



Serviço Público Federal
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Instituto de Ciências Humanas – ICH
Faculdade de Geografia – FGEO

ALANA PEREIRA INÁCIO

**GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS: GEOSSISTEMAS DO PARQUE NACIONAL
DOS CAMPOS FERRUGINOSOS, CARAJÁS, PA.**

MARABÁ – PARÁ

2019

ALANA PEREIRA INÁCIO

**GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS: GEOSSISTEMAS DO PARQUE NACIONAL
DOS CAMPOS FERRUGINOSOS, CARAJÁS, PA.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Geografia, da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, sendo requisito parcial para obtenção de graduação de Bacharelado em Geografia.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Maria Rita Vidal

MARABÁ – PARÁ

2019

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca Setorial Josineide da Silva Tavares

Inácio, Alana Pereira

Geoecologia das paisagens: geossistemas do Parque Nacional dos Campos Ferruginosos, Carajás, PA / Alana Pereira Inácio; orientadora, Maria Rita Vidal. — Marabá: [s. n.], 2019.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Campus Universitário de Marabá, Instituto de Ciências Humanas, Faculdade de Geografia, Curso de Bacharelado em Geografia, Marabá, 2019.

1. Reservas florestais - Preservação. 2. Imagens de sensoriamento remoto. 3. Paisagens - Pesquisa. 4. Vegetação - Mapeamento. I. Vidal, Maria Rita, orient. II. Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará.

III. Título.

CDD: 22. ed.: 333.72098115

ALANA PEREIRA INÁCIO

**GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS: GEOSSISTEMAS DO PARQUE NACIONAL
DOS CAMPOS FERRUGINOSOS, CARAJÁS, PA.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Geografia, da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, sendo requisito parcial para obtenção de graduação de Bacharelado em Geografia.

Aprovado em ___/___/___.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Maria Rita Vidal
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Msc. Abraão Levi Mascarenhas
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Esp. Ana Lenira Nunes Cysne de Souza
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

AGRADECIMENTOS

É hora de olhar para trás e de agradecer aqueles que fizeram parte desta caminhada.

Agradeço primeiramente a Deus por ter estado ao meu lado em cada instante desse percurso, me guiando e me dando forças para enfrentar as dificuldades que surgirem na jornada da vida.

À minha família, (Júlia, Edivan, Sortênia, Lorena e Flávia) na qual devo total reconhecimento pelo esforço e confiança a mim dedicados. Sem a ajuda de vocês esse sonho estaria muito distante da minha realidade, por isso, ressalto que foram fundamentais para que eu chegasse até aqui. Espero recompensar todo investimento ao longo desses anos.

Agradeço imensamente a minha orientadora, Maria Rita Vidal pelo investimento e confiança. Obrigado por ter acreditado no meu potencial, pelos caminhos sugeridos, pela troca de ideias e por compartilhar comigo o seu conhecimento. Ao professor Abraão Levi Mascarenhas pelo auxílio em campo e pelas sugestões nos materiais cartográficos.

A todo o corpo docente da Faculdade de Geografia pelos conhecimentos repassados ao longo desses 4 anos de graduação.

Aos meus amigos da turma de Geografia Bacharelado 2015, Athos, Nayane, Karol, Helen, Thiago, Max, José e Abdiel por todas as aventuras e risos compartilhados. Em especial, agradeço as minhas amigas Jil e Andreana que no final da graduação se tornaram quase irmãs, dividindo comigo conhecimentos, conquistas, alegrias, diversos risos e muitas teimosias. Ao Jailson e Luan por todas as parcerias nos trabalhos em grupos e pela amizade construída nesses anos.

À Marinalda, secretária da Universidade do Estado do Pará, pela amizade e o apoio que me deste durante os dois anos enquanto estive nesta instituição como estagiária, sua garra é fonte de inspiração.

Obrigado a todos por tudo!

“A verdadeira viagem de descobrimento não consiste em procurar novas paisagens, e sim em ter novos olhos”.

Marcel Proust

RESUMO

Este trabalho trata da análise da paisagem do geossistema do Parque Nacional dos Campos Ferruginosos, uma recente unidade de conservação federal integral que está localizado nos municípios de Parauapebas e Canãa dos Carajás. Esta pesquisa teve como objetivo descrever a síntese da composição das paisagens no Parque Nacional dos Campos Ferruginosos caracterizando e cartografando os processos geocológicos. Apropriando-se da análise integrada dos componentes da paisagem, bem como também dos fundamentos teóricos e metodológicos da Geoecologia das Paisagens, foi possível fazer toda a caracterização geocológica e a classificação tipológica da área. Com o auxílio do sensoriamento remoto através das imagens de satélites e utilização das técnicas de SIG foi possível confeccionar dois mapas centrais da pesquisa, o de unidades geocológicas e o de funções da paisagem, ambos na escala de 1:250:000. Como resultado obteve-se a identificação de cinco unidades de paisagem dentre elas, Platô com Campo Rupestre Aberto, Platô com Campo Rupestre Arbustivo, Planalto recoberto com Floresta Ombrófila Aberta, Planalto recoberto com Floresta Ombrófila Densa e Piemontes com Vegetação Secundária Antropizada. Essas unidades foram divididas de acordo com a sua função, em três categorias principais, sendo elas: acumulação, emissão e transmissão. A delimitação das unidades e a síntese funcional serviu para compreender a integração de todos os processos e dos diversos componentes e geocomplexos que integram a paisagem da área. Os resultados deste trabalho poderão servir como instrumento de planejamento e gestão ambiental, uma vez que é uma área recente, sem plano de manejo podendo também servir de subsídio á estudos futuros.

Palavras-Chave: Geossistema, Unidades de Paisagens, Geoecologia das Paisagens.

ABSTRACT

This paper deals with the landscape analysis of the Campos Ferruginosos National Park geosystem, a recent integral federal conservation unit located in the municipalities of Parauapebas and Canãa dos Carajás. This research aimed to describe the synthesis of landscape composition in the Campos Ferruginosos National Park, characterizing and mapping the geocological processes. Appropriating the integrated analysis of landscape components, as well as the theoretical and methodological foundations of Landscape Geoecology, it was possible to do all the geocological characterization and typological classification of the area. With the aid of remote sensing through satellite images and the use of GIS techniques, it was possible to make two central maps of the research, the geocological units and the landscape functions, both in the scale of 1:250:000. As a result, five landscape units were identified, among them Open Plateau Field Plateau, Shrubbery Plateau Field Plateau, Open Ombrophylous Forest Covered Plateau, Dense Ombrophilous Forest Covered Plateau and Piedmont with Anthropized Secondary Vegetation. These units were divided according to their function into three main categories, namely: accumulation, emission and transmission. The delimitation of the units and the functional synthesis served to understand the integration of all processes and the various components and geocomplexes that integrate the landscape of the area. The results of this work may serve as a tool for environmental planning and management, since it is a recent area, with no management plan and may also serve as a subsidy for future studies.

Keywords: Geosystem, Landscape Units, Landscape Geoecology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modelo Sistêmico de Funcionamento da Paisagem.	17
Figura 2: Áreas Protegidas do Mosaico de Carajás.	20
Figura 3: Fases de Planejamento e Gestão Ambiental.	21
Figura 4: Mapa de Localização do Parna dos Campos Ferruginosos, Carajás – PA.	25
Figura 5: Mapa Geológico do Parna dos Campos Ferruginosos, Carajás – PA.	27
Figura 6: Mapa Geomorfológico do Parna dos Campos Ferruginosos, Carajás – PA.	29
Figura 7: Mapa Hipsométrico do Parna dos Campos Ferruginosos, Carajás – PA.	31
Figura 8: Mapa de Declividade do Parna dos Campos Ferruginosos, Carajás – PA.	33
Figura 9: Precipitação da Serra dos Carajás no Período de 1985 a 2006.	35
Figura 10: Mapa Hidrográfico do Parna dos Campos Ferruginosos, Carajás – PA.	36
Figura 11: Lagoa Perene – Serra da Bocaina, Carajás – PA.	37
Figura 12: Mapa Pedológico do Parna dos Campos Ferruginosos, Carajás – PA.	38
Figura 13: Mapa Vegetacional do Parna dos Campos Ferruginosos, Carajás – PA.	40
Figura 14: Unidades Geoecológicas do Parna dos Campos Ferruginosos, Carajás – PA.	43
Figura 15: Mapa de Unidades de Paisagens do Parna dos Campos Ferruginosos, Carajás -PA.	44
Figura 16: Campo Rupestre Aberto - Serra da Bocaina, Carajás-PA.	46
Figura 17: Campo Rupestre Arbustivo – Serra da Bocaina, Carajás – PA.	47
Figura 18: Ambiente Cárstico encontrado na Serra da Bocaina, Carajás – PA.	48
Figura 19: Aspectos da Floresta Ombrófila Aberta – Serra da Bocaina, Carajás-PA.	49
Figura 20: Aspectos da Floresta Ombrófila Densa – Floresta Nacional de Carajás - PA.	50
Figura 21: Vegetação Secundária Antropizada - Serra da Bocaina, Carajás –PA.	51
Figura 22: Mapa de Funções da Paisagem do Parna dos Campos Ferruginosos, Carajás -PA.	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Água
CVRD	Companhia Vale do Rio Doce
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBAMA	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
MMA	Ministério do Meio Ambiente
PGC	Projeto Grande Carajás
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
UC	Unidade de Conservação

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO	13
2.1 Abordagem Sistêmica no Estudo da Paisagem.....	13
2.2 Teoria dos Geossistemas por Bertrand e Victor Sochava	14
2.3 Princípios da Geoecologia das Paisagens sob Rodriguez, Silva e Cavalcante	16
2.4. Contexto Regional de Carajás.....	18
2.5. Metodologia da Pesquisa	21
2.5.1. Organização e Inventário	22
2.5.2 Análises e Diagnóstico	23
3. CARACTERIZAÇÃO GEOECOLÓGICA DO PARQUE NACIONAL DOS CAMPOS FERRUGINOSOS	24
3.1 Contextualização da Área de Estudo.....	24
3.2. Condicionantes Geoambientais.....	26
3.2.1. Geologia e Geomorfologia	26
3.2.2. Hipsometria e Declividade	30
3.2.3. Clima e Hidrografia.....	34
3.2.4. Solos e Vegetação	37
4. UNIDADES DE PAISAGENS DO PARQUE NACIONAL DOS CAMPOS FERRUGINOSOS	42
4.1 Tipos paisagísticos e unidades geoecológicas	42
4.1.1. Platô com Campo Rupestre Aberto.....	45
4.1.2. Platô com Campo Rupestre Arbustivo	47
4.1.3. Floresta Ombrófila Aberta.....	48
4.1.4. Floresta Ombrófila Densa.....	50
4.1.5. Fundos de vale com Vegetação Secundária Antropizada.....	51
4.2. Funções Geoecológicas da Paisagem.....	52
4.2.1. Funções de acumulação	54
4.2.2. Funções de Emissão	54
4.2.3. Funções de Transmissão	54
CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
REFERÊNCIAS	56

1.INTRODUÇÃO

A crescente demanda e exploração dos recursos minerais no Brasil, sobretudo, pelas atividades de mineração tem levado a destruição de importantes áreas dos sistemas ferruginosos e provocado profundas modificações na paisagem. Diversas são as discussões sobre tais impactos no cenário atual. A relação da mineração com a conservação da natureza ainda tem sido um grande desafio a ser enfrentado no nosso presente.

Frente ao grande desafio de lidar com os impactos e a ocupação humana, o fortalecimento de programas de proteção ambiental para essas áreas foi criado, através de unidades de conservações para equilibrar o desenvolvimento econômico com a preservação. Dessa forma, entende-se por geossistemas ferruginosos unidades espaciais cujo substrato litológico é constituído por rochas ferruginosas, como formações ferríferas bandadas ou itabirito, jaspilito, entre outras, resultantes da interação de todos os seus componentes físicos, como, os mineralógicos, hidrológicos e pedológicos, na qual a interação destes resulta na formação de uma paisagem, em geral, com pedoambientes distintos (SOUZA e CARMO, 2015).

Além disso, os geossistemas ferruginosos estão situados em áreas prioritárias de conservação com grande importância biológica, compreendendo sistemas geoecológicos que se caracterizam como um dos ambientes naturais mais importantes para a conservação na superfície terrestre, com características ímpares que revelam paisagens de exceção em meio de extensas áreas cobertas pelas maiores reservas de minérios de ferro do mundo (CARMO, 2012).

Concomitantemente, estes ambientes ainda são marcados por paisagens singulares e uma heterogeneidade ambiental, sendo composta por uma complexa evolução de superfícies mais antigos do planeta. “Os geossistemas ferruginosos estão inseridos nas áreas estratégicas para a conservação dos recursos naturais, localizando-se em *hotspots* mundiais de diversidade, fornecendo serviços ambientais fundamentais para sociedade”, apresentando assim uma importância tanto econômica, quanto natural (CARMO e KAMINO, 2015, p.23).

Estes locais possuem uma paisagem que é composta por uma elevada biodiversidade, uma flora com um alto grau de endemismo, cavernas, diversidade de espécies restritas, além de serem áreas importantes de recarga hídrica, possuindo grande beleza cênica, antiguidade e diversidade de suas rochas constituintes. Destaca-se no Brasil, a ocorrência de seis geossistemas ferruginosos, sendo eles, o Quadrilátero Ferrífero (MG), Morraria do Urucum (MS), Carajás (PA), Vale do Rio Peixe Bravo (MG), Bacia do Rio Santo Antônio (MG) e Caetité (BA), todos

constituídos por rochas ferruginosas com formações bandadas cuja composição química contém mais de 15% de ferro (SOUZA e CARMO, 2015).

No geossistema ferruginoso de Carajás está inserido o Parque Nacional dos Campos Ferruginosos, uma recente unidade de conservação federal de uso integral, que possui um tipo raro de geossistema, associado diretamente aos afloramentos rochosos de hematita, solos rasos concrecionados localizados em platôs sustentados por coberturas lateríticas detríticas que fornecem serviços ecológicos vitais para o ambiente natural da área, além de abrigar comunidades de plantas e invertebrados endêmicos (CARMO e KAMINO, 2015).

Diante da importância econômica e ambiental que os geossistemas ferruginosos apresentam, mas especificamente o do Parque Nacional dos Campos Ferruginosos, que se encontra na principal província mineral do Brasil, numa região marcada por grandes conflitos em razão da rápida transformação, forte pressão antrópica da ocupação humana e a instalação de grandes empreendimentos surgiu alguns questionamentos relevantes sobre a área, quais sejam: Quais os condicionantes geoambientais responsáveis pela a formação dos ambientes ferruginosos do Parque Nacional dos Campos Ferruginosos? e quais as unidades geológicas presentes no Parque Nacional dos Campos Ferruginosos?

Com o intuito de responder tais questionamentos, este trabalho tem como objetivo geral:

- Descrever a síntese da composição das paisagens no Parque Nacional dos Campos Ferruginosos caracterizando e cartografando os processos geológicos.

Os objetivos específicos do trabalho são os seguintes:

- Identificar, caracterizar e mapear os principais condicionantes responsáveis pela a formação da paisagem do Parque Nacional dos Campos Ferruginosos.
- Delimitar as unidades geológicas do Parque Nacional dos Campos Ferruginosos.
- Realizar a síntese funcional da paisagem do Parque Nacional dos Campos Ferruginosos.

Devido a distribuição restrita, e pressão antrópica por abrigarem grandes empreendimentos minerários, os estudos sobre a paisagem dos geossistemas ferruginosos que ocorrem na região de Carajás com alto grau de conservação, são raros, dificultando assim o conhecimento sobre estes e seu processo de gênese. Em função disso, torna-se necessário a geração de dados destes para subsidiar estratégias de conservação e medidas de mitigação, apontando, então, para um grande desafio, sendo este para a gestão destas áreas significativas com alta riqueza de atributos específicos e endêmicos.

Com a tentativa de compreender a complexidade da paisagem da área, e os elementos que compõem o meio natural de forma integrada, o método sistêmico foi o que mais permitiu

estudar a paisagem como um todo, possibilitando também um maior embasamento sobre o tema proposto. Através de estudos integrados, baseados na Geoecologia das Paisagens, pode-se analisar a paisagem da área como um sistema integrado que se relaciona e se intercomunica entre seus elementos e componentes.

Com o intuito de cumprir os objetivos expostos, este trabalho está organizado em três capítulos, estruturados da seguinte forma:

O primeiro capítulo trata das bases teóricas que norteiam todo o trabalho, tendo como base as premissas da Geoecologia das Paisagens que parte de uma visão integrada dos elementos naturais. Este ainda é composto dos procedimentos metodológicos que foram utilizados na pesquisa.

O segundo capítulo diz respeito aos condicionantes geoambientais responsáveis pela formação da paisagem do parque. Será visto como os condicionantes, que incluem desde o clima, relevo, geomorfologia, drenagem, vegetação, e geologia influem nos processos de formação da paisagem da área.

Por fim, no terceiro capítulo é realizado a delimitação e caracterização das unidades geoecológicas da área, discutindo ainda as funções geoecológicas de cada unidade da paisagem com o intuito de compreender as funções realizadas por cada uma delas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO

O uso do método sistêmico nesta pesquisa comporta a base científica da análise geocológica da paisagem, sobretudo, através dos estudos produzidos por Edson Vicente da Silva - professor titular da Universidade Federal do Ceará (Brasil), Maria Rita Vidal – professora titular da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (Brasil) e José Manoel Mateo Rodriguez – ex-professor titular da Universidade La Habana (Cuba). Estes possuem grande experiência nesse campo do conhecimento, produzindo pesquisas científicas nas paisagens litorâneas do Brasil e em Cuba.

Autores como Bertrand (1972), Tricart (1977) e Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2013) desenvolveram estudos integrados da paisagem, partindo dos pressupostos da Teoria Geral dos Sistemas de Bertalanffy como fundamentação teórico-metodológica.

A utilização do estudo integrado da paisagem no Parna dos Campos Ferruginosos se baseou na obra intitulada *Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental*, em sua quarta edição, publicada em 2013, sendo esta a base fundamental do trabalho desenvolvido, haja visto que esta obra possui um conjunto de métodos e procedimentos técnicos que permite conhecer e explicar a estrutura da paisagem por meio de uma visão sistêmica.

Acredita-se que esta pesquisa que se propôs a estudar para além dos componentes físicos-naturais e as unidades de paisagem do Parna possa contribuir para o conhecimento da região de Carajás, bem como também para futuras propostas de manejo da área de estudo.

2.1 Abordagem Sistêmica no Estudo da Paisagem

A visão sistêmica aqui adotada tem sua origem na Teoria Geral dos Sistemas, desenvolvida pelo alemão e biólogo Ludwing Von Bertalanffy na década de 1930, abordando as propriedades, tipos e comportamentos dos sistemas, constituindo a base metodológica do que hoje é conhecido como pensamento sistêmico. Voltada mais para o estudo dos organismos vivos e a análise da transformação, conservação e degradação da energia, “este enfoque em Geografia é limitado devido o enfoque ecológico ser sistêmico-cêntrico e o paisagístico sistêmico-hierárquico, ainda que muitas formulações são adaptáveis na geoecologia das paisagens” (RODRIGUEZ, SILVA E CAVALCANTE, 2013, p.46).

Para Bertalanffy (1975, p.38) “o sistema é um conjunto de elementos em interação, que pode ser entendido pela a sua totalidade”, ou seja, ao invés de se analisar o todo separadamente para apreender as suas particularidades, prioriza-se o entendimento do arranjo como um todo do sistema. Esse pensamento tem uma base conceitual simples que implica em

ver as coisas como um todo, fornecendo conceitos comuns para todas as ciências no sentido de compreender a realidade (RODRIGUES E SILVA, 2018).

Anterior a esta teoria, que começou a se difundir apenas na década de 60, a relação integrada da sociedade e da natureza já era vista por alguns naturalistas como Alexandre Von Humboldt (1769-1859), Karl Ritter (1779-1859) e Vidal de La Blache (1845-1918), que admitiam que o ser humano e a natureza caminhavam juntos e de forma integrada (VIDAL, 2014).

A partir de então, a concepção sistêmica se difundiu, começando a integrar os trabalhos geográficos. Ao definir o que é sistema, Christofolletti (1990, p.22) afirma que “sistema é uma unidade integrada composta por diversos elementos que se expressam na estrutura espacial, que se interagem pelos fluxos de matéria e energia”. O funcionamento e a interação entre tais elementos são resultantes da ação dos processos, que mantêm a dinâmica e as relações entre eles.

Já para Tricart (1977, p. 19), que ao estudar a noção de ecossistema adota o conceito sistêmico, no qual o denomina como “um conjunto de fenômenos que evoluem a partir de fluxos de matéria e energia. Esses fluxos originam relações de dependência mútua entre os fenômenos”. Para este autor, a concepção sistêmica é o melhor instrumento lógico que dispomos para estudar o meio ambiente, pois é dinâmico e permite uma visão a integração dos conhecimentos anteriormente isolados.

Segundo Rodriguez, Silva e Cavalcante (2013), a concepção sistêmica é uma abordagem na qual permite estudar qualquer diversidade da realidade, tais como, objetos, propriedades, fenômenos, relações, problemas e situações. O sistema é considerado, então, como uma unidade regulada em um ou em outro grau que se manifesta mediante categorias sistêmicas, como: estrutura, elemento, meio, relações, intensidade, etc. Os autores definem sistema como o “conjunto de elementos que se encontram em relação entre si, e que formam uma determinada unidade e integridade”, ou como um “todo complexo, único, organizado, formado pelo conjunto ou combinação de objetos ou partes” (RODRIGUES, SILVA E CAVALCANTE, 2013, p.42).

2.2 Teoria dos Geossistemas por Bertrand e Victor Sochava

Entre as diferentes abordagens e concepções sistêmicas sobre o estudo da paisagem, as concepções de Bertrand (1972) e Sochava (1977) foram as mais utilizadas e aplicadas como método no Brasil. Bertrand (1972) em sua obra “Paisagem e Geografia Física Global” afirma inicialmente que estudar a paisagem é antes de tudo uma questão de método, e que a noção de escala é inseparável no estudo da mesma.

A paisagem possui processos e componentes físicos-naturais que estão em intensa inter-relação. Para compreender tais inter-relações é de suma importância entender que os componentes responsáveis pela formação da paisagem não estão dispostos individualmente, mas de forma dinâmica.

Entender a paisagem como um sistema é perceber que a mesma não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução (BERTRAND, 1972, p. 141).

Ao trabalhar a taxionomia das unidades de paisagens homogêneas e hierarquizadas definidas por uma determinada escala, o autor definiu de acordo com os elementos climáticos e estruturais o sistema de classificação das unidades em seis níveis hierárquicos temporais-espaciais, organizado em duas classes: unidades superiores que são as zonas, domínios e região, enquanto que as unidades inferiores abarcam os geossistemas, geofácies e o geótopos.

Estes termos utilizados nas unidades inferiores no nível taxionômico das unidades de paisagens foram construídos em um modelo idêntico de cada um dos traços característicos da unidade correspondente. Na verdade, geo “sistema” acentua o complexo geográfico e a dinâmica de conjunto; geo “fácies” insiste no aspecto fisionômico e geó “topo” situa essa unidade no último nível da escala espacial (BERTRAND, 1972, p.145).

O geossistema por ser a mais importante unidade dessa taxionomia situa-se no quarto nível hierárquico, é neste que acontece as interações dos elementos da paisagem de forma integrada, ou seja, a paisagem é apreendida na sua totalidade. De acordo com o autor o geossistema é definido como:

O resultado da combinação de fatores geomorfológicos (natureza das rochas e dos mantos superficiais, valor do declive, dinâmica das vertentes), climáticos (precipitações, temperatura) e hidrológicos (lençóis freáticos epidérmicos e nascentes, pH das águas, tempos de ressecamento do solo) (BERTRAND, 1972, p.146).

A Teoria Geral dos Geossistemas foi proposta por Victor Sochava em 1961, mas a obra foi publicada apenas em 1979 com o título “Introdução à Teoria dos Geossistemas. O elemento primordial desta teoria é considerar os espaços ou paisagens naturais como geossistemas, incorporando de forma integrada a abordagem sistêmica.

De acordo com Rodrigues e Silva (2019), o foco central da Teoria dos Geossistemas de Sochava é:

O estudo da dinâmica do meio natural, que abre caminhos diretos para a compreensão científica da influência do ser humano sobre estrutura e funcionamento dos geossistemas, ajudando a descobrir o mecanismo dos impactos antropológicos sobre a natureza (RODRIGUEZ E SILVA, 2019, p. 33).

No geossistema todos os componentes individuais da natureza estão em uma relação sistêmica entre si e com as esferas cósmicas e a sociedade humana, na qual é diferenciado de acordo com a sua dimensão, peculiaridades e circulação de substâncias podendo ser dividido em três níveis: planetário, regional e topológico. Para cada nível apresenta-se uma escala e uma dinâmica particular de análise.

Os geossistemas também são sistematizados em duas categorias distintas segundo Sochava, que correspondem com os princípios da tipologia e da individualização, sendo eles: os geomêros classificados como áreas homogêneas e os geócoros como áreas diferenciadas, havendo interação entre ambos pode levar a classificação de paisagem, pois leva-se em conta a transformação que ocorre dos objetos geográficos.

2.3 Princípios da Geocologia das Paisagens sob Rodriguez, Silva e Cavalcante

Mateo Rodriguez juntamente com outros pesquisadores se apoiando na visão sistêmica desenvolveram durante os últimos anos trabalhos no ramo da geocologia das paisagens, voltados para a análise da paisagem mediante uma posição sistêmica concebendo-a como um sistema integrado e como uma categoria particular de geossistema, compondo assim um corpo teórico e metodológico de planejamento e gestão ambiental para o conhecimento do meio natural.

Baseado na noção de paisagem natural como conceito básico, Rodriguez, Silva e Cavalcante concebe a paisagem como uma realidade, cujos elementos estão dispostos de maneira tal que subsistem o todo, não como se estivessem mesclados, mas como uma conexão harmônica de estrutura e função. Para além desta, os autores concebem a paisagem como um sistema de conceitos formado por uma tríade: paisagem natural, paisagem social e paisagem cultural.

Rodriguez, Silva e Cavalcante (2013, p.18) definem paisagem como um “conjunto inter-relacionado de formações naturais e antroponaturais, considerando-a como um sistema que contém e reproduz recursos, como um meio de vida e de atividade humana, e como um laboratório natural de fontes de percepções estéticas”. Esta por sua vez, possui propriedades que determinam formações complexas que são caracterizadas por sua estrutura e heterogeneidade na composição dos elementos que o integram.

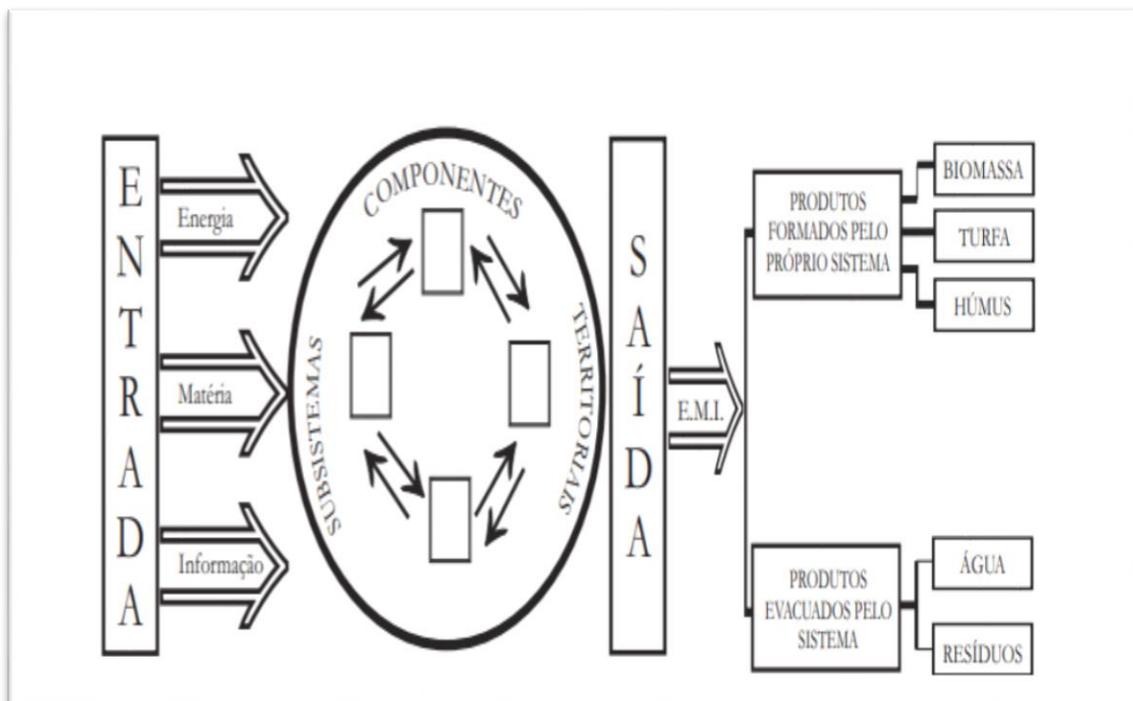
Dessa forma, a base metodológica utilizada nesta abordagem para conhecer a gênese, desenvolvimento e diferenciação da paisagem é a análise histórico-natural. A partir desta análise é possível explicar a estrutura da paisagem, suas propriedades, dinâmica, processos de formação e estado geocológico.

Para tanto, Rodriguez, Silva e Cavalcante propõem que a análise geocológica da paisagem seja realizada a partir do esquema metodológico que inclui desde o estudo da organização paisagística que constitui em classificar as estruturas paisagísticas e conhecer os fatores de formação da mesma através do enfoque estrutural e funcional, a avaliação do potencial das paisagens que inclui a tecnologia de utilização das paisagens e a análise de alternativas, e por último a organização estrutural-funcional que direciona a otimização das paisagens e a perícia e monitoramento geossistêmico regional.

Utilizando o enfoque sistêmico como base para a análise geocológica das paisagens, Rodriguez, Silva e Cavalcante (2013) afirmam que o pesquisador deve-se ater ao estudar a paisagem aos princípios dos enfoques funcional, estrutural, dinâmico-evolutivo e histórico-antropogênico. Funcional porque esclarece como ela está estruturada, ou seja, quais as relações funcionais entre seus elementos e componentes. Estrutural porque consiste em explicar como se combinam os componentes para dar lugar as formações integrais e dinâmico-evolutivo que permite esclarecer as leis e regularidades do território.

A esse respeito, o funcionamento da paisagem se configura como um processo de intercâmbio de substâncias e energia ocorrendo na interação dos componentes na própria paisagem com o exterior podendo ser observado na figura 1 o modelo realizado pelos autores na qual demonstra o estado da paisagem e seus aspectos funcionais.

Figura 1: Modelo Sistêmico de Funcionamento da Paisagem.



Fonte: Rodriguez, Silva e Cavalcanti, 2013.

Considerando a regionalização e a tipologia como fundamentais para a análise paisagística, os estudos das unidades locais passam a ser imprescindíveis porque abordam as propriedades de diferenciação e o sistema taxionômico, pois permitem a diferenciação topológica e morfológica da paisagem, se distinguindo de acordo com os níveis de escala. Os autores, por sua vez, consideram as paisagens em três grandes categorias que vai desde o nível planetário, regional e o local.

2.4. CONTEXTO REGIONAL DE CARAJÁS

A região de Carajás, situada no Sudeste do Pará, até a década de 1960 estava inserida num cenário desconhecido do território brasileiro, isso por conta do difícil acesso e pela pouca quantidade de habitantes que existia na área. A mesma era habitada apenas ocasionalmente por índios Kayapós e atravessada, esporadicamente pelas expedições de coletores de castanha-do-Pará que vinham do Rio Itacaiúnas (BUNKER, 2003).

Dentro desse contexto, “Carajás não surgiu por acaso, mas sim como consequência da região amazônica ser parte de um país periférico da economia mundial e, constituir-se, até a década de 60, em uma das últimas fronteiras para o desenvolvimento da exploração mineral” (SANTOS, 1986, p.294). Sendo assim, os fatores, geoquímica de solos e reconhecimento geológico foram cruciais para a descoberta desta vasta área em questão.

Alvo de programas de prospecção geológica, desde 1966 a partir de levantamentos físicos patrocinados pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) a região de Carajás passou a ser estudada detalhadamente pelo grupo CVRD e United States Steel (FREITAS, 1986, p.22). No mesmo ano, geólogos da United States Steel –USS iniciaram o programa de prospecção mineral para o Brasil em busca de Manganês. Com a ajuda de fotografias aéreas liberadas pelo o projeto Araguaia, foi despertada a curiosidade pela a existência de extensas clareiras, que destacavam-se em meio a exuberante vegetação tropical, no topo de algumas serras e platôs.

Após o reconhecimento das grandes clareiras que se destacavam em meio a densa floresta tropical, descobriram a presença de canga hematítica, indicando que ali havia grandes depósitos de minério de ferro. Sendo a *Canga Hematítica* corpos lateríticos considerados como nódulos, concreções, blocos gigantescos, carapaças e couraças resultantes da atuação intensa do intemperismo sobre o substrato rochoso ao longo de milhões de anos (Espindola, 2008). Essas couraças de ferro encontram-se nas porções mais altas do relevo, constituindo platôs interconectados por vales e escarpas, e uma paisagem específica da região.

Por conta do vasto potencial mineral descoberto, Carajás passou a ser a maior província mineral do mundo, constituída para além do ferro, de outros minerais, tais como, manganês,

alumínio, ouro, chumbo, zinco etc. “As jazidas de Carajás da ordem de mais de 18 bilhões de toneladas correspondem à maior concentração de minério de ferro de alto teor (66%) existente na terra” (SANTOS,1986, p.311). Este verdadeiro ‘baú de pirata’ despertou muitos interesses e perspectivas de desenvolvimento para a região (FREITAS, 1986).

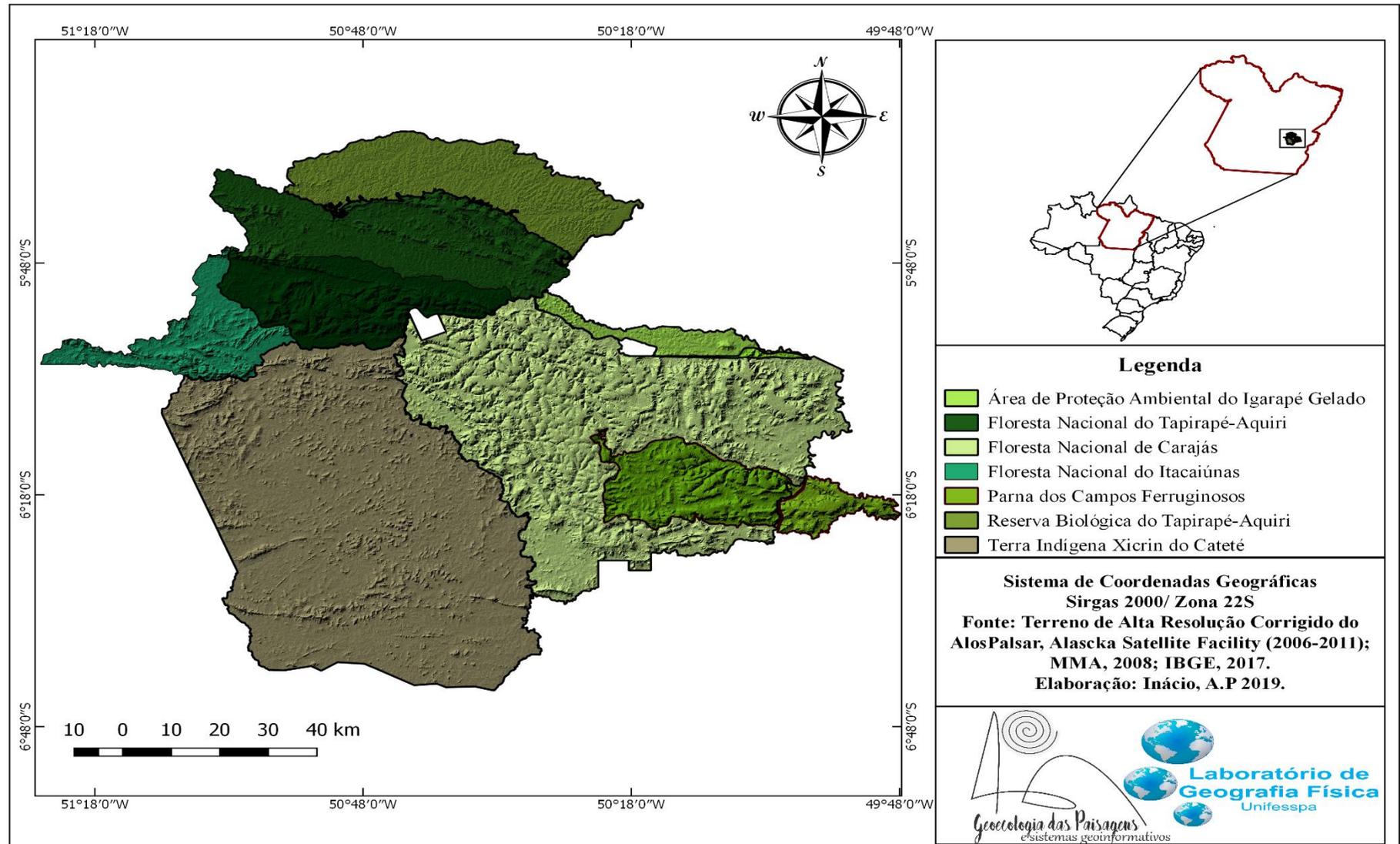
Em função da maior reserva, e da maior concentração de minério de boa qualidade, no final dos anos 1970 inicia-se a implementação das instalações do sistema de beneficiamento e transporte das jazidas de ferro (Projeto Ferro Carajás) controlado mais tarde pela a Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) que assume o empreendimento na região de Carajás com capital exclusivamente nacional e com o apoio de incentivos fiscais, financeiros e ações estruturantes realizadas pelo governo brasileiro sob o Programa Grande Carajás (PGC).

Em virtude do controle do empreendimento instalado na região, a empresa Vale do Rio Doce, em 1987, ganha o direito real de uso intransferível de mais de 411.948,87 hectares de terras no município de Parauapebas para o aproveitamento das jazidas minerais, bem como também a responsabilidade sob o geossistema ferruginoso raro presente na área de exploração (ICMbio, 2017). Visto que a região de Carajás apresenta um potencial considerável em seus ambientes geológicos, os programas de exploração mineral resultam em danos irreversíveis aos solos, a fauna e a flora da região.

Tendo ciência disto, o Programa Grande Carajás criou a partir do Passivo Ambiental, ações que visam reparar os danos ao meio ambiente causados por empreendimentos minerários. Isso tem levado entres outras ações a criação de Áreas Protegidas por lei, entre Unidades de Conservação e Terras Indígenas nas áreas de atividade e de influência dos projetos de mineração na região. Culminando no que tem-se hoje convencionado a chamar de Mosaico Carajás que é composto pela Floresta Nacional de Carajás, Área de Proteção Ambiental do Igarapé Gelado, Reserva Biológica do Tapirapé, Florestas Nacionais do Itacaiúnas, do Tapirapé-Aquiri e a Terra Indígena Xikrin do Cateté.

O mosaico de Carajás (Figura 2) constitui um grande contínuo florestal de cerca de 12.000 km² (ICMbio, 2017). O mosaico é de grande importância para a conservação da biodiversidade, de processos ecológicos e de serviços ecossistêmicos, haja vista a intensa degradação ambiental da região em que se insere e a elevada pressão antrópica, principalmente pela expansão da fronteira agropecuária no entorno (MOTA et al, 2015). Esse arranjo de áreas protegidas tem garantido não apenas a proteção das jazidas, como propiciado a implementação das unidades de conservação com recursos da mineração e viabilizado ações de conservação no seu interior.

Figura 2: Áreas protegidas do Mosaico de Carajás.



Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

No entanto, essas áreas consideradas como protegidas são passíveis de serem exploradas em anos vindouros por causa da intensa extração de minério de ferro. Essa atividade que é classificada como de alto impacto ambiental provoca o desaparecimento de diversas espécies, daí a importância de estudos como este que demonstra a importância da conservação destes geossistemas.

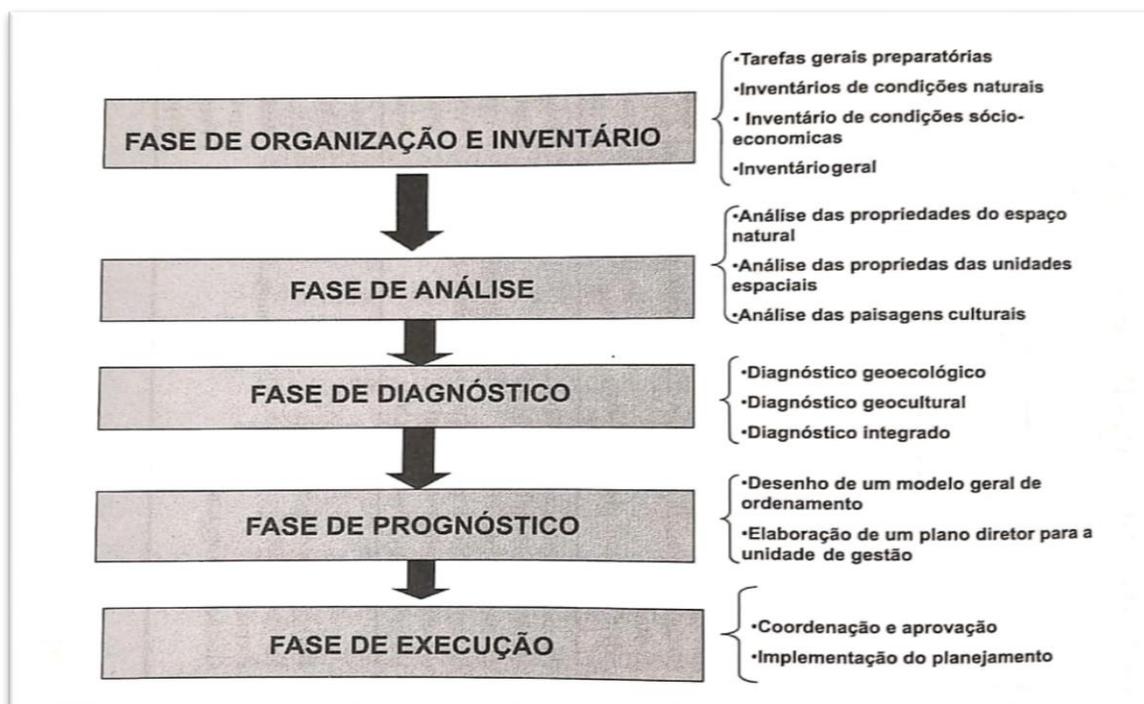
2.5. METODOLOGIA DA PESQUISA

A compreensão dos elementos constituintes da paisagem do Parna dos Campos Ferruginosos foi realizada a partir dos fundamentos teóricos e metodológicos da Geocologia das Paisagens, tendo em vista que estes fundamentos são essenciais para a análise, compreensão, diagnóstico, planejamento e gestão do espaço geográfico.

Por este fim, foi utilizado como base as fases do planejamento ambiental proposta por Rodriguez e Silva (2018) com as seguintes fases de investigação: organização e inventário, análises, diagnóstico e prognóstico.

A fase de organização e inventário consiste na preparação e organização do trabalho, bem como na delimitação da área de estudo e na definição dos objetivos da pesquisa. As fases de análises, diagnóstico, prognóstico e execução são voltadas para entender as propriedades da paisagem, realizar diagnóstico geocológico, previsão e perspectivas em diferentes cenários e implementação de programas de gestão. Todas essas fases podem ser visualizadas na figura 3.

Figura 3: Fases de Planejamento e Gestão Ambiental



Fonte: Mateo, 1998.

Apropriando-se da análise integrada dos componentes da paisagem e de bases cartográficas foi possível fazer toda a caracterização geoecológica e a classificação tipológica da paisagem da área espacializados através de mapas e figuras.

2.5.1. Organização e Inventário

A etapa de organização é a primeira etapa da pesquisa, na qual se delimita a área de estudo, delinea-se os objetivos e justificativas e determina-se a escala a ser utilizada para confeccionar os mapas dos principais condicionantes da paisagem.

Na área de estudo, há uma intensa imbricação dos componentes naturais da paisagem, e consequentemente um ambiente edáfico com intensa circulação de matéria e energia, que sustenta importantes espécies da fauna e flora. Ambientes que incluem desde formações florestais abertas que se adaptam a condições especialíssimas de grande concentração de ferro presentes no solo a formações mais fechadas. Nesse sentido, para compreender de forma precisa os principais fatores de formação dessa paisagem foi adotada nesta pesquisa a escala de 1:250:000, no nível regional possibilitando estudar os aspectos físicos que dinamizam as relações locais. Por se tratar de uma unidade de conservação de proteção integral, não foi dado ênfase sobre os aspectos socioeconômicos e culturais da região.

Foi realizado na fase de inventário o levantamento de todas as informações das bases naturais com a finalidade de conhecer a realidade físico-natural, como geologia, geomorfologia, hipsometria, declividade, clima, drenagem, solos e vegetação para produzir as bases cartográficas. A partir da interpretação de imagens de satélites e de *Shapefiles*, traçaram-se as linhas iniciais para a delimitação dos mapas temáticos de todos os condicionantes acima citados. O resultado principal dessa fase foi a confecção do mapa de unidades de paisagem, documento base que permite a confecção de outros mapas temáticos para complementação do planejamento ambiental.

Com o auxílio do sensoriamento remoto através das imagens de satélites adquiridas no site da Alasca Satellite Facility, com resolução de 12,5 metros, foi possível compor o MDE (Modelo Digital de Elevação) que foi sobreposto em todos os mapas temáticos com o intuito de mostrar o relevo acentuado em todos os condicionantes, uma forma de dar ênfase aos processos de emissão, transmissão e acumulação. Todos os mapas bases produzidos seguem a escala definida no início da pesquisa com validação na área através do trabalho de campo realizado.

Após a revisão bibliográfica referente à temática abordada e os enfoques da Geoecologia das Paisagens, realizou-se o trabalho de campo em 2018 para o reconhecimento inicial, observação da paisagem, registros fotográficos, retirada de pontos de coordenadas,

diferenciação dos tipos de solos e das fitofisionomias, e para validar os mapas temáticos produzidos. Todo o material cartográfico confeccionado serviu de base para a produção do mapa de unidades geoecológicas, sendo este a síntese principal da análise, pois é por meio dele que será elaborado o mapa de funções da paisagem.

Para a confecção do mapa de unidades geoecológicas na escala de 1:250.000, utilizou-se o enfoque tipológico e a diferenciação da vegetação. As unidades foram classificadas, mapeadas e georreferenciadas no parque a partir de análise de imagens de satélite de alta resolução. A partir do mapa de paisagem pronto foram delimitadas as funções geoecológicas para cada unidade de paisagem. Os dados cartográficos vetoriais da área foram obtidos em instituições de pesquisa oficiais como: IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), MMA (Ministério do Meio Ambiente), EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária) e ANA (Agência Nacional de Água), todos sistematizados e trabalhados no software livre Qgis 2.18 versão *La Palmas*.

2.5.2 Análises e Diagnóstico

Apoiada na fase anterior, a fase de análise se constitui a partir da interpretação dos dados referentes a interação dos componentes naturais, realizando a análise das unidades naturais, estrutura, funcionamento e dinâmica. Para além dos componentes naturais, foi analisado de antemão o decreto de criação do Parna dos Campos Ferruginosos com a finalidade de entender o porquê de sua criação, objetivos, peculiaridades e as principais restrições impostas para os usos e a ocupação.

Com a finalidade de esclarecer a organização da paisagem (geossistema), as análises foram feitas a partir do mapa de unidades geoecológicas, onde pode-se delimitar e caracterizar o funcionamento da paisagem por meio do enfoque funcional feito por Rodriguez; Silva; Cavalcanti (2013) na qual estrutura a paisagem em três tipos: estrutura vertical, horizontal e funcional.

Para a caracterização funcional da paisagem, foi elaborado o mapa de funções geoecológicas, na qual determina a estrutura funcional. O mesmo foi feito a partir das unidades geoecológicas, empregando a metodologia de Rodrigues et al. (1995) que considera que cada unidade possui uma função determinada, classificando-as por critérios morfodinâmicos em três classes de unidades funcionais para o geossistema estudado: Acumulação, Emissão e Transmissão, estando representadas no mapa de estrutura funcional, estabelecendo assim por meio da interpretação da análise das unidades o modelo de funcionamento das paisagens.

3. CARACTERIZAÇÃO GEOECOLÓGICA DO PARQUE NACIONAL DOS CAMPOS FERRUGINOSOS

3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

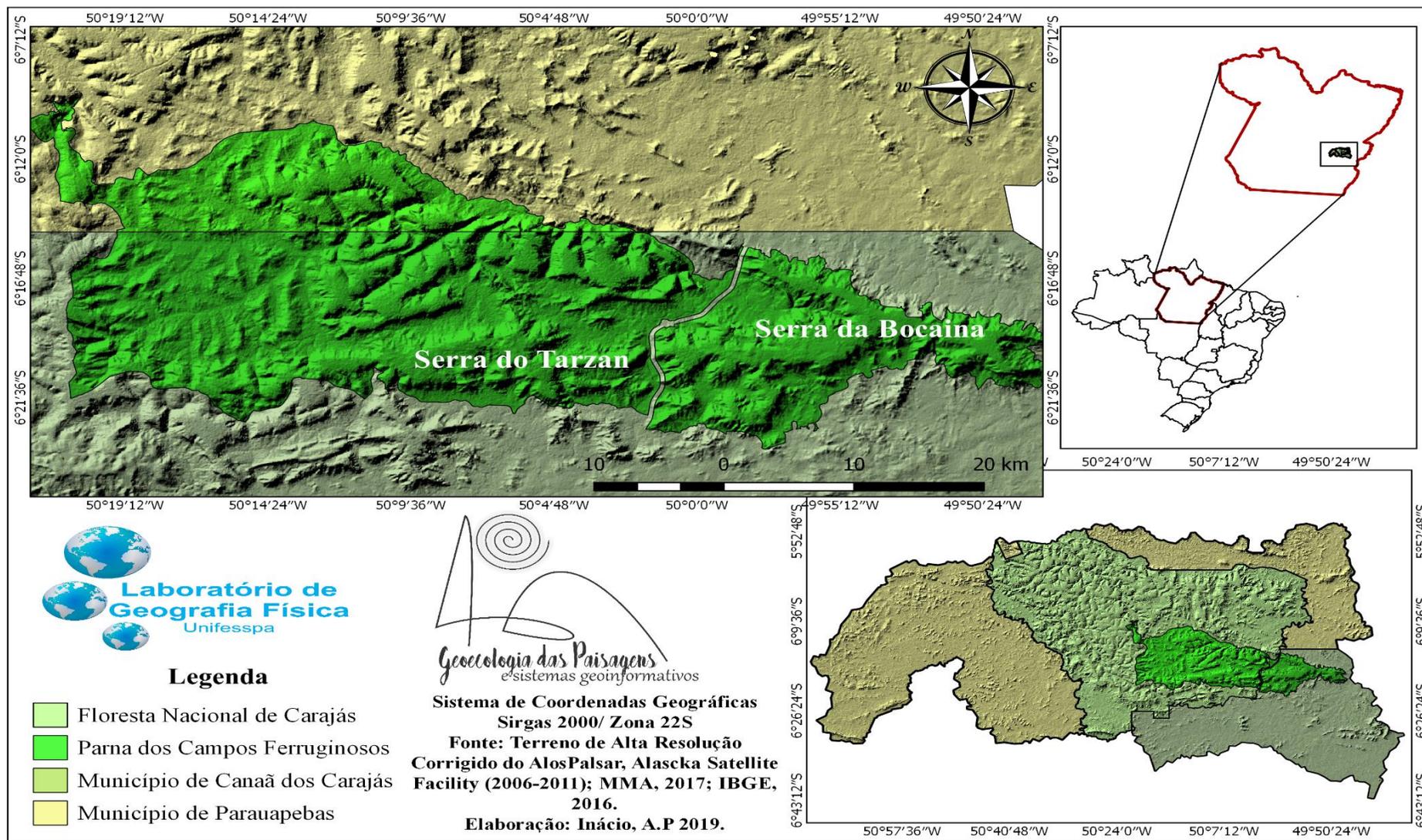
O Parque Nacional dos Campos Ferruginosos (PARNA) é uma unidade de conservação integral que está localizada no Sudeste Paraense, entre os municípios de Parauapebas e Canãa dos Carajás com área total de 79.029 hectares, estando ao lado da Floresta Nacional de Carajás (Flona), conforme a figura 4. Por ser uma área de proteção integral, o principal objetivo desta, de acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação, é preservar a natureza, e mantê-la livre de interferências humanas admitindo apenas o uso indireto dos seus recursos naturais (SNUC, 2011).

O Parque foi criado por meio de Decreto Federal em 5 de junho de 2017, “sua criação atende ao cumprimento de condicionante determinada pelo IBAMA à mineradora Vale/SA como compensação ambiental pela instalação do projeto de mineração Ferro Carajás S11D.” (ICMBIO, 2016, p.06). Esta instalação incluiu a extração de minério de ferro, usina de beneficiamento, acessos, pilhas de estéril, diques e demais estruturas auxiliares no Corpo D da Serra Sul, na Floresta Nacional de Carajás.

De acordo com o Decreto - s/n - 05/06/2017 Art. 1º, os objetivos de criação do Parque foram: proteger a diversidade biológica das Serras da Bocaina e do Tarzan; ambas localizadas no município de Canãa dos Carajás; garantir a perenidade dos serviços ecossistêmicos, garantir a proteção do patrimônio espeleológico de formação ferrífera e da vegetação de campos rupestres ferruginosos e proporcionar o desenvolvimento de atividades de recreação em contato com a natureza. A área é administrada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMbio), que tem adotado as medidas necessárias ao seu controle, à sua proteção e à sua implementação.

O mesmo ainda é formado por dois grandes platôs de canga ferruginosa, o primeiro denominado de Serra da Bocaina, localizado entre a PA 160 e o Rio Parauapebas e o segundo platô conhecido como Serra do Tarzan, próximo ao projeto Sossego. Destacam-se nestes platôs uma complexa paisagem formada por formações ferruginosas advindas de processos intempéricos ao longo de milhões de anos. “Estes ainda se sobressaem na paisagem da região pelas elevações que variam de 500 a 700 metros de altitude com topos ligeiramente aplainados, ocorrendo também morros colinosos e serras com cristas aguçadas” (VIANA, 2016, p.111).

Figura 4: Mapa de Localização do Parna dos Campos Ferruginosos, Carajás – PA.



Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

O parque possui uma vegetação com elevado índice de endemismo “savana metalófila” ou vegetação de canga, um tipo raro de geossistema associados aos afloramentos rochosos rico em ferro, com ocorrência de espécies da fauna e flora endêmicas e ameaçadas de extinção, além de ambientes aquáticos e cavernas (ICMbio, 2017). Por estar em uma região de tensões sociais e ambientais por conta da extração de minério de ferro, a criação deste foi de fundamental importância para a preservação de um patrimônio espeleológico de grande valor para a região de Carajás.

3.2.CONDICIONANTES GEOAMBIENTAIS

O Parque possui uma paisagem extremamente complexa, por ocupar uma zona de transição entre a floresta amazônica e o cerrado, constituindo um vasto ecotóno, o que acabou por conferir a área um geossistema único resultante de fatores geopedogenéticos, climáticos e biológicos que atuaram conjuntamente por um longo período de tempo. Em vista disso, o estudo da análise integrada da paisagem possibilita uma compreensão do todo. A forma ou o modo de aparecimento da paisagem é condicionado por um determinado tipo de processo e de fatores” (RODRIGUEZ, SILVA; CAVALCANTI, 2013, p.124), estes que serão discutidos a seguir.

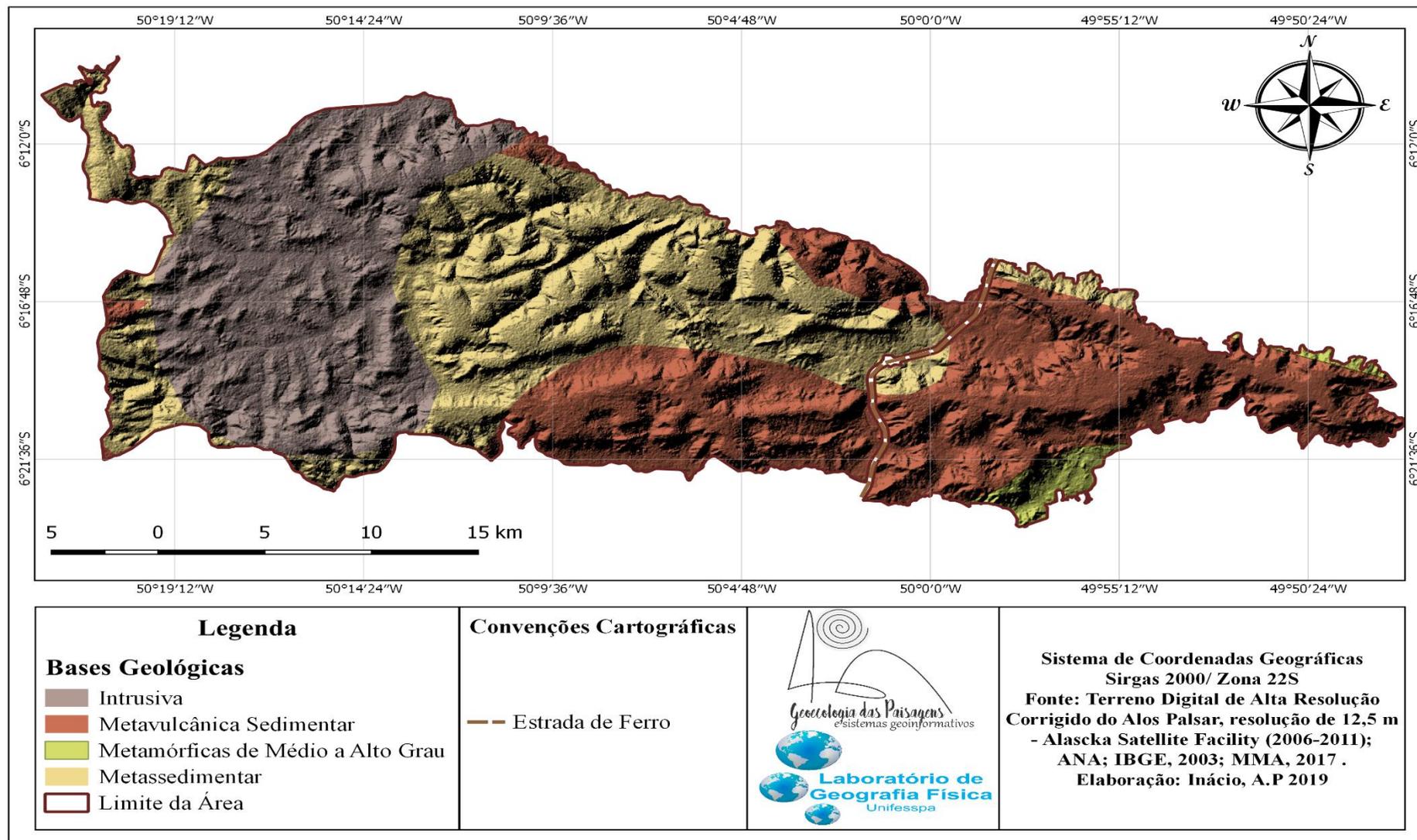
3.2.1.GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

A região de Carajás faz parte da estrutura geológica denominada de Cráton Amazonas, esta estrutura representa uma grande placa continental que abarca várias províncias crustais de idade arqueana e mesoproterozóica estabilizada tectonicamente a 1.0 Ga (BRITO NEVES e CORDANI, 1991).

Dentro das várias províncias que fazem parte do Cráton Amazônico, a área de estudo, ou seja, o geossistema ferruginoso do Parna dos Campos Ferruginosos está inserido dentro da Província Carajás (3000-2500 Ma) que é a porção mais antiga e mais bem preservada desta estrutura, com rochas antigas constituídas principalmente do período Pré-Cambriano de origens variadas e com distintos graus de metamorfismo, com evolução histórica marcada por séries de eventos que vai desde o vulcanismo ácido ultrabásico, no Arqueano, ao vulcanismo ácido a básico, no Proterozóico, acompanhados pelo plutonismo correspondentes (SANTOS, 1986).

Esta província é dividida em dois domínios tectônicos distintos denominados de Rio Maria, ao sul, e o Domínio Carajás ao norte. O domínio de Rio Maria, é marcado por uma crosta juvenil mesoarqueana do tipo *greenstone belt*, complexos máfico-ultramáficos, granitóides e ortognaisses tipo TTG e granitos de alto K, que evoluíram em um intervalo de cerca de 230 Ma.

Figura 5: Mapa Geológico do Parna dos Campos Ferruginosos, Carajás – PA.



Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Já o Domínio Carajás, essencialmente neoarqueano, é caracterizado principalmente por sequências metavulcanossedimentares e granitoides de alto-K (JOÃO, 2013).

A atuação do intemperismo juntamente com as condições físico-químicas favoráveis da região, permitiu a existência de formações expostas com couraças ferruginosas, sobretudo nas áreas mais elevadas do relevo, sendo estes, extensos platôs e escarpas. Toda essa estrutura geológica está associada ao grupo Grão-Pará, reunido no Supergrupo Itacaíunas. O Grupo Grão-Pará é composto pelas rochas metavulcânicas da Formação Parauapebas, na base, sucedidas pelas formações ferríferas bandadas da Formação Carajás, e metassedimentares da Formação Águas Claras (NASCIMENTO E OLIVEIRA, 2015).

As rochas da Formação Carajás são advindas do jaspilito que é constituído por bandas alternadas de jaspe e de hematita, martita e magnetita, podendo apresentar espessura de até 5,0 mm que se distribuem em quatro conjuntos principais de Carajás, a Serra Norte, Serra Sul e a Serra Leste (LINDENMAYER, 2001). Sendo assim, a maior parte do Parque é formado por rochas Intrusivas, Meta Vulcano-Sedimentar, Metamórficas de Médio a Alto Grau e Metasedimentar (Figura 5).

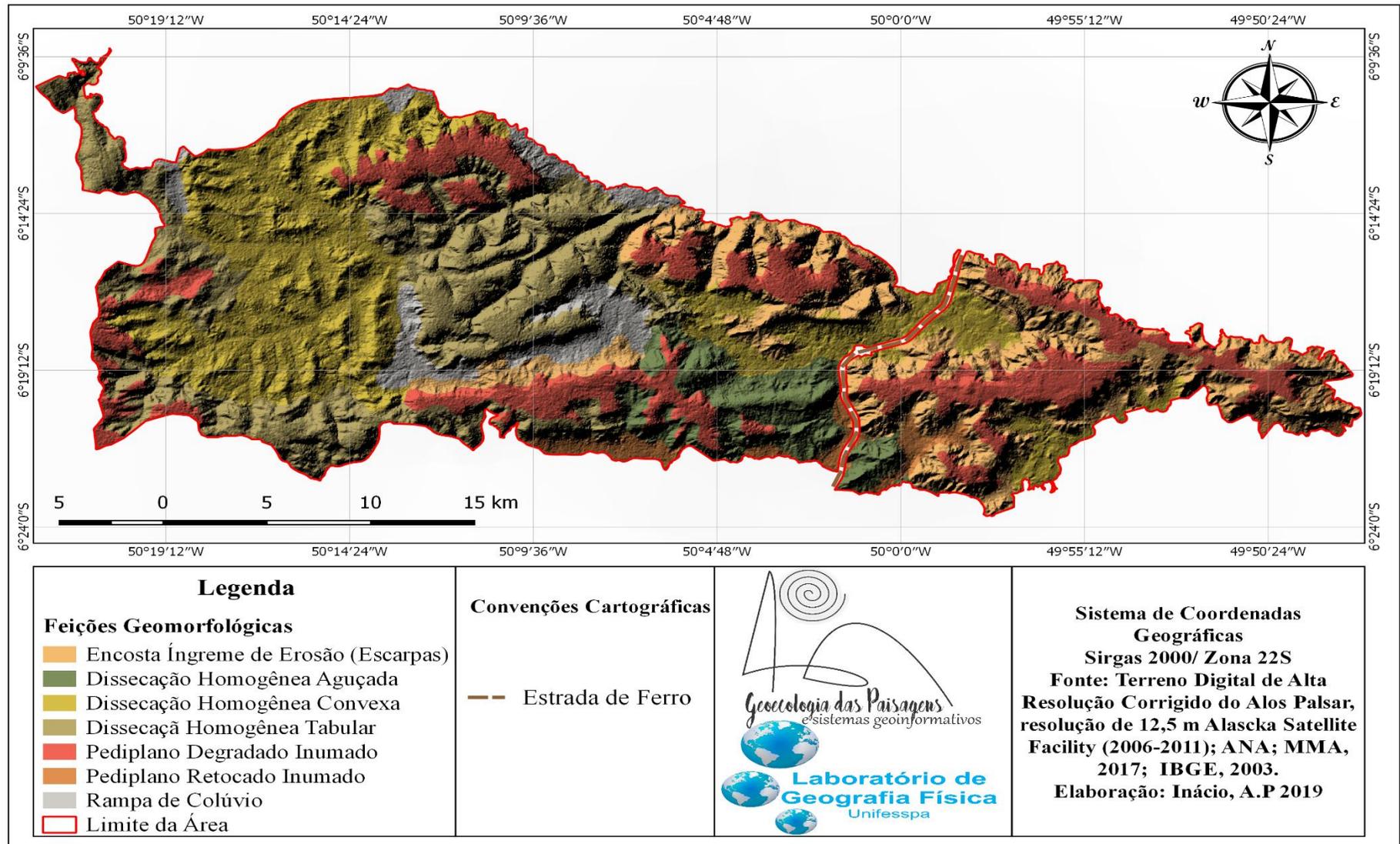
De acordo com Vidal (2014), o relevo é a base da estrutura das paisagens, pois constituem-se como um importante regulador dos processos de formação das paisagens. Quanto a geomorfologia do maciço de Carajás Ab'Sáber aponta que:

Carajás é resultado de restos de uma páleo-cordilheira constituída por rochas muito antigas que foi arrasada e aplainada entre o fim do Mesozóico e a primeira parte do Terciário. No ponto mais alto da serra existem remanescentes de um verdadeiro tipo de planície de erosão antiga que, atualmente soerguida a centenas de metros de altitudes é sujeita a fases de redissecação do relevo (AB'SÁBER, 1986, p. 110).

A unidade morfoestrutural na qual a região, bem como a referida área de estudo fazem parte é o Planalto Dissecado do Sul do Pará. De acordo com BOAVENTURA (1974), o Planalto Dissecado é constituído por maciços residuais de topo aplainado e conjunto de cristas e picos interpenetrados por faixas de terrenos rebaixados com altitudes que variam desde 500 a 700 metros. Esses relevos residuais são mantidos por cangas, que é a marca dominante dos altos das serras de Carajás.

A dimensão do Parque está coberta por sete formas de relevos distintos que são classificadas a partir das feições de topo do relevo, classificadas a partir do Manual Técnico de Geomorfologia (2009), (Figura 6). O primeiro modelado denominado de Encosta Íngreme de Erosão (Escarpas) possui formas com alta declividade que favorece a perda de materiais que acabam sendo carregados para as áreas mais baixa da área em questão.

Figura 6: Mapa Geomorfológico do Parna dos Campos Ferruginosos, Carajás – PA.



Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Os modelados de dissecação, segundo o IBGE (2009) são definidos pela combinação das variáveis densidade e aprofundamento da drenagem. Os tipos de dissecação presente no parque são: topos aguçados, convexos e tabulares. A Dissecação Homogênea Aguçada possui formas de relevo de topos estreitos e alongados, esculpidas em rochas metavulcânicas sedimentares, definidas por vales encaixados. Os topos de aparência aguçada são resultantes da interceptação de vertentes de declividade acentuada. A Dissecação Homogênea Convexa é caracterizada por vales bem definidos e vertentes de declividades variadas. São geralmente esculpidas em rochas ígneas e metamórficas e eventualmente em rochas sedimentares.

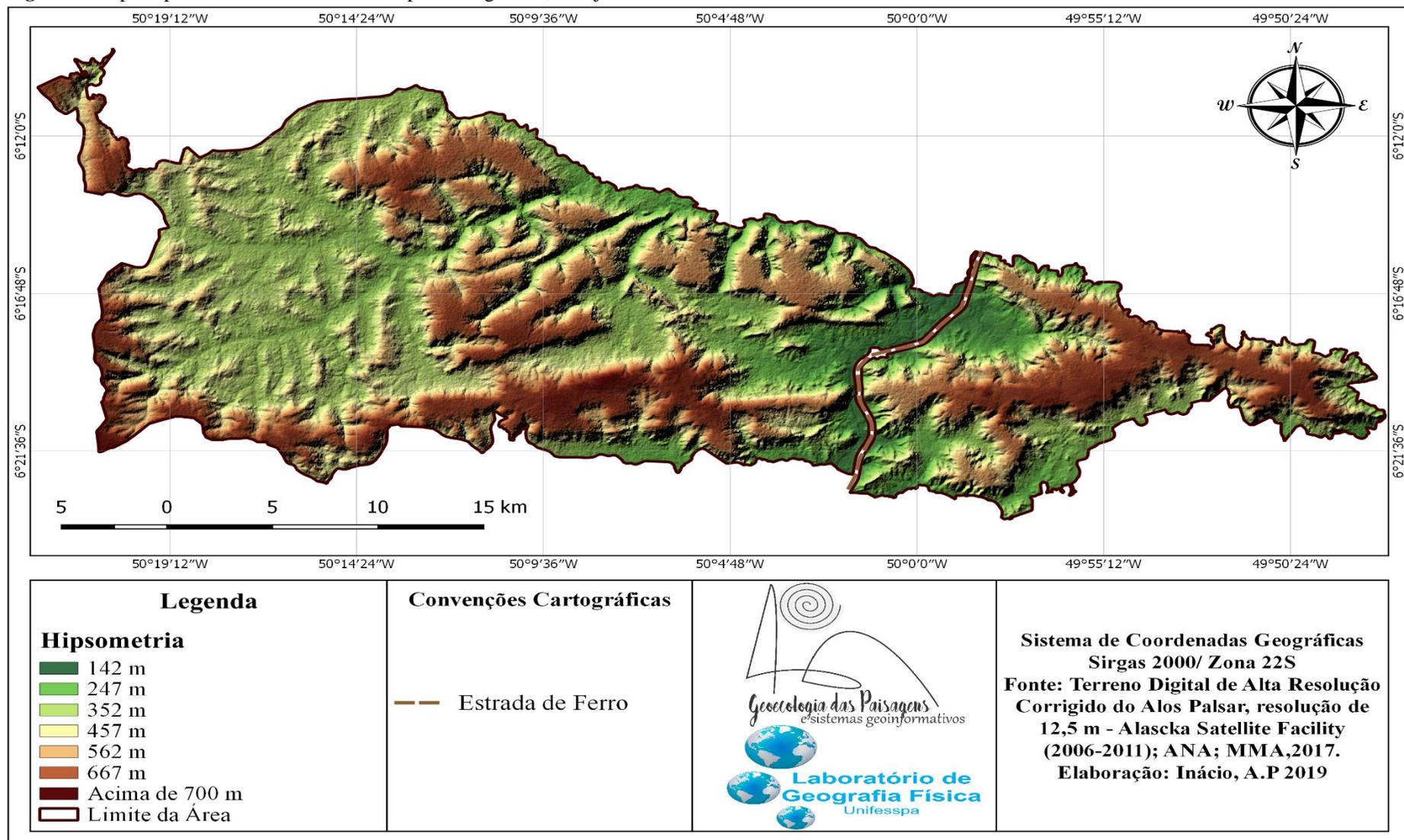
O último modelado de dissecação é denominado de Dissecação Homogênea Tabular que é advinda de coberturas sedimentares inconsolidadas e rochas metamórficas, com vales rasos, apresentando vertentes de pequena declividade. Resultam da instauração de processos de dissecação, atuando sobre uma superfície aplanada. O Pediplano Degradado Inumado é uma superfície de aplanamento parcialmente conservada e possui topos aplainados que são testemunhas de um Pediplano Pré-Cretáceo retrabalhado por um longo período de tempo e capeado por uma carapaça ferruginosa. Em geral, o mesmo se apresenta conservado ou pouco dissecado e separado por escarpas ou ressaltos de outros modelados de aplanamento.

Enquanto que o Pediplano Degradado Retocado Inumado é uma superfície de aplanamento elaborada durante fases sucessivas de retomada de erosão, cujos processos geram sistemas de planos inclinados, às vezes levemente côncavos ou rochas pouco alteradas truncadas pelos processos de aplanamento que desnudaram o relevo formando longas rampas de colúvio (IBGE, 2009). As Rampas de Colúvio são formas em fundo de vale suavemente inclinadas, que recebem sedimentos provenientes das vertentes que recobrem os depósitos aluvionares. Ocorre em setores de baixa encosta, em segmentos côncavos que caracterizam as reentrâncias ou depressões do relevo (IBGE, 2009).

3.2.2. HIPSOMETRIA E DECLIVIDADE

As serras de Carajás atingem altitudes superiores a 600 metros, entretanto, suas cumiadas estão de 400 a 500 metros acima das colinas e patamares baixos florestados, existentes na base de suas vertentes. Esses fatos são responsáveis, então, por conferir a encosta da serra de Carajás uma amplitude topográfica equivalente à metade da serra do Mar em São Paulo. Nas áreas de platôs ocorrem amplitudes entre 650-670 m, e nos relevos residuais, entre 700 e 750 metros (AB'SÁBER, 1986).

Figura 7: Mapa Hipsométrico do Parna dos Campos Ferruginosos, Carajás – PA.



Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

No que diz respeito a hipsometria, o parque possui sete classes de altimetria que varia desde as menores cotas com 142 a 247 metros, sendo áreas rebaixadas que tendem a inundar no período chuvoso por estarem próximas a bacia do rio Parauapebas, e as maiores cotas altimétricas variam de 600 a mais de 700 metros com áreas escarpadas que promovem maior escoamento superficial e processos erosivos (Figura 7).

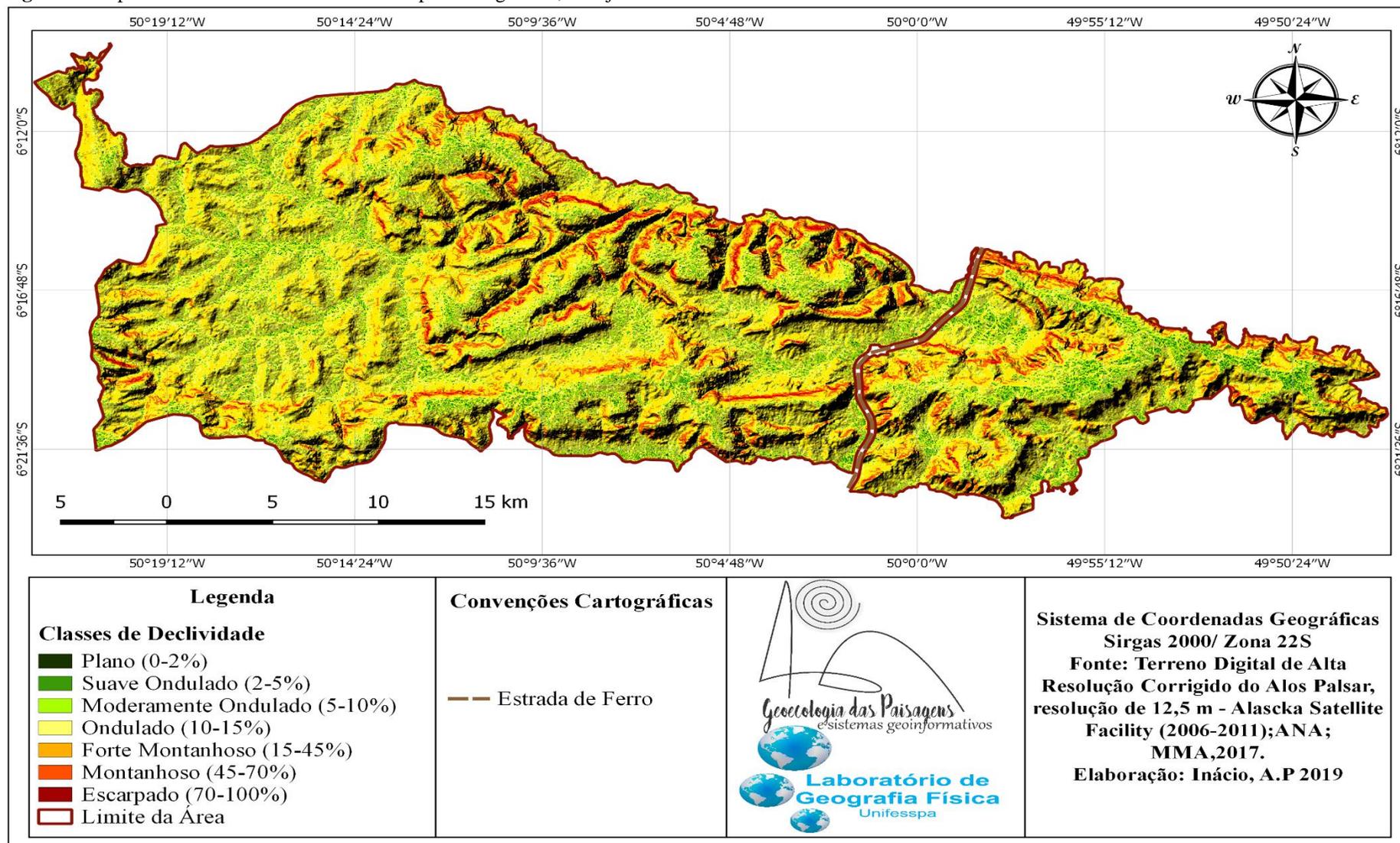
Levando em consideração a declividade, há sete classes expressas numa escala de 1:250.000 que se distribuem na área de estudo expressas na figura 8. A primeira classe refere-se a relevos planos cuja inclinação varia de 0-2%, com formações superficiais espessas onde os efeitos do escoamento superficial não são visíveis, mas considera-se que há perda de materiais em solução pela ação da infiltração das águas e do escoamento subsuperficial.

A segunda e a terceira classe é marcada por relevos suaves ondulados e moderadamente ondulados com declividades de 2-10%, caracterizados por uma densidade de drenagem grosseira na qual provoca perdas de materiais finos da superfície ocasionando o empobrecimento dos solos e processos erosivos, sendo que a terceira classe abrange a segunda maior área do parque.

A quarta classe possui relevos ondulados com declividades que variam de 10-15% e está relacionada com aprofundamento médio de drenagem e formações superficiais pouco espessas. A quinta classe abarca a maior área do Parque com relevo considerado forte montanhoso cuja declividade é de 15-45%, sendo evidenciado por uma densidade de drenagem fina com aprofundamento da drenagem médio ou forte, possuindo ainda formações superficiais pouco espessas ou rasas, de textura média e/ou arenosa.

As últimas classes consideradas como relevos montanhosos e escarpados possuem declividades superiores a 45% onde as formações superficiais são pouco espessas ou inexistentes, podendo apresentar pedregosidade e afloramentos rochoso.

Figura 8: Mapa de Declividade do Parna dos Campos Ferruginosos, Carajás – PA.



Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

3.2.3. CLIMA E HIDROGRAFIA

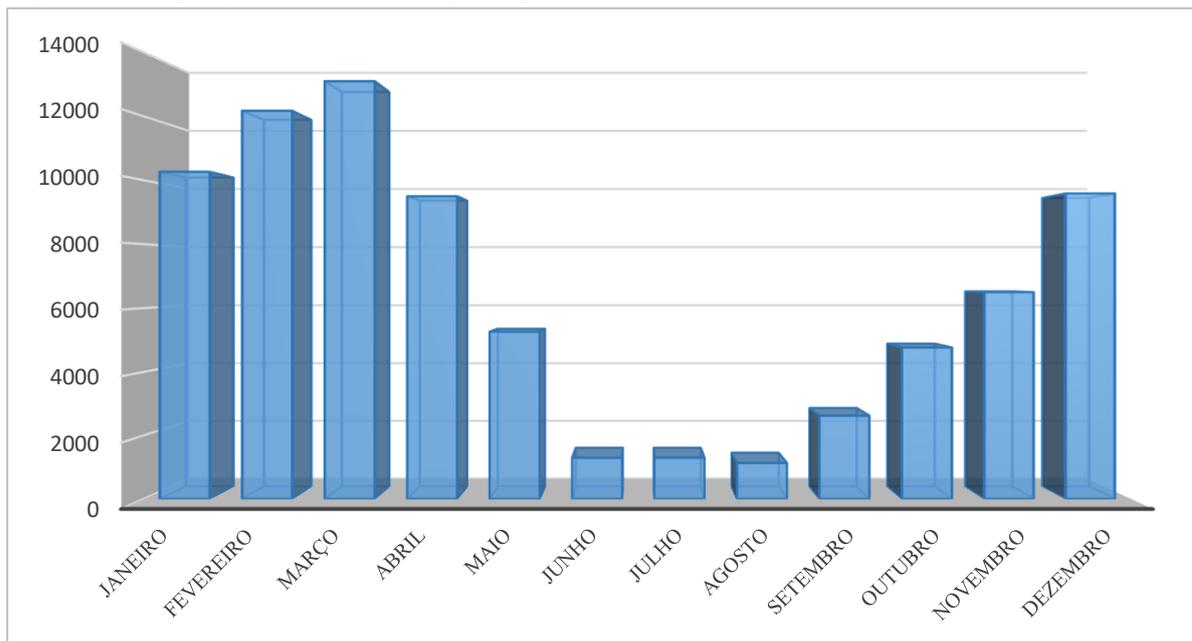
O estado do Pará de acordo com a classificação de Köppen possui na escala de macroclima o tipo climático classificado como “A”, com clima tropical quente e úmido e na escala de mesoclima três sub-tipos climáticos, quais sejam: Af, Am e Aw. O Af é caracterizado como tropical úmido ou superúmido com inexistência de um período de estigem, a temperatura média no mês mais quente é superior aos 18°C. O Am apresenta clima tropical úmido ou subúmido e uma estação seca de pequena duração. E por fim, o Aw que também apresenta clima tropical com inverno seco bem definido e uma estação chuvosa.

Levando em consideração o clima do Parque, o mesmo se enquadra no tipo Awi caracterizado por duas estações bem distintas: a estação chuvosa, geralmente no período de novembro a maio, e a estação seca de junho a outubro (FALESI, 1986). Este clima é condicionado pela a localização geográfica, sobretudo pelo relevo da Serra dos Carajás, que ao se correlacionarem controlam a distribuição pluviométrica, temperatura e umidade do ar.

Concomitantemente, o Parque ainda é marcado por subtipos climáticos, com importantes diferenças na temperatura, que de acordo com o IBAMA (2003) eles são classificados como o subtipo das encostas e o subtipo dos topos. O primeiro é caracterizado por médias de 25 a 26 °C, baixa insolação (5 a 6 horas), ventos fracos e má ventilação. As precipitações anuais estão em torno de 1.900 a 2.000 mm. E o segundo que é marcado por médias entre 23 a 25 °C, baixa insolação (4,5 a 5 horas), ventos moderados e boa ventilação. As precipitações anuais são elevadíssimas entre 2.000 a 2.400 mm.

Por não haver nenhuma estação meteorológica dentro da área em questão para quantificar a pluviosidade, foi necessário recorrer a estação mais próxima que foi a da Serra dos Carajás que fica ao seu redor para entender o contexto da região. De acordo com os dados obtidos da Agência Nacional das Águas, pode-se perceber num intervalo de tempo de 14 anos que o índice pluviométrico chega a mais de 12.000 mil milímetros no mês mais chuvoso em março, e menos de 2.000 mm no mês mais seco em agosto, constatando o elevado índice pluviométrico da região (Figura 9).

Figura 9: Precipitação da Serra dos Carajás no período de 1985 a 2006.



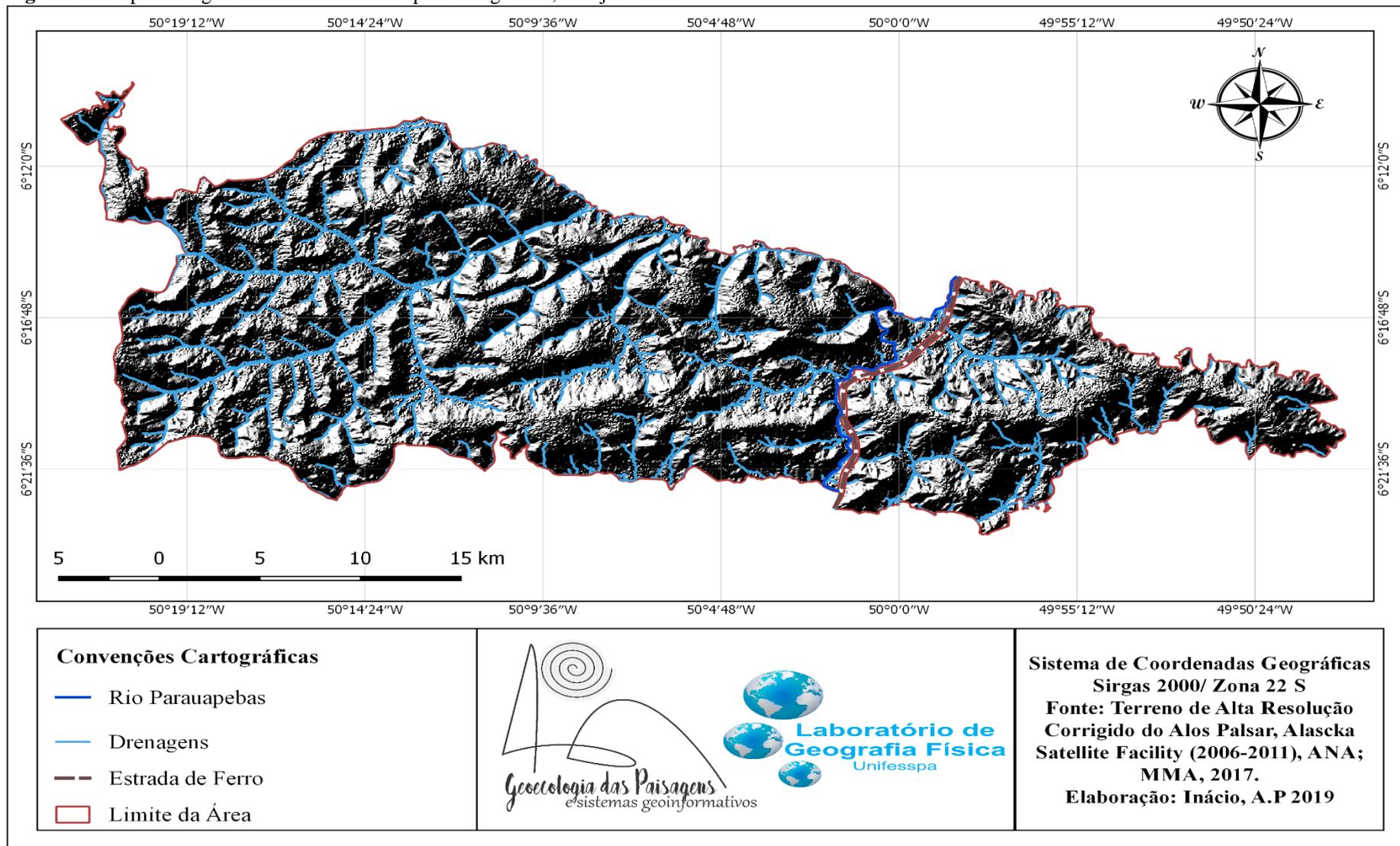
Fonte: ANA (2001). Organizado por Inácio, A.P, 2019.

No que diz respeito a hidrografia, as principais bacias hidrográficas que abastecem a região de Carajás são as do sistema Tocantins-Araguaia, sendo que 2/3 da área compreende a bacia do Rio Itacaiúnas, afluente da margem esquerda do Rio Tocantins. “A bacia do rio Itacaiúnas caracteriza-se por uma rede hidrográfica fortemente condicionada à estruturação tectônica do local, consistindo de padrão retangular a sub-retangular. É subdividida nas sub-bacias: Vermelho, Tapirapé, Parauapebas e Itacaiúnas, entre outras, sendo as duas últimas mais expressivas em termos de área” (VALENTIM E OLIVITO, 2011, p.48).

A área de estudo é drenada pela bacia hidrográfica do rio Itacaiúnas, tendo como principal afluente o rio Parauapebas que corta a parte oriental da Serra Sul. Em função do regime de chuvas, toda a rede hidrográfica é caracterizada por declives fortes e pelo caráter torrencial dos rios (BEISIEGEL, 1973). Na área observa-se uma densidade média de drenagem, apresentando um padrão dendrítico, onde grande parte das drenagens ocorrem em vales encaixados, num relevo marcado pela dissecação das rochas (SHAEFER, 2016, IBAMA, 2003), como é claramente visto na figura 10.

Tendo em vista que os platôs são os locais em que a drenagem começa a se definir e cujo lençol freático exerce menor influência, forma-se um pedoclima menos úmido. Com isso, não se desenvolve uma rede de drenagem acentuada, devido à alta rugosidade da cimentação limonítica das carapaças de cangas que recobre os platôs (SILVA, 2001). Em razão disso, o lençol freático não contribui para a manutenção da drenagem superficial em função da sua pouca permeabilidade, o que impede a infiltração da água da chuva no solo para alimentar a drenagem subterrânea. A consequência será a alta taxa de transferência da água da atmosfera

Figura 10: Mapa Hidrográfico do Parna dos Campos Ferruginosos, Carajás – PA.



Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

para a subsuperfície, motivo pelo qual o solo recoberto é notavelmente úmido ou saturado.

Este fator, contribui para a retenção de água e a formação de lagoas que variam de tamanho em função das chuvas, mas que permanecem sempre perenes mesmo durante o período de estiagem (IBAMA, 2003). Por outro lado, na área há também a formação de diversos cursos d'água intermitentes que se formam nos topos das serras ferruginosas de Carajás durante os períodos chuvosos, possuindo volume de água e velocidade de escoamento diferenciados, secando durante a estação seca. Essas lagoas são margeadas por buritizais que é um tipo de vegetação que bordeja as áreas úmidas (Figura 11).

Figura 11: Lagoa Perene – Serra da Bocaina, Carajás – PA.



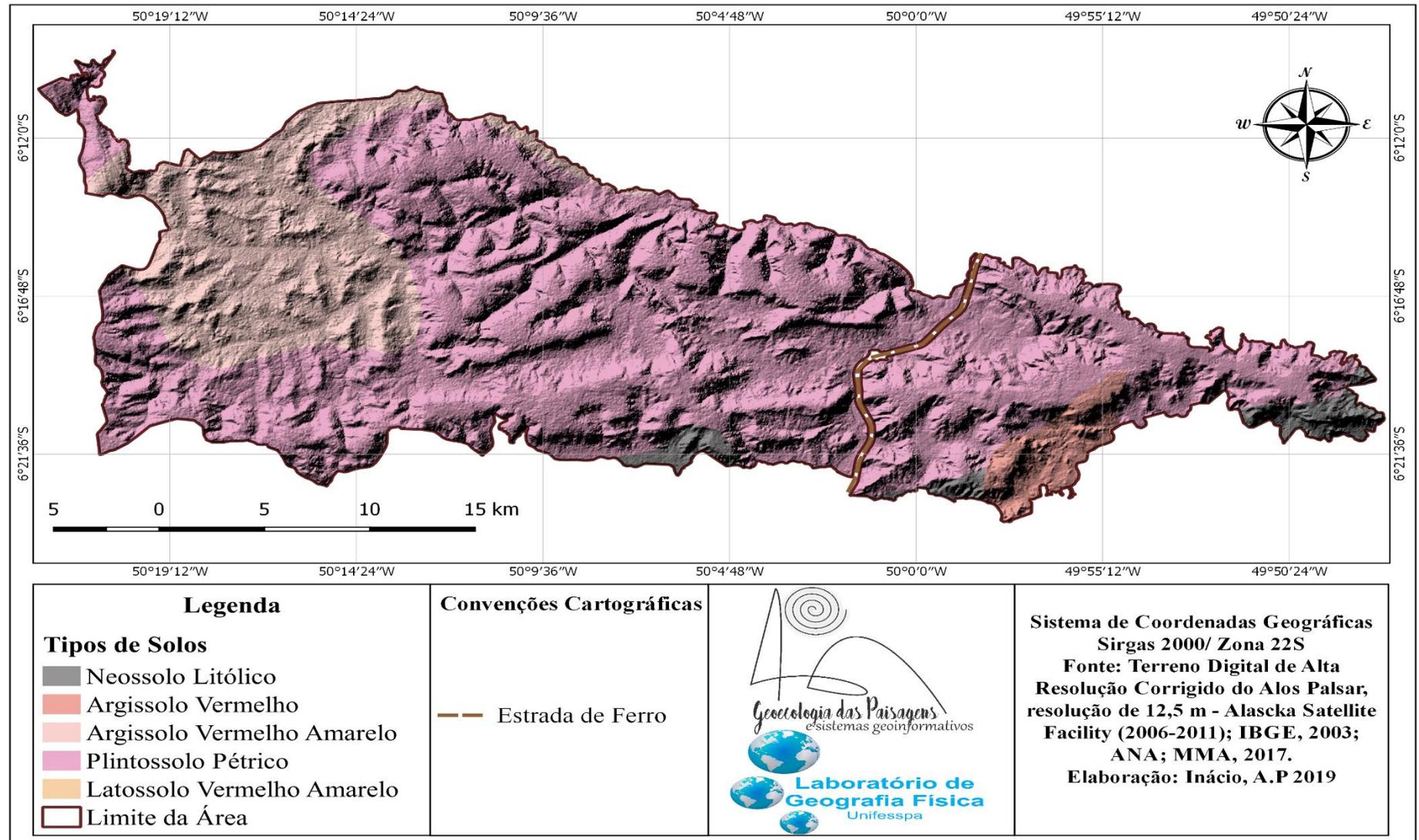
Foto: Vidal, M.R 2019.

3.2.4. SOLOS E VEGETAÇÃO

A influência da ação do clima sobre os diferentes tipos de relevo presentes na área, possibilitou a existência de uma grande diversidade de solos e de uma paisagem edáfica. Sendo assim, em escala regional o relevo e o conjunto de condições climáticas característicos de Carajás tornaram possível a coexistência de paisagens diferentes, que incluem solos tropicais profundos, e nas vertentes escarpadas e nos relevos mais altos coberturas pedológicas muito pouco desenvolvidas (SHAEFER, 2016).

A ação do intemperismo químico sobre as rochas preexistentes ricas em Ferro e Alumínio originou solos concrecionários, que se manifestam como crostas ferruginosas ou ferroaluminosas, com grande concentração dos minerais plintita e petroplintita que sob o efeito de repetitivos ciclos de umedecimento sofre consolidação irreversível formando um material

Figura 12: Mapa Pedológico do Parna dos Campos Ferruginosos, Carajás – PA.



Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

extremamente duro, estando distribuídas nos platôs mais elevados do parque (RIBEIRO, 2009). Esses solos concrecionários podem ser profundos, quando se apresentam em área de floresta densa, e rasos quando estão sob áreas de campos rupestres.

Para além dos solos concrecionários considerados como Plintossos Pétricos que está na maior parte da área, o parque ainda é formado, em menores proporções de outros tipos de solos (Figura 12) que foram identificados através do mapeamento, e que serão classificados através da EMBRAPA (2006).

A classe dos Neossolos Litólico possui horizonte A ou hístico, ausentes diretamente sobre a rocha ou sobre o horizonte C ou Cr ou sobre material com 90% por volume ou mais de sua massa constituída por fragmentos de rochas com diâmetros maior que 2mm (cascalhos e matacões), que apresentam um contato lítico típico ou fragmentário dentro de 50% da superfície do solo (EMBRAPA, 2006).

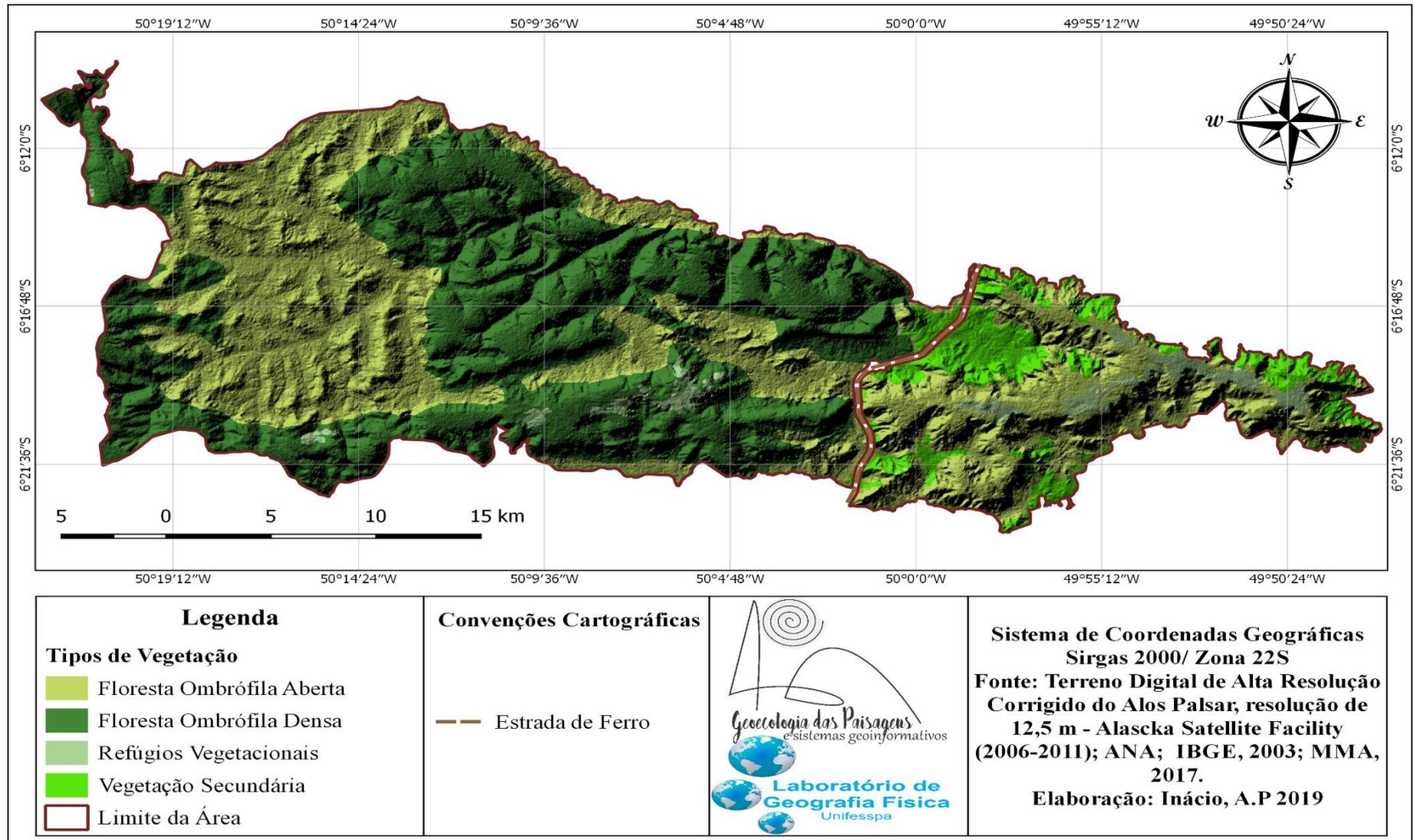
Os Argissolos Vermelho de textura argilosa, apresentam teores em micronutrientes superiores aos argilosos de outras colorações. A variação das quantidades de óxidos contribui para a variação da intensidade da cor vermelha, podendo indicar a quantidade de ferro herdado do material geológico que deu origem ao solo. Enquanto que os Argissolos Vermelho-Amarelo são medianamente profundos e moderadamente drenados, com horizonte B textural, de cores vermelhas e amarelas e de textura argilosa, abaixo de um horizonte A ou E de cores mais claras e textura arenosa ou média, com baixos teores de matéria orgânica (EMBRAPA, 2006).

Os Plintossolos Pétrico são solos constituídos por material mineral que apresentam horizonte plíntico, litoplíntico ou concrecionário. O horizonte diagnóstico plíntico é definido de acordo com a quantidade de plintita, cuja espessura deve ser de, no mínimo, 15 cm, podendo conter mais de 15% de plintita por volume. E os Latossolos Vermelho-Amarelo que consistem em solos de cores vermelho-amarelados e amarelo-avermelhados, que não se enquadram nas classes anteriores. Esse mosaico de solo juntamente com a hidrografia foi responsável por constituir as diversas formações vegetais da área (EMBRAPA, 2006).

A vegetação é entendida como uma fitofisionomia relativamente homogênea, em que evidencia uma determinada comunidade de espécies que estabelece relações diretas com as condições ecológicas que lhes são oferecidas (FIGUEIRÓ, 2015).

No tocante a vegetação, a área de estudo comporta de forma geral dois ambientes fitogeográficos distintos, o tipicamente arbóreo que é representada pela floresta ombrófila ocupando a maior parte do recorte espacial, e a herbáceo-arbustiva considerada como vegetação de canga (SHAEFER, 2016). A vegetação associada às couraças ferruginosas (cangas), foi de

Figura 13: Mapa Vegetacional do Parna dos Campos Ferruginosos, Carajás – PA.



Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

nominada com esse termo por estar associada aos afloramentos rochosos.

No que se refere a cobertura vegetal do parque, o mesmo é formado por um complexo vegetacional, onde predomina a Floresta Ombrófila Aberta, com manchas dispersas de Floresta Ombrófila Densa, presença de Vegetação Secundária e Savana Metalófila/Refúgios Vegetacionais (Figura 13), sendo classificadas segundo o Manual Técnico da Vegetação Brasileira, IBGE (2012). Na Floresta Ombrófila tem-se duas fisionomias distintas em função da variação no relevo, tipo de solo e incidência de radiação solar, sendo elas:

Floresta Ombrófila Densa: É caracterizada por lianas lenhosas e epífitas em abundância, que o diferenciam das outras classes de formações. A característica ombrotérmica da Floresta Ombrófila Densa está presa a fatores climáticos tropicais de elevadas temperaturas (médias de 25° C) e de alta precipitação, bem-distribuída durante o ano (IBGE, 2012).

Floresta Ombrófila Aberta: Com características de lianas lenhosas tem um aspecto de torres folhosas desde a base e é encontrada predominantemente nas depressões rasas e mais ou menos circulares dos terrenos pré-cambrianos arrasados. Este tipo de floresta é conhecida como “mata-de-cipó”, mas quando encontrada nas encostas de relevo dissecado ocorrentes na Amazônia, a mesma aparece com um aspecto de “floresta-com-cipó” (IBGE 2012).

No Platô, tem-se vegetações de porte arbustivo-herbáceo como os refúgios vegetacionais que são vegetações relíquias com espécies endêmicas que persistem e se adaptam a situações especialíssimas de temperatura e oligotrofismo.

As formas de uso anteriores a criação do parque levou a retirada da vegetação que se situa em área de antigas fazendas, nesses ambientes tem-se a vegetação secundária. É o tipo que sofreu intervenção humana para o uso da terra e que quando surge reflete sempre, e de maneira bastante uniforme, os parâmetros ecológicos do ambiente.

4.UNIDADES DE PAISAGENS DO PARQUE NACIONAL DOS CAMPOS FERRUGINOSOS

4.1 Tipos paisagísticos e unidades geocológicas

A paisagem do Parque Nacional dos Campos Ferruginosos é caracterizada por uma variedade de ambientes que são constituídos por um complexo vegetacional que abrange fisionomias diversas. A zona de tensão ecológica na qual a área se encontra implica na encruzilhada de dois biomas com constantes fluxos de energia e nutrientes que acaba por criar um grande mosaico de geoambientes com características distintas.

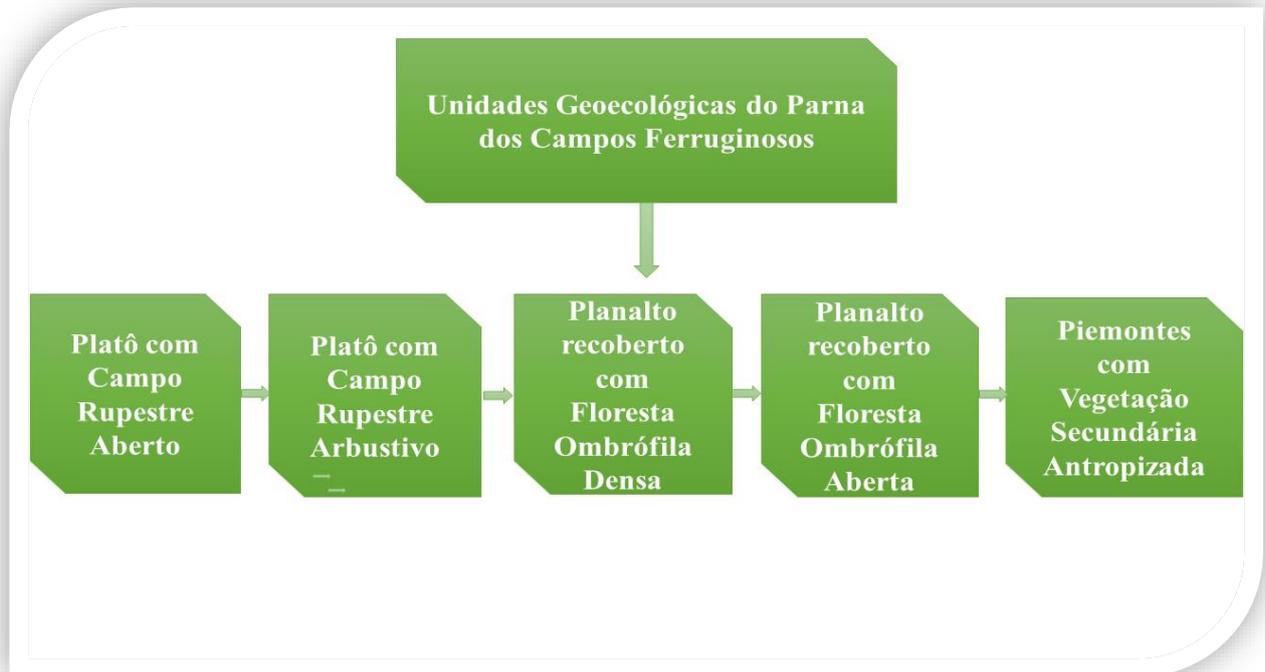
Por consequência disto, apresenta-se em todos os aspectos no parque, “uma paisagem de exceção, em ilhas de mescla campestre/arbustiva, em uma lembrança distante das caatingas de transição do Piauí, com espécies que evoluíram na lenta adaptação a múltiplos estresses, como: pobreza nutricional, calor extremo e deficiência de água” (SHAEFER et al, 2018, p. 44). Assim sendo, apresenta-se dificuldades em estudar e descrever todos os processos atuantes nessa zona de tensão ecológica.

Combinando um conjunto de formações florestais que ora são mais densas e ora mais abertas condicionando assim o tipo dos solos, a área constitui-se como um geossistema que permite compreender a relação existente entre todos os fatores responsáveis pela a formação de sua paisagem.

A esse respeito, a análise da área bem como também da região foram essenciais para delimitar os tipos paisagísticos terrestres através dos componentes ambientais vistos em sua interação e que são passíveis de visualizar. Dentre esses tipos de paisagem, foram delimitadas as unidades geocológicas, conforme a figura 14, espacializando ainda a dinâmica que cada uma apresenta.

Segundo Rodrigues, Silva e Cavalcante (2013), as unidades geocológicas podem ser entendidas como a individualização, tipologia e unidades regionais e locais da paisagem. Para realizar os estudos em nível regional, a tipologia e a regionalização são fundamentais na análise paisagística, pois são elas que constituem a base para o estudo das propriedades espaço-temporais dos complexos territoriais. Logo, os estudos das unidades de nível local são realizados abordando as propriedades de diferenciação paisagística, sendo indispensável para a diferenciação morfológica e topológica da paisagem.

Figura 14: Unidades Geocológicas do Parna dos Campos Ferruginosos, Carajás – PA.

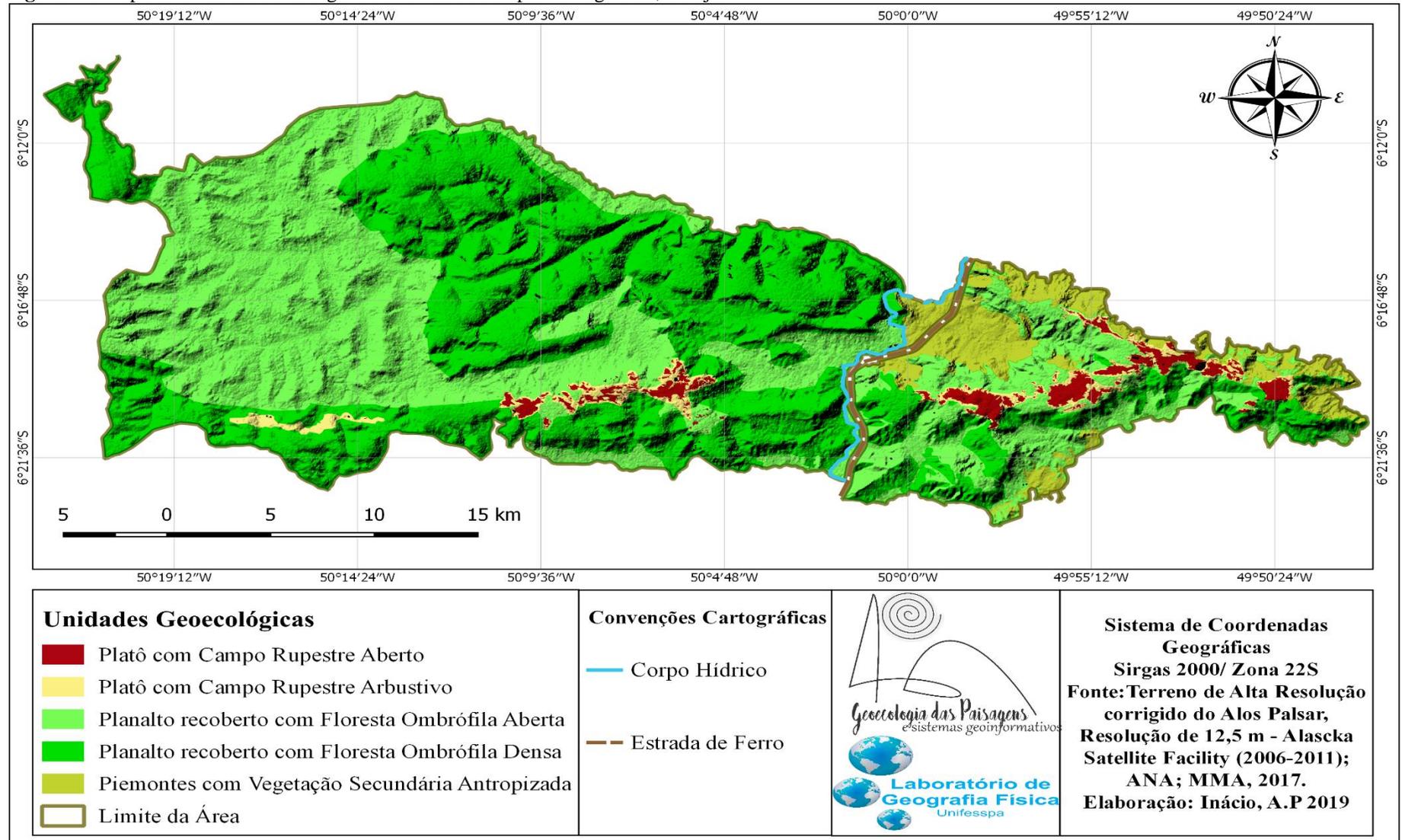


Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Na área foram identificadas 5 unidades geocológicas caracterizadas a partir da geomorfologia e sobretudo da vegetação, pois esta é uma das maiores expressões que se destaca em meio ao relevo e o conjunto de solos e que variam desde os campos rupestres abertos até os arbustivos a áreas de floresta densa e mais aberta com locais recorrente de vegetação secundária/antropizada.

As unidades de paisagens analisadas e cartografadas demonstram as formas em que a paisagem se manifesta no comportamento dos variados componentes naturais. Essas unidades se encontram em constante interação por conta da topografia, hidrografia e de condições climáticas pretéritas e atuais que permitiram o desenvolvimento de cada uma das mesmas sobre um determinado tipo de solo com características distintas como umidade, altitude e declividade, as quais serão caracterizadas a seguir, conforme pode ser visto na figura 15.

Figura 15: Mapa de Unidades de Paisagens do Parna dos Campos Ferruginosos, Carajás – PA.



Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

4.1.1. Platô com Campo Rupestre Aberto

A região de Carajás possui manchas de vegetações abertas que estão distribuídas no topo de alguns platôs mais elevados e que se destacam em meio a floresta tropical, constituindo um ambiente de enclave que são considerados raros. Alguns termos são utilizados para denominar esta vegetação que cresce sobre os afloramentos rochosos ferríferos comuns na região e no Quadrilátero Ferrífero em Minas Gerais.

Termos como Vegetação Metalófila foi utilizado por Porto e Silva (1989) em ambas as regiões para caracterizar espécies vegetais que, muitas vezes, apresentam nanismo ou gigantismo e, ao mesmo tempo, altas concentrações de metais em seus tecidos. Secco e Mesquita (1983) empregou o termo de Campos Naturais referindo-se aos trechos da Serra Norte em Carajás onde predomina grandes extensões de graminhas e outras ervas ou subarbustos espaçados em solos de canga. Referindo as savanas, Rizzini (1979), denomina as áreas extensas cobertas de baixa vegetação campestre que se desenvolve na Amazônia, em contraste com a mata densa e úmida de campo ferruginoso, com duas modalidades que varia conforme o estado físico da canga, quais sejam, campo de canga couraçada e campo de canga nodular.

De acordo com Ab'Sáber (1986) essa vegetação é considerada como minienclaves de vegetação, de aparência arcaica e resultante de um páleo-clima do velho maciço de Carajás. Esta fisionomia ainda tem sido classificada com a denominação de Campo Rupestre sobre Canga (Viana e Lombardi, 2007), Campo Ferruginoso (Vincent, 2004) ou Campo Rupestre Ferruginoso (Jacobi et al., 2008). O termo Campo Rupestre Aberto também é utilizado por (Nunes, 2009) para designar a vegetação subarbusativa herbácea associada aos afloramentos rochosos.

Levando em conta que existe um Complexo de Campos Rupestres sobre canga, e que estes se apresentam em variações de cobertura vegetal dependendo diretamente do nível de aprofundamento do solo e de fragmentação da rocha sobre a qual a vegetação se desenvolve, bem como também da estação climática, estes recebem diferentes nomes na literatura, mas os termos a serem utilizados nesta pesquisa são: Campos Rupestres Abertos e Campos Rupestres Arbustivos.

Segundo Nunes (2009, p.24), “os Campos Rupestres Abertos são compostos por espécies do estrato subarbusativo-herbáceo que apresenta alta riqueza florística, estando sob área de afloramentos rochosos de jaspilites onde o solo é friável e não ultrapassa os 5 cm de profundidade”. O que predomina no Parque é uma fisionomia campestre com componentes lenhosos subarbusativos que se estabelece sobre o substrato rochoso endurecido em pequenas cavidades nos locais mais íngremes do relevo ao lado de espécies herbáceas contrastando com

a vegetação graminosa formando um verdadeiro tapete verde sobre a canga resistindo a longos períodos de alta insolação e deficiência de água (SILVA et al., 1986). Em alguns trechos a vegetação torna-se rarefeita ficando as rochas ferríferas desnudas de vegetação, o que é constatado na figura 16.

Figura 16: Campo Rupestre Aberto - Serra da Bocaina, Carajás-PA.



Foto: Vidal, M.R 2019.

A característica dessa vegetação sem dúvidas se sobressai na área de estudo sobretudo pelos aspectos fisionômicos que a vegetação adquire em relação ao tipo de solo predominante. Nessas áreas o solo é pedregoso rico em ferro e em outros minerais, onde a vegetação aparece com plantas baixas e ervas, crescendo em lugares onde a sobrevivência é um verdadeiro desafio (ZAPPI, 2017). A deficiência hídrica do solo representa um fator muito importante na formação dessa vegetação (FALESI, 1986, p. 127).

De acordo com Schaefer et al. (2018, p.51), “esta fisionomia corresponde às áreas de Plintossolos Pétricos Litoplínticos mais rasos, ácidos e pobres em nutrientes de toda a Serra Sul, onde o fogo natural ou antrópico tem dificuldade de expansão pela existência de barreiras naturais de afloramentos de canga em lajedões”, bem como dos Argissolos Vermelho com sua profundidade moderada e alto teor em argilas.

Esses solos se dispõem sobre uma topografia plana (platô) com altitudes acima de 700 metros, e com elevadas temperaturas onde os processos erosivos são menos intensos em função da configuração geomorfológica e das carapaças ferruginosas que se dispõem em quase todo o platô. Esse aspecto tem relação direta com a hidrografia ou drenagem intermitente, que se

apresenta de forma mais superficial, resultando na acumulação de água nas carapaças ferruginosas (cangas) formando lagoas perenes e outras intermitentes que possuem conexões superficiais ou subterrânea com lagos de menores dimensões que se mantém em razão da pouca permeabilidade do substrato rochoso. Tais lagoas são bordejadas por buritizais que são formações de áreas úmidas.

4.1.2. Platô com Campo Rupestre Arbustivo

Diferente dos Campos Rupestres Abertos, os Campos Rupestres Arbustivos (Figura 17) se estabelece em locais topograficamente mais baixos, possuindo estrato arbustivo com notável homogeneidade e com variações de abundância e dominância, possuindo solos mais profundos do que os da fisionomia anterior por causa da couraça que é mais fraqueamentada, permitindo o aprofundamento de raízes e o desenvolvimento da vegetação (NUNES, 2009).

Figura 17: Campo Rupestre Arbustivo – Serra da Bocaina, Carajás – PA.



Foto: Vidal, M.R 2019.

Estando também sobre substratos desenvolvidos de jaspilitos ricos em ferro sob um complexo de solos que ora são mais rasos, ora mais profundos, isto por causa do acúmulo de solo ou matéria orgânica em trechos pouco escarpados abre-se espaço, em meio à matriz herbácea, para o desenvolvimento de estratos arbustivos. Os Campos Rupestres Arbustivos possuem espécies de porte mais desenvolvido com circunferência igual ou maior que 15 cm a altura do peito, que ficam recobertos por uma pequena lâmina de água na época de chuvas por causa das áreas de drenagem e escoamento lento da água das chuvas. Suportam amplitudes

térmicas diárias acentuadas, incidência frequente de fogo, alta exposição solar e ventos constantes.

A incidência da declividade nesta unidade geocológica já vai ser diferente, é justamente nas áreas de quebra do relevo que vão se localizar as áreas de cavernas, a formação destas se dá porque a canga apesar da couraça e cimentação possui pequenos poros que deixam muitos vazios no seu interior, fruto do esvaziamento da rocha ao longo dos anos e de remoção de sílica, bem como de condições climáticas quente e úmida, resultou em um material com mais ferro insolúvel, possibilitando o escoamento das águas pelo platô pelos poros da canga. Uma das consequências desses vazios são as numerosas cavidades e cavernas, expostas ou subterrâneas, que geralmente estão nas quebras das vertentes seguindo os cursos d'águas (Figura 18).

Figura 18: Ambiente Cárstico encontrado na Serra da Bocaina, Carajás – PA.



Foto: Inácio, A.P 2018.

4.1.3. Floresta Ombrófila Aberta

Nas encostas e fundos de vale, sobre rochas de origem meta vulcano-sedimentar encontra-se a unidade geocológica Floresta Ombrófila Aberta (Figura 19). Este tipo de vegetação é bem distribuída na área com árvores bem desenvolvidas devido as condições microclimáticas serem mais amenizadas e por haver o incremento de matéria orgânica, serrapilheira e sedimentos. Está ligada com a declividade acentuada das vertentes e com os processos morfogenéticos. A Floresta Ombrófila Aberta caracteriza-se por apresentar árvores de grande porte bastante espaçadas, com grande quantidade de cipós e palmeiras que obstruem

o interior da floresta provocando maior luminosidade. A altura das árvores é bastante irregular, oscilando entre 10 a 25 metros (IBAMA, 2003).

Figura 19: Aspectos da Floresta Ombrófila Aberta – Serra da Bocaina, Carajás-PA.



Foto: Vidal, M.R 2019.

Nas áreas mais planas a fisionomia desta vegetação se mostra bastante aberta com árvores que ultrapassa os 20 metros sendo completamente coberta por lianas lenhosas, enquanto que nas áreas mais elevadas as encostas são cobertas por árvores mais altas com mais de 25 metros e mais densamente distribuídas. Nessa feição, as poucas árvores de porte estão bastante afastadas uma das outras, e os cipós que as envolvem se misturam com os galhos da copa, ficando pendentes num emaranhado de grossos sarmentos (BRASIL, 1974). O fato das árvores serem espaçadas possibilita maior entrada dos raios solares e da água da chuva nesta floresta o que resulta na alimentação dos canais intermitentes e na lixiviação dos solos.

Conforme Campos e Castilho (2012), a posição desta floresta se sobressai nos segmentos das encostas compreendidos entre a borda dos platôs e o início dos segmentos de influência fluvial, onde ocorrem as planícies ou os baixos terraços. A mesma se posiciona, portanto, nas encostas modeladas por processos de dissecação fluvial, que são acompanhadas de movimentos de massa de diferentes características e dimensões, compondo um cenário de sistemáticos anfiteatros, influenciados, muitas vezes, por deslizamentos. Com altitudes superiores a 300 metros, esta unidade possui os Argissolos Vermelho-Amarelo e Argissolos Vermelhos, sendo estes drenados e profundos, enquanto que os Neossolos e Plintossolos que

também recobre esta floresta são solos rasos, mal drenados, e com alto teor de ferro, pouco evoluídos e sem a presença do horizonte diagnóstico. A drenagem se apresenta de forma subsuperficial nesses primeiros solos, sendo mais sujeitos a erosão.

4.1.4. Floresta Ombrófila Densa

A Floresta Ombrófila Densa ocorre na região de Carajás, bem como na área de estudo sobre rochas metassedimentares, sob melhor condição microclimática que, por sua vez, permite o estabelecimento de espécies de maior porte de forma descontínua e uniforme, com um continuum verde-escuro, sendo que em alguns períodos do ano pode-se observar pequenas variações na tonalidade devido á renovação das folhas (MARQUES et al, 1986). Tendo em vista que a maior concentração desta vegetação é nos platôs e nos ambientes planos ou suavemente inclinados, com cotas altimétricas acima de 600 metros, os solos por sua vez são mais profundos e drenados, dando sustentação a uma floresta robusta que possui estrato arbóreo que ultrapassa os 30 metros de altura, conforme a figura 20.

Figura 20: Aspectos da Floresta Ombrófila Densa – Floresta Nacional de Carajás- PA.



Foto: Inácio, A.P 2018.

Encontrando-se em terrenos planos e com suaves inclinações a densidade da floresta provoca baixa incidência direta da radiação solar, o que ameniza a evapotranspiração. Nesta fisionomia, é notada a reduzida incidência de cipós encontrando-os nas copas das árvores onde se expandem e passam a prejudicá-las, porque o sombreamento provocado pela copa dos cipós sobre a copa das árvores diminui a atividade clorofiliana. A rede de drenagem é de baixa

densidade, haja vista que as copas das árvores dificultam a entrada de água das chuvas no sistema. Com vales rasos, apresenta-se vertentes de pequena declividade.

4.1.5. Fundos de vale com Vegetação Secundária Antropizada

As áreas classificadas como Fundo de Vale com Vegetação Secundária Antropizada estão em terrenos com suaves ondulações e com cotas altimétricas baixas, estando cercada pelas vertentes e próximas ao rio, com solos bem lixiviados e profundos por conta do escoamento da água das áreas mais elevadas e da drenagem subsuperficial.

Este tipo de vegetação são fragmentos de floresta secundária em diferentes estágios sucessionais que se encontram em uma porção na Serra da Bocaina, em antigas áreas de fazendas que foram desapropriadas para a criação do Parque. Nestes espaços há o predomínio de samambaias e graminhas (figura 21), tendo em vista que a primeira é uma planta que apresenta um comportamento pioneiro e invasor em áreas onde houve intervenção humana para conversão de florestas em áreas de pastagem abandonadas, bastante comum na Serra da Bocaina.

Figura 21: Vegetação Secundária Antropizada - Serra da Bocaina, Carajás –PA.



Foto: Vidal, M.R 2019.

De acordo com Shaefer et al. (2018, p.195), “este ambiente pode ser considerado como formações pioneiras por ocuparem predominantemente áreas de antigos ambientes florestais que foram degradados em razão da grande quantidade de queimadas que vem ocorrendo na região”. As queimadas que acontecem sobretudo nos períodos mais secos e se alastram pela

serra devastando a vegetação. Só este ano o Parque teve uma grande área destruída pelas as queimadas que duraram mais de sete dias para serem controladas deixando resquícios de um grande desastre ambiental que afetou diretamente a fauna e a flora comprometendo todo o sistema dessa unidade de conservação.

4.2. Funções Geoecológicas da Paisagem

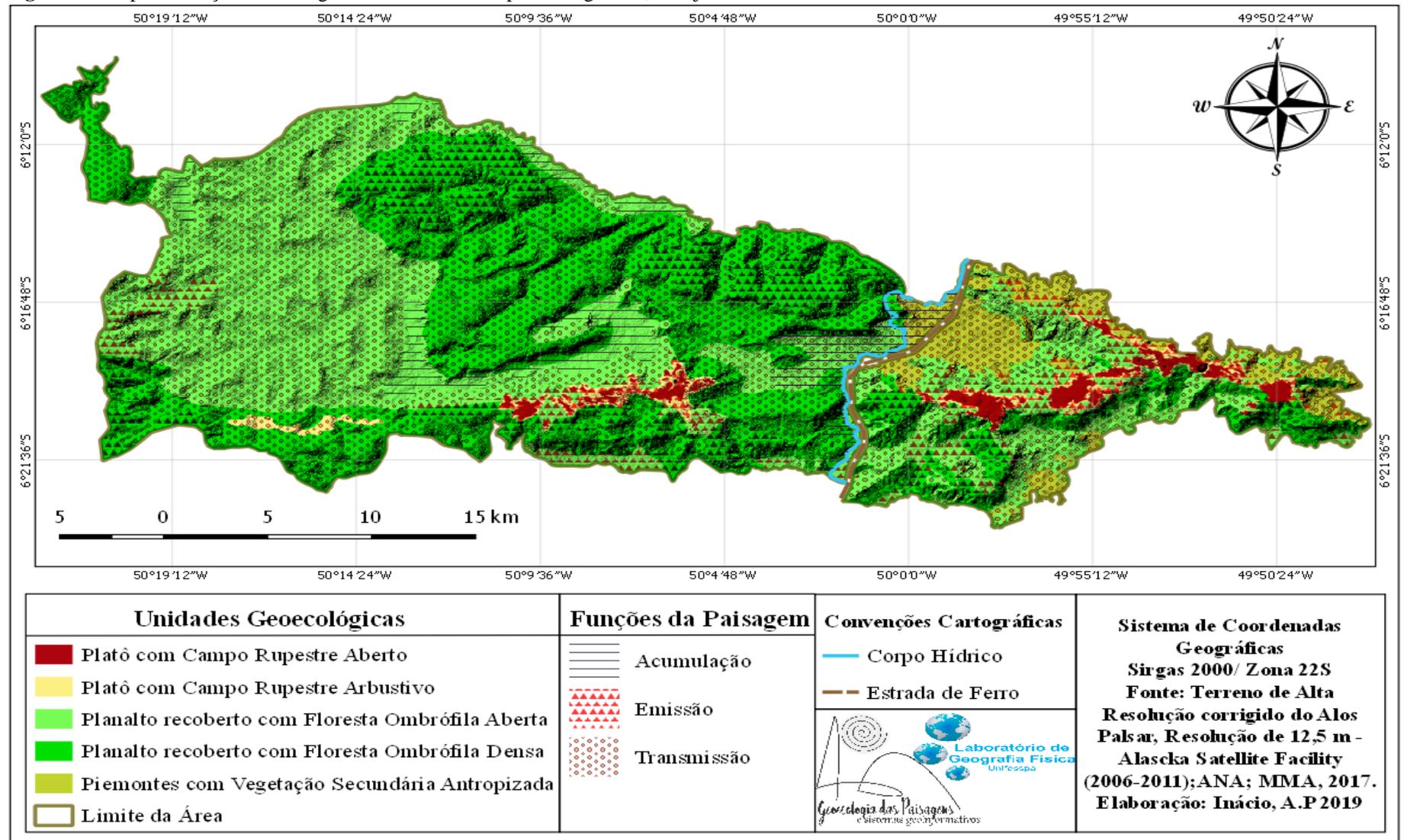
As paisagens possuem atributos que são advindos do caráter estrutural, funcional e dinâmico-evolutivo. De acordo com Rodrigues et al. (1995), o funcionamento da paisagem ocorre por conta de mecanismos de absorção, transformação, saída de matéria, energia e informações que garantam sua subsistência e produção, embora para chegar a tais conhecimentos precisem de investigações mais precisas. Nesta fase da pesquisa foi adotado apenas o caráter funcional da paisagem da área mapeada de forma qualitativa, sem muitos detalhes sobre os outros atributos acima citados (Figura 22).

Considerando que a ação conjunta dos fatores, os componentes e processos no tempo dá condições necessárias para o efeito na formação e funcionamento da paisagem, estes fatores ao interatuar de forma permanente, formam uma unidade paisagística que se controla pelas funções de cada um cumprindo funções determinadas na paisagem (RODRIGUEZ, SILVA; CAVALCANTI, 2013, p.125).

Dessa forma, de acordo com Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2013) o funcionamento da paisagem se constitui como um processo na qual cumprem-se funções, ações e determinado trabalho. Este processo que permite o intercâmbio de substâncias, energia e informações ocorre quando há a interação de todos os componentes na paisagem com o exterior. Determina-se, então, que o funcionamento da paisagem é a integração de todos os processos e dos diversos componentes e geocomplexos que integram a paisagem.

A função geoecológica que as unidades de paisagem do Parna dos Campos Ferruginosos desempenham advém principalmente dos elementos centrais que regem esta área, como o clima relevo e os solos. A existência pretérita de um clima diferente do atual, associado a configuração geológica-geomorfológica da região do fim do Mesozóico e a primeira parte do Terciário deixou vestígio resultantes de solos concrecionados visto ainda hoje no topo de Carajás (AB'SÁBER, 1986).

Figura 22: Mapa de Funções da Paisagem do Parna dos Campos Ferruginosos, Carajás – PA.



Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Atualmente o solo (ou a resposta dos solos a essa configuração), se apresenta como um dos fatores mais importantes para o sistema ferruginoso, pois garante para o sistema de canga a diminuição dos processos erosivos. Podemos aferir que dentro do Parque nem todas as unidades de paisagem cumprem a mesma função geocológica. No Mapa de Funções da Paisagem (Figura 22), as unidades de paisagens foram divididas de acordo com a sua função, em três categorias principais, caracterizadas segundo Rodrigues et al. (1995) como:

4.2.1. Funções de acumulação: Abrange as planícies aluviais e os terraços, cuja função consiste em coletar e acumular os fluxos de energia, matéria e informação. No Parque essa função aparece em áreas mais rebaixadas, como rampas de colúvio e perto do rio com altimetria que varia de 142 a 247 metros. Esses sedimentos que acumulam nesses locais são provenientes das áreas mais elevadas que são carregados através de agentes externos e também pelo leito do rio, conferindo assim que uma unidade pode desempenhar mais de uma função ao mesmo tempo no sistema. Apesar de exercer duas funções como acumulação e transmissão, o que predomina é a acumulação. São paisagens dinâmicas, recentes e em constante estado de evolução.

4.2.2. Funções de Emissão: Tem a responsabilidade de garantir fluxos de energia, matéria e informação para o restante da área. Correspondem as formas posicionadas em níveis topográficos mais elevados do terreno. No parque esta função é predominante nos platôs de canga ferrífera, com altimetria que chega acima de 700 metros, por conta do material de origem rico em ferro, essas rochas são mais resistentes a erosão.

4.2.3. Funções de Transmissão: Condizem com as vertentes e patamares, na qual assegura o transporte dos fluxos de matéria e energia das áreas mais elevadas para as áreas mais baixas pela água da chuva para a superfície. Essa função é dominante no local da pesquisa nas encostas com cotas altimétricas acima de 500 metros, embora também predomine a emissão por conta que essas encostas cedem sedimentos para os locais mais rebaixados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Parna dos Campos Ferruginosos resguarda uma paisagem única na maior província mineral do mundo, onde é intensa a extração de ferro, cobre e outros minerais. Marcado pela presença de grandes áreas de preservação permanente, caráter singular e alta importância biológica, o parque demanda de programas de gestão e conservação de suas extensas áreas. Tal fato remonta a necessidade de estudos constantes sobre todos os seus aspectos físicos e morfológicos, a fim de avançar o conhecimento e garantir o planejamento ambiental desse lugar. O estudo aqui proposto da paisagem do Parna não se esgota por aqui, tendo em vista, que há tantos outros elementos importantes a serem estudados.

Contudo, o estudo dos condicionantes foi imprescindível para o conhecimento da área, pois através deles que se obteve informações das características mais marcantes do parque. Através do cruzamento dos dados de geologia, geomorfologia, clima, hidrografia, declividade, hipsometria, solos e vegetação pôde-se chegar as conclusões de que a correlação desses condicionantes geoambientais ao longo de muitos anos deram condições para a formação de uma paisagem de exceção na área.

A análise desses condicionantes foi fundamental para delimitar as unidades geocológicas do local, afinal, elas são a parte do todo. Assim, foi possível delimitar 5 unidades para a área de estudo através do uso do sensoriamento remoto, dentre elas, Platô com campo rupestre aberto, Platô com campo rupestre arbustivo, Floresta ombrófila aberta, Floresta ombrófila densa e Fundos de vales com vegetação secundária antropizada. Todas as unidades foram espacializadas no mapa de unidades que deu base para a compreensão da dinâmica da paisagem da área.

A partir do mapa de unidades de paisagens foi realizada a síntese funcional, chegando a três funções: acumulação, emissão e transmissão. A síntese funcional da paisagem serviu para compreender a integração de todos os processos e dos diversos componentes e geocomplexos que integram a paisagem. Cada unidade exerce uma ou mais função dentro do sistema, o que confere equilíbrio ou fluxos de materiais. Mediante a isso, é de suma importância a criação de medidas de uso público na área para efetivar ações de planejamento ambiental.

Por fim, os resultados deste trabalho poderão servir como instrumento de planejamento e gestão ambiental, uma vez que é uma área recente, sem plano de manejo podendo também servir de subsídio á estudos futuros.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. **Geomorfologia da Região de Carajás**. In: Carajás: desafio político, ecologia e desenvolvimento / José Maria Gonçalves Jr. (Org); apresentação José de Anchieta Moura Fé. São Paulo: Brasiliense; (Brasília, DF): Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, p. 88-124. 1986.
- BEISIEGEL V.R., BERNARDELLI A.L., Drummond N.F., Ruff A.W., Tremaine J.W. **Geologia e recursos minerais da Serra dos Carajás**. Revista Brasileira de Geociências, Vol.3, p.215-242, 1973.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza**: Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000; Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002; Decreto nº 5.746, de 5 de abril de 2006. Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas: Decreto nº 5.758, de 13 de abril de 2006. Brasília: MMA, 2011. 76 p.
- BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto Radam Folha SB.22 Araguaia e parte da folha SC.22 Tocantins; **geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, 1974. (Levantamento de recursos naturais, 4), p. 1-521.
- BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Editora Vozes, 1975.
- BERTRAND, Georges. **Paisagem e Geografia Física Global. Esboço Metodológico**. Caderno de Ciências da Terra, Instituto de Geografia, USP, São Paulo: 1972.
- BOAVENTURA, R. S. **Geomorfologia**. In: Brasil. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM. Folha SB-22 Araguaia e parte da Folha SC22 Tocantins. Rio de Janeiro, RadamBrasil, 1974. (Levantamento de Recursos Naturais, 41). Brasília, Ed.Univ. Brasília. p. 26.
- BRITO NEVES, B.B.; CORDANI, U.G. Tectonic evolution of South America during the Late Proterozoic. *Precambrian Research*, v. 53, p. 23-40, 1991.
- BUNKER. S.G. **Da castanha-do-pará ao ferro: os múltiplos impactos dos projetos de mineração na Amazônia brasileira**. Novos Cadernos NAEA v. 6, n. 2, p. 5-38, dez. 2003.
- CAMPOS, J.C.F.; CASTILHO, A.F. **Uma visão geográfica da região da Flona de Carajás**. In: Fauna da Floresta Nacional de Carajás: estudos sobre vertebrados terrestres / (Organizadores) Frederico Drummond Martins et al. São Paulo: Nitro imagens, 2012, 119 p.
- CARMO, F.F. **Novo Polo para Conservação em Geossistema Ferruginoso na Região do Rio Peixe Bravo, Norte de Minas Gerais**. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012, 128p.
- CARMO, F.F.; KAMINO, L.H.Y. Geossistemas Ferruginosos. In: **Geossistemas Ferruginosos do Brasil: Áreas prioritárias para conservação da diversidade geológica e biológica, patrimônio cultural e serviços ambientais**. Organizado por Flávio Fonseca do Carmo e Luciana Hiromi Yoshino Kamino. — Belo Horizonte: 3iEditora, 2015, p.23.
- CHRISTOFOLETTI. A. **A Aplicação da Abordagem em Sistemas na Geografia Física**. Revista Brasileira de Geografia. Rio de Janeiro, 52: p. 21-35, abril/junho 1990.

DECRETO s/n, de 05 de Junho de 2017. **Dispõe sobre a criação do Parque Nacional dos Campos Ferruginosos, localizado nos Municípios de Canaã de Carajás e Parauapebas, Estado do Pará.**

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006.

FALESI, I, C. **O ambiente edáfico**. In: Carajás desafio político, ecologia e desenvolvimento / José Maria Gonçalves Jr. (Org); apresentação José de Anchieta Moura Fé. São Paulo: Brasiliense; (Brasília, DF): Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 1986, p.127.

FREITAS, M.L.D. **Algumas considerações sobre a Região-Programa**. In: Carajás: desafio político, ecologia e desenvolvimento / José Maria Gonçalves Jr. (Org); apresentação José de Anchieta Moura Fé. São Paulo: Brasiliense; (Brasília, DF): Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, p. 22-29, 1986.

IBGE. **Manual Técnico de Geomorfologia**. 2ª ed. Rio de Janeiro, 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Vegetação**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2012.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, 2003. CVRD Companhia Vale do Rio Doce - STP Engenharia de Projetos LTDA. **Plano de Manejo para uso múltiplos da Floresta Nacional De Carajás**.

JACOBI, C.; CARMO, F. **Diversidade dos campos rupestres ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, MG**. Megadiversidade, v. 4, n. 1-2, p. 24-32, 2008.

JOÃO, X.S.J. **Arcabouço Geológico tectônico e Implicações Metalogenéticas**. Geodiversidade do estado do Pará / Organização Xafi da Silva Jorge João, Sheila Gatinho Teixeira, Dianne Danielle Farias Fonseca. - Belém: CPRM, 2013. 258 p.

LINDENMAYER, Z.G., et al. **Considerações sobre a origem das formações ferríferas da formação Carajás, Serra dos Carajás**. Revista Brasileira de Geociências. Vol.31(1), p.21-28, março de 2011.

MARQUE, J., et al. **Considerações sobre o clima**. In: Carajás: desafio político, ecologia e desenvolvimento / José Maria Gonçalves Jr. (Org); apresentação José de Anchieta Moura Fé. São Paulo: Brasiliense; (Brasília, DF): Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, p.59-87, 1986.

NASCIMENTO, M.S.; OLIVEIRA, D.A. **Ambiente Depositional e proveniência da Formação Gorotire, Província Carajás, Sudeste do Cráton Amazônico**. Contribuições à Geologia da Amazônia - Volume 9, p. 1-14, setembro de 2015.

NUNES, J. **Florística, estrutura e relações solo-vegetação em gradient fitofisionômico sobre canga, na Serra Sul, FLONA de Carajás-Pará**. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 112 p, 2009.

Plano de pesquisa geossistemas ferruginosos da Floresta Nacional de Carajás: temas prioritários... / organizadora Liliane Bezerra; colaboradores André Afonso Ribeiro... [et al.]. — Brasília: ICMBIO, 2017. 82 p.

PORTO, M. L.; SILVA, M. F. F. **Tipos de vegetação metalófila em áreas da Serra de Carajás e de Minas Gerais, Brasil.** Acta Botânica Brasílica 3(2), 1989, p.13-21.

Proposta de criação do Parque Nacional do Campos Ferruginosos de Carajás. ICMBio, 2016, p. 01-08.

SOUZA, F.C.R.; CARMO, F.F. **Geossistemas Ferruginosos no Brasil.** In: Geossistemas Ferruginosos do Brasil: Áreas prioritárias para conservação da diversidade geológica e biológica, patrimônio cultural e serviços ambientais. Organizado por Flávio Fonseca do Carmo e Luciana Hiromi Yoshino Kamino. — Belo Horizonte: 3i Editora, 2015.p.47- 76.

RIBEIRO, A.S.S. **Caracterização Física, Química, Mineralógica e Micromorfológica dos Solos da Serra Sul, Floresta Nacional De Carajás, Pará.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 126 p, 2009.

RIZZINI, C.T. 1997. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos.** 2ed. Rio de Janeiro: 1979.

RODRIGUEZ, J. M. M., et al. **Análise da paisagem como base para uma estratégia de organização geoambiental: Corumbataí (SP).** Geografia, Rio Claro. Vol. 20(1): 81-129, abril 1995.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental.** Fortaleza: Editora UFC, 2013.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. **Planejamento e gestão ambiental: subsídios da geoecologia das paisagens e da teoria geossistêmica.** Fortaleza: Edições UFC, 2018.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. **Teoria dos Geossistemas – o legado de V.B. Sochava: Volume I Fundamentos Teóricos-metodológico.** Fortaleza: Edições UFC, 2019.

SANTOS, B.A. **Recursos minerais.** In: Carajás: desafio político, ecologia e desenvolvimento / José Maria Gonçalves Jr. (Org); apresentação José de Anchieta Moura Fé. São Paulo: Brasiliense; (Brasília, DF): Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, p. 294-361, 1986.

SCHAEFER. C. E G. R., et al. **Ecosistemas e Geoambientes de Canga Ferruginosa em Carajás: Paisagens Singulares em Risco de Extinção.** In: Projeto cenários: conservação de campos ferruginosos diante da mineração em Carajás / Frederico Drumond Martins, Luciana Hiromi Yoshino Kamino e Katia Torres Ribeiro (organizadores). – 1. ed. – Tubarão (SC), 467 p. 2018.

SCHAEFER. C. E G. R., et al. **Características químicas e mineralogia de solos perférricos da Serra Sul de Carajás.** Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat., Belém, v. 11, n. 1, p. 57-69, jan.-abr. 2016.

SCHAEFER, C. E. G. R., et al. **Geoambientes, solos e estoques de carbono na Serra Sul de Carajás, Pará, Brasil**. Revista Ciência. Naturais, Belém, v. 11, n. 1, p. 85-101, jan.-abr. 2016.

SECCO, R.S.; MESQUITA, A.L. **Nota Sobre a Vegetação de Canga da Serra Norte. I**. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Nova Série Botânica, 59: 1983, p.1-13.

SHIMIZU, V. K. **Classificação e Caracterização de Tipos de Minérios de Cobre da Mina do Sossego**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SILVA, M.F.F., et al. **Estudos botânicos: histórico, atualidade e perspectivas**. In: Carajás: desafio político, ecologia e desenvolvimento / José Maria Gonçalves Jr. (Org); apresentação José de Anchieta Moura Fé. São Paulo: Brasiliense; (Brasília, DF): Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, p. 184-207, 1986.

Silva, H.Z. 2001. **Hidrogeologia de regiões mineiras**. Rem: Revista Escola de Minas, 54: 199-204.

TRICAT, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE. Diretoria técnica, SUPREN, 1977, 91 p.

VALETIM, R.; OLIVITO, J. P. **Unidade espeleológica Carajás: delimitação dos enfoques regional e local, conforme metodologia da in-02/2009 mma**. Revista Espeleo-Tema, Campinas, v.22, n.1, p. 41-60, 2011.

VIANA, P.L.; et al. **Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: história, área de estudos e metodologia**. Rodriguésia 67, n. 5 (Especial): p.1107-1124. 2016.

VIANA, P. L.; LOMBARDI, J. A. **Florística e caracterização dos campos rupestres sobre canga na Serra da Calçada, Minas Gerais, Brasil**. Rodriguésia, v. 58, n. 1, p. 159- 177, 2007.

VINCENT, R. C. **Florística, fitossociologia e relações entre a vegetação eo solo em áreas de campos ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais**. (Doutorado). Departamento de Ecologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. 144 p.

VIDAL, M.R. **Geoecologia das paisagens: fundamentos e aplicabilidades para o planejamento ambiental no baixo curso do rio Curu-Ceará-Brasil**. 2014. 190 p. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2014.

ZAPPI, D. **As plantas na paisagem: distintos tipos de vegetação. Paisagens e Plantas de Carajás** – 1. ed.; bilíngue. – Belém, PA: Instituto Tecnológico Vale (ITV), 2017.