambiental no Município de São Domingos (GO). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 05, 2020.

TEIXEIRA, Amom Chrystian de Oliveira. **Efeito das mudanças nos padrões de uso da terra nos processos hidrológicos da Bacia Hidrográfica do Rio Subaúma-Bahia**. 2014. 243 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza -CE, 2014.

TROPPEMAIR, Helmut; Galina, Marcia Helena Geossistemas Mercator. **Revista de Geografia da UFC**, Fortaleza, v. 5, n. 10, p. 79-89, 2006.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: FIBGE-SUPREN, 1977.

TROLL, C. A paisagem geográfica. **Hamburg: Stadium Generale**, v. 2, p. 163-181, 1950.

VICENTE DA SILVA, E. **Geocologia da paisagem do litoral cearense: uma abordagem ao nível de escala regional e tipológica**. 1998. 281f. (Tese para Professor Titular). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1998.