

AMAZÔNIA

A REGIÃO DE CARAJÁS

MAURÍLIO DE ABREU MONTEIRO
Organizador

AMAZÔNIA

A REGIÃO DE CARAJÁS



Universidade Federal do Pará – UFPA

Reitor: Emmanuel Zagury Tourinho

Vice-Reitor: Gilmar Pereira da Silva

Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação: Maria Iracilda da Cunha Sampaio

Núcleo de Altos Estudos Amazônicos – NAEA

Diretor Geral: Armin Mathis

Diretora Adjunta: Mirleide Char Bahia

Editora NAEA

Editor-Chefe: Silvio José de Lima Figueiredo

Divisão de Editoração: Aurilene Ferreira Martins e Albano Rita Gomes

Conselho Científico

Presidente - Prof. Dr. Armin Mathis – Universidade Federal do Pará

Vice-Presidente - Profa. Dra. Mirleide Bahia – Universidade Federal do Pará

Profa. Dra. Ana Paula Vidal Bastos – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Alberto Mejías Rodríguez – Universidad de La Habana, Cuba

Prof. Dr. Germán Alfonso Palacio Castañeda – Universidad Nacional de Colombia,

Letícia Profa. Dra. Maria Manuel Rocha Teixeira Baptista – Universidade de Aveiro,

Portugal Prof. Dr. Miguel Piñedo-Vasquez – Columbia University – New York, EUA

Prof. Dr. Ronaldo de Lima Araújo – Universidade Federal do Pará

Coordenação de Comunicação e Difusão Científica

Armin Mathis

MAURÍLIO DE ABREU MONTEIRO
Organizador

AMAZÔNIA

A REGIÃO DE CARAJÁS



BELÉM
2023

Diagramação

Triunfal Gráfica e Editora

Foto de capa

Agropecuária Santa Barbara (Xinguara, Pará), antiga área dos castanheais Espírito Santo e Carajás.
Autor: Bloomberg (Getty Images)

Criação da capa

Lucas França Rolim

Revisão de texto

Conforme as regras do novo Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa.
Andrew Caetano (Editora Cubo)

Padronização e normatização

Lucas França Rolim
Idelvandro José de Miranda Fonseca

Editoração final

Aurilene Ferreira Martins
Editora NAEA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Biblioteca do NAEA/UFPA-Belém-PA

A489 Amazônia: a região de Carajás [recurso eletrônico] / Maurílio de Abreu Monteiro, organizador. — Belém: NAEA, 2023.
756 p.: il. 18,2 x 25,7 cm.

Inclui bibliografias
ISBN 978-85-7143-217-8

1. Carajás, região de (PA) - Desenvolvimento. 2. Desenvolvimento sustentável - Carajás, região de (PA). 3. Minas e recursos minerais - Carajás, região de (PA). 4. Planejamento regional - Amazônia. 5. Amazônia - Condições econômicas. I. Monteiro, Maurílio de Abreu, org.

CDD 23. ed. – 330.98115

Elaborado por Maria do Socorro Barbosa Albuquerque – CRB-2/871

Disponível em:

<https://doi.org/10.4322/978-85-7143-217-8>

© Direitos Reservados aos autores

Editora NAEA

Av. Perimetral, nº 1 - Campus Universitário do Guamá
Belém - PA - CEP 66.075-750 – (91) 3201-7231
naeaeditora@gmail.com, editora_naea@ufpa.br

SUMÁRIO

Prefácio	1
<i>Carlos Antônio Brandão</i>	
Parte 1 Região, aspectos teóricos e metodológicos	7
1 A importância heurística da região, uma nota	9
<i>Marcos Alexandre Pimentel da Silva</i>	
2 Expansão geográfica, fronteira e regionalização: a região de Carajás	17
<i>Maurílio de Abreu Monteiro e Regiane Paracampas da Silva</i>	
3 Modernização caricata e acumulação capitalista na Amazônia: o caso da região de Carajás	35
<i>Maurílio de Abreu Monteiro, Mirleide Chaar Babia e Edna Maria Ramos de Castro</i>	
4 Ajuste espacial e temporal na Amazônia: reflexões sobre fronteira do capital e des-re-configurações territoriais	53
<i>Fernando Michelotti, Humberto Miranda do Nascimento e Evaldo Gomes Júnior</i>	
5 Um diálogo possível? Aproximações e ressignificações do inventário furtadiano na interpretação da região de Carajás	77
<i>Rafael Gonçalves Gumiero</i>	
6 Natureza, infraestrutura, mineração e urbanização: cartografando interseções históricas na região de Carajás	93
<i>Patrícia Capanema Álvares Fernandes</i>	
Parte 2 Tópicos da história regional	115
7 A Amazônia em páginas impressas: a Série Realidade Brasileira da <i>Folha de S. Paulo</i>	117
<i>Eduardo de Melo Salgueiro</i>	
8 Alteridades e outridades na região de Carajás	139
<i>Idelma Santiago da Silva, Flávia Marinho Lisboa e Laécio Rocha de Sena</i>	
9 Privatização de terras na Amazônia: o caso do Polígono dos Castanhais	159
<i>Maurílio de Abreu Monteiro, Amarildo José Mazutti e Regiane Paracampas da Silva</i>	
10 O passado autoritário e seus rastros: 50 anos da Guerrilha do Araguaia (1972-2022)	183
<i>Janaílson Macêdo Luiz</i>	
11 Ouro, empresas e garimpeiros na Amazônia: o caso emblemático de Serra Pelada	207
<i>Maurílio de Abreu Monteiro, Maria Célia Nunes Coelho, Raimundo Garcia Cota e Estêvão José da Silva Barbosa</i>	
12 Estado de Carajás: vontades de verdade em (dis)curso	231
<i>Flávia Marinho Lisboa</i>	

13 Do pentecostalismo à terra de realização <i>Fernando Arthur de Freitas Neves</i>	257
Parte 3 Economia e região	279
14 Crescimento econômico e competitividade espúria na Amazônia: o caso da região de Carajás <i>Maurílio de Abreu Monteiro</i>	281
15 Mercantilização de recursos naturais, desigualdade e pobreza na Amazônia: a região de Carajás <i>Maurílio de Abreu Monteiro</i>	309
16 Relações mercantis e hierarquias na região de Carajás: um perfil econômico a partir de registros fiscais do estado do Pará <i>Lucas Rodrigues</i>	341
17 O FNO na região amazônica de Carajás: aprofundando o caráter primário e deletério da economia regional <i>Rafael Gonçalves Gumiero</i>	361
18 A escala nacional importa? O novo padrão de acumulação no Brasil e a centralidade da região de Carajás <i>Giliad de Souza Silva</i>	381
Parte 4 Conformação da rede urbana	415
19 A inserção das cidades na configuração da fronteira amazônica: um estudo de morfologia urbana na região de Carajás, 2010 – 2020 <i>José Júlio Ferreira Lima e Lucas França Rolim</i>	417
20 Núcleos urbanos informais em Carajás: o caso das Regiões Imediatas de Marabá e Parauapebas <i>Sergio Moreno Redón, Gabriel Moraes de Outeiro, Ana Carolina Campos de Melo e Rafael Gonçalves Gumiero</i>	441
21 Saneamento básico e pobreza na Amazônia: um diagnóstico para a região de Carajás <i>Daniel Nogueira Silva, Emílio Campos Mendes e Ritbielly Lira Sousa</i>	467
22 Panorama midiático da região de Carajás <i>Elaine Javorski Souza</i>	485
Parte 5 Ensino e escola	503
23 Letramento precário: uma faceta da configuração da região de Carajás <i>Vanja Elizabete Sousa Costa, Maurílio de Abreu Monteiro e Gabriel Costa Oliveira</i>	505
24 A escola como objeto de pesquisa histórica na e sobre a região de Carajás: notas iniciais <i>Erinaldo Vicente Cavalcanti</i>	523

25 Para superar abismos no ensino: um outro modo de organizar e construir conhecimento <i>Rosemeri Scalabrin</i>	545
Parte 6 Elementos do agrário regional	569
26 Trajetórias produtivas no agrário amazônico: o caso da região de Carajás <i>Maurílio de Abreu Monteiro</i>	571
27 Cenário e perspectivas para a produção animal na região de Carajás <i>Anaiane Pereira Souza, Caroline Nebo, Fernanda Franco Alves e Ester da Silva Criança</i>	613
28 Caracterização produtiva da atividade leiteira em estabelecimentos na região de Carajás <i>Jefferson Rodrigues Gandra, Fabíola Miranda da Silva, Lucas Magevski Soares, Paulo Vinícius da Costa Mendes, Erika Rosendo de Sena Gandra e Milena Raiane Alves da Silva</i>	637
29 O ônus ambiental do paradigma agropecuário em Carajás e a construção de alternativas <i>Diego de Macedo Rodrigues e Maurílio de Abreu Monteiro</i>	655
Parte 7 Domínios da natureza	675
30 Componentes naturais da paisagem na região de Carajás <i>Estêvão José da Silva Barbosa, Maria Rita Vidal, Abraão Levi dos Santos Mascarenhas e Larissa Nascimento Fanjas da Silva</i>	677
31 Geoeecologia: aportes para uma aproximação taxonômica das unidades de paisagens para a região de Carajás <i>Maria Rita Vidal, Abraão Levi dos Santos Mascarenhas, Edson Vicente da Silva e Estêvão José da Silva Barbosa</i>	707
32 A matriz hidrográfica da região de Carajás: um estudo sobre unidades fluviais e pressões espacialmente explícitas na paisagem <i>Keid Nolan Silva Sousa</i>	729
Sobre as autoras e os autores	751

COMPONENTES NATURAIS DA PAISAGEM NA REGIÃO DE CARAJÁS

Estêvão José da Silva Barbosa  

Maria Rita Vidal  

Abraão Levi dos Santos Mascarenhas  

Larissa Nascimento Fanjas da Silva  

INTRODUÇÃO

A região de Carajás abrange, na totalidade de seus 32 municípios, uma extensão de 239 mil km², que corresponde a cerca de 19% dos 1,2 milhão de km² do estado do Pará, e 4,12% dos 5,8 milhões de km² do bioma Amazônia (Albert et al., 2021). A extensão por si só é um dado considerável da geografia regional de Carajás, mas não faz sentido para a análise geográfica se não for contextualizada a partir da diversidade de processos e formas naturais e sociais que fazem dessa região um espaço peculiar. Nesse artigo, faz-se a análise das componentes naturais da paisagem na região de Carajás a partir de uma revisão de literatura e da produção de uma cartografia digital de escala média (1:250.000), apoiada em dados secundários. Buscou-se identificar, delimitar e caracterizar estas componentes naturais, que nessa escala incluem os fatores abióticos e bióticos suprarregionais, bem como sub-regionais.

Foram incluídos dois tópicos referentes aos impactos ambientais na região de Carajás, em particular sobre a cobertura vegetal e o clima, duas componentes diretamente relacionadas com a formação de paisagens antroponaturais na Amazônia a partir dos anos 1950. Neste contexto, é preciso contextualizar as paisagens sob forte intervenção antrópica na região à luz da natureza transformada, refutando as teses equivocadas de que a redução da floresta é sinônimo da produção de espaços não amazônicos.

PRESSUPOSTOS TEORÉTICOS E METODOLÓGICOS

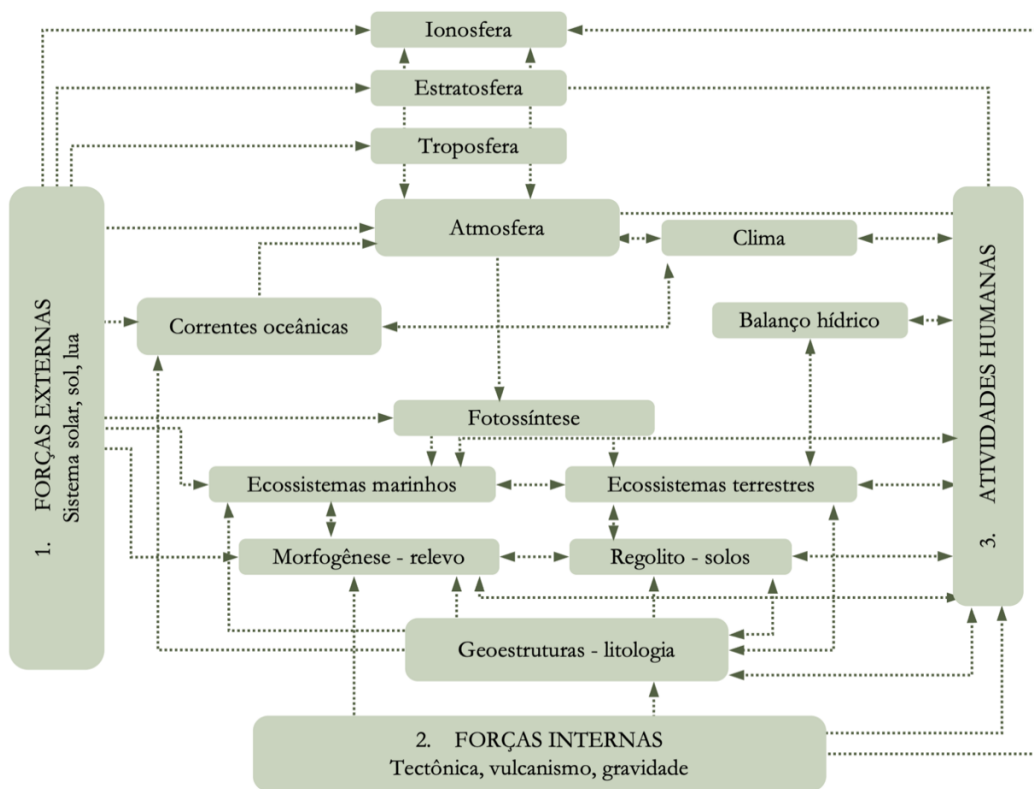
Elementos para análise da paisagem

A análise sobre a natureza na Geografia Física envolve, comumente, o conceito de paisagem como (geos) sistema como expressão geocológica – funcional e material –, o que passa pela interação entre as componentes “naturais” e “humanos”. Neste sentido, a paisagem é um conjunto

integrado e complexo de fatores bióticos, abióticos e humanos (Ross, 2006). As componentes naturais são, portanto, abióticos (geologia, geomorfologia, pedologia, clima e hidrografia) e bióticos (vegetação e demais seres vivos). A ação humana entra nesse conjunto como uma nova componente que origina fluxos de matéria e energia, alterando a expressão geocológica da paisagem natural, o que cria a paisagem antropocultural (Rodríguez et al., 2022).

As componentes naturais são, em sua gênese, independentes das ações humanas, e em face de mudanças ocasionadas por estas, aquelas componentes mantêm algumas características originais e continuam sendo animados pelas forças telúricas internas, isto é, oriundas do interior da Terra – a tectônica, o vulcanismo e a gravidade; ou por forças externas que provêm de fora do planeta – as interações com o sistema solar (Figura 1). Na produção dos impactos ambientais as condições naturais da paisagem são alteradas e podem alterar as condições sociais, políticas, culturais, econômicas e/ou históricas (Coelho, 2000).

Figura 1 – O sistema da natureza terrestre: fluxos de matéria e energia.



Fonte: Tricart e KiewietdeJonge (1992). Elaborada pelos autores.

O entendimento sobre a natureza segue o enfoque geossistêmico e a taxonomia de unidades de paisagem (Bertrand, 1971; Rodríguez et al., 2022), que no seu nível superior (escala global) compreende a zonalidade climática, isto é, os fatores gerais sobre o clima; e nas escalas intermediária (escala regional) e imediata (escala local) a geodiversidade das condicionantes

geológicas, geomorfológicas, hidrográficas, vegetacionais e pedológicas, além dos meso e microclimas¹.

Bases cartográficas e dados secundários

A cartografia digital das componentes da natureza iniciou com os *shapefiles* (vetores) da base contínua ao milionésimo (BCM ou BCIM) disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), nas escalas médias 1:1.000.000 (versão 2016 – curvas de nível com 100 m de equidistância) e 1:250.000 (versão 2019 – limites administrativos, localidades, estradas e drenagem). Uma base cartográfica sistemática de maior escala está disponível no Geoportal do Ministério do Exército – Banco de Dados Geográficos (BDGEX), aproveitando-se algumas folhas da série 1:100.000 para visualização de aspectos sub-regionais.

A escala 1:250.000 também é a referência para o mapeamento de informações ambientais do IBGE – Geologia, Geomorfologia, Pedologia e Vegetação. O uso e cobertura da terra, na escala 1:100.000, foram mapeados a partir da base do Projeto MapBiomas – Coleção 6, para anos selecionados (1985, 1995, 2005, 2015 e 2020), sendo necessário vetorizar os arquivos originais em formato matricial (*raster*) com 30 x 30 de resolução espacial e escala 1:100.000.

Outra base cartográfica utilizada constou dos modelos digitais de elevação (MDE) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), projeto Topodata, o qual disponibiliza cenas do satélite SRTM (1 arco/segundo) com resolução 30 x 30 m, e escala aproximada de 1:100.000.

Os dados climáticos (pressão atmosférica, precipitação, temperatura e umidade relativa do ar) foram compilados das normais climatológicas para estações meteorológicas localizadas dentro da área de estudo e no seu entorno, integrantes da rede de observação do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), nos períodos convencionais 1961-1990 e 1981-2010, o que permitiu estabelecer comparações para averiguação de mudanças climáticas; e mapas climatológicos 1981-2010 gerados diretamente na plataforma interativa do *National Oceanic and Atmospheric Administration* (Nooa) – *Analysis and Plotting Tools*.

Os mapas gerais da região de Carajás foram confeccionados por meio do programa de licença livre QGIS v3.16.11 (*Hannover*), empregando-se uma escala de representação 1:2.800.000. A análise e produção cartográfica tiveram o auxílio da literatura específica (formato impresso ou digital) a respeito dos aspectos naturais da área, bem como da série de Manuais Técnicos em Geociências do IBGE para Cartografia, Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação (Sistema de Classificação da Vegetação Brasileira), Uso e Cobertura da Terra (SCUT); e o atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) (Embrapa, 1999).

Evolução do conhecimento sobre a geografia física da região de Carajás

A evolução do conhecimento sobre a geografia física da região de Carajás ou, dito em outras, os componentes naturais da paisagem, foi entendida a partir de adaptação das fases do conhecimento geológico da Amazônia (Teixeira e Lindenmayer, 2006). São reconhecidas quatro fases distintas: inicial (até 1891), pioneira (1892 a 1952), moderna (1953 a 1964), e a atual (a partir de 1965). As primeiras descrições de conjunto dessa região, na fase inicial, remontam aos séculos

¹ Uma proposta de delimitação das unidades de paisagem é apresentada em Vidal et al. (2023).

XVIII e XIX, com os relatos de viajantes que percorreram os vales dos rios Araguaia, Tocantins, Xingu e alguns afluentes (p. ex. Castelnau, 1949; da Prússia, 1977; Magalhães, 1863). Esses relatos descreveram as componentes naturais ainda sob pouca influência da ação humana, que ocorria pontualmente sem imprimir mudanças significativas na natureza, a exemplo de tribos indígenas, colônias militares e outros núcleos de ocupação (Monteiro e Silva, 2023; Serra e Sabino, 2021).

Os relatos, apesar de seu caráter fortemente descritivo, ajudaram a conhecer as paisagens das regiões interiores do Brasil, muitas vezes a pedido de autoridades governamentais, e tiveram um triplo objetivo: conhecer a natureza e os povos indígenas destas áreas; procurar por bens minerais e zonas propícias para a agricultura e a pecuária; e estabelecer rotas de comunicação e comércio entre o Pará, Goiás e Mato Grosso, dificultadas pela existência de cachoeiras e “pedrais” nos rios, serras e demais elevações que movimentam o relevo (Figura 2).

Figura 2 – Paisagem do médio rio Tocantins em trecho encachoeirado com rochas aflorantes, local possivelmente próximo à atual cidade de Itupiranga, 1926.



Fonte: Acervo do Arquivo Histórico Manoel Domingues, Fundação Casa da Cultura de Marabá.

A seguir, na fase pioneira, o povoamento e a exploração econômica continuaram sendo uma motivação para a realização de viagens exploratórias. A literatura produzida nessa fase foi evoluindo de meras descrições para estudos de caráter científico e relatórios técnicos (p. ex. Coudreau, 1897, 1977, 1980; Moura, 1943).

Ainda nessa fase pioneira a grande limitação dos viajantes e/ou cientistas era o seu alcance restrito a itinerários fluviais, fato reconhecido por Ab'Saber (1967) para toda a Amazônia. A expressão geográfica dos rios denominava, inclusive, toda a atual região de Carajás, a qual incluía a chamada “Região” dos Rios, dividida em três “Zonas”: Tapajós, Xingu e Tocantins, conforme uma regionalização econômica apresentada pelo Governo Estadual (Pará, 1925). Apesar de não

caracterizar as zonas em seus aspectos naturais, este documento aponta os aspectos da ocupação humana que predominavam na parte “alta” (alto curso) daqueles rios: a diminuta população, fraco povoamento e atividades produtivas concentradas na extração de látex, caucho e castanha.

Na aurora dos anos 1950, se por um lado as componentes naturais do Xingu, do Araguaia e do Tocantins estavam relativamente bem conhecidas, por outro lado, o que se sabia acerca do interior do vasto interflúvio entre esses rios era muito mais especulação – por exemplo as serras, os campos de natureza e sua possibilidade de aproveitamento para a pecuária, e os potenciais de exploração de recursos naturais.

No entanto houve avanços, principalmente no que diz respeito ao conhecimento da geologia, geomorfologia, vegetação e clima, bastante diferenciados do cenário natural que se observava nas terras baixas amazônicas. As obras escritas até meados da década de 1960 encontram uma boa síntese em Dias (1958) e Valverde e Dias (1967), que se referiram à região como o “sertão do Tocantins paraense”, na mesorregião Sudeste Paraense (1990).

A geologia e o relevo passaram a ser os principais elementos de identificação da atual região de Carajás, na área de planaltos “cristalinos” do sul da Amazônia. Moura (1943) usou o termo “zona” do *penepiano*, depois reconhecida pelo IBGE (1957) e Guerra (1959) como a “região” da *encosta setentrional do planalto brasileiro*. Essas referências voltam a destacar a pequena população, o fraco povoamento e a concentração das atividades produtivas no extrativismo, agora acrescidas da extração de diamantes e cristal de rocha. Nesse contexto os impactos das ações humanas sobre a natureza permaneciam pontuais.

Para a região de Carajás, o conhecimento moderno sobre as suas componentes naturais, acompanhando a evolução mais geral das pesquisas na Amazônia, passou a existir somente a partir de 1953, no âmbito de estudos e de projetos da Petrobrás e da Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia (Spvea), a exemplo do Projeto Araguaia – geologia básica, concluído em 1962 (Santos, 1981; Texeira e Lindenmayer, 2006).

A revisão de teorias e a introdução de novas técnicas e estudos a partir das décadas de 1950 e 1960, portanto, na fase moderna, revelou uma grande diversidade de formas tanto nas planícies quanto nos planaltos regionais, sobretudo ao se adentrar as vastas extensões dos interflúvios, afastando-se do litoral e da calha dos principais rios (Ab'Saber, 1967; Guerra, 1959; Moreira, 1977). No âmbito do projeto Radam ou Radambrasil – levantamento de recursos naturais (1970-1985), enfim as componentes naturais passaram a ser estudadas e mapeadas em sua totalidade. Foram necessários 3 volumes do Radam para cobrir toda a região de Carajás, nas Folhas SA.23 São Luís (Brasil, 1973, v.3), SB.22 Araguaia e SC.22 Tocantins (Brasil, 1974b, v.4), e SA.22 Belém (Brasil, 1974a, v.5). Além disso, a descoberta de importantes jazidas minerais em Carajás motivou a realização de farta literatura sobre os aspectos geológicos a partir de 1965 (Texeira e Lindenmayer, 2006).

Na época do Radam – décadas de 1970 e 1980 – já tinham sido estabelecidos os vetores de ocupação humana que conduziram transformações radicais na natureza, impulsionadas por ações diversas, causadoras de impactos ambientais múltiplos a partir de políticas, de planos e de programas governamentais, e da expansão de várias frentes agropecuárias, minerárias e

demográficas. Ab'Sáber (1987) e Valverde (1989) foram alguns dos pioneiros na análise e na denúncia destes impactos.

Na fase atual, se o conhecimento da natureza conta com um bom referencial – em que se caracteriza a região de Carajás como parte de um planalto com substrato de rochas cristalinas, rios encachoeirados, em um cenário geral de transição bioclimática entre a Amazônia e o Brasil Central –, não existe ainda uma contribuição de síntese sobre as unidades de paisagem da região de Carajás, embora se registrem algumas análises mais locais nesta problemática (p. ex. Castro e Watrin, 2013; Mesquita e Mascarenhas, 2018; Pimentel et al., 2018; Vidal e Mascarenhas, 2020).

ZONALIDADE E ASPECTOS CLIMÁTICOS DA REGIÃO DE CARAJÁS

No norte da América do Sul a Amazônia surge como expressão geográfica do cinturão zonal de climas tropicais quentes e úmidos do planeta, isto é, os trópicos úmidos. Nos quadros de natureza do continente e do Brasil, a Amazônia é um *bioma*, e sua característica marcante é a extensividade da floresta ombrófila, *rainforest* em língua inglesa (Moraes et al., 2021).

Sua condição bioclimática é bastante homogênea por uma extensão superior a 7 milhões de km² (Figuras 3 e 4), em posição equatorial a subequatorial. O clima macrorregional é marcado por forte insolação diária, baixas pressões atmosféricas permanentes, temperaturas elevadas o ano inteiro, convecção e nebulosidade frequentes e livre circulação para a entrada e passagem das massas de ar úmidas vindas do oceano, o que resulta em climas megatérmicos (médias mensais de temperatura do ar superiores a 18° C) e chuvosos (média pluviométrica total de 2.300 mm/ano e variação espacial entre 1.500 e 3.500 mm/ano). A presença da floresta é favorecida por estas condições, sendo responsável, também, pela ciclagem local das chuvas e pelos elevados índices de umidade relativa do ar, porém, esse mecanismo pode ser alterado por causa do desmatamento (Marengo e Nobre, 2009; Nimer, 1977).

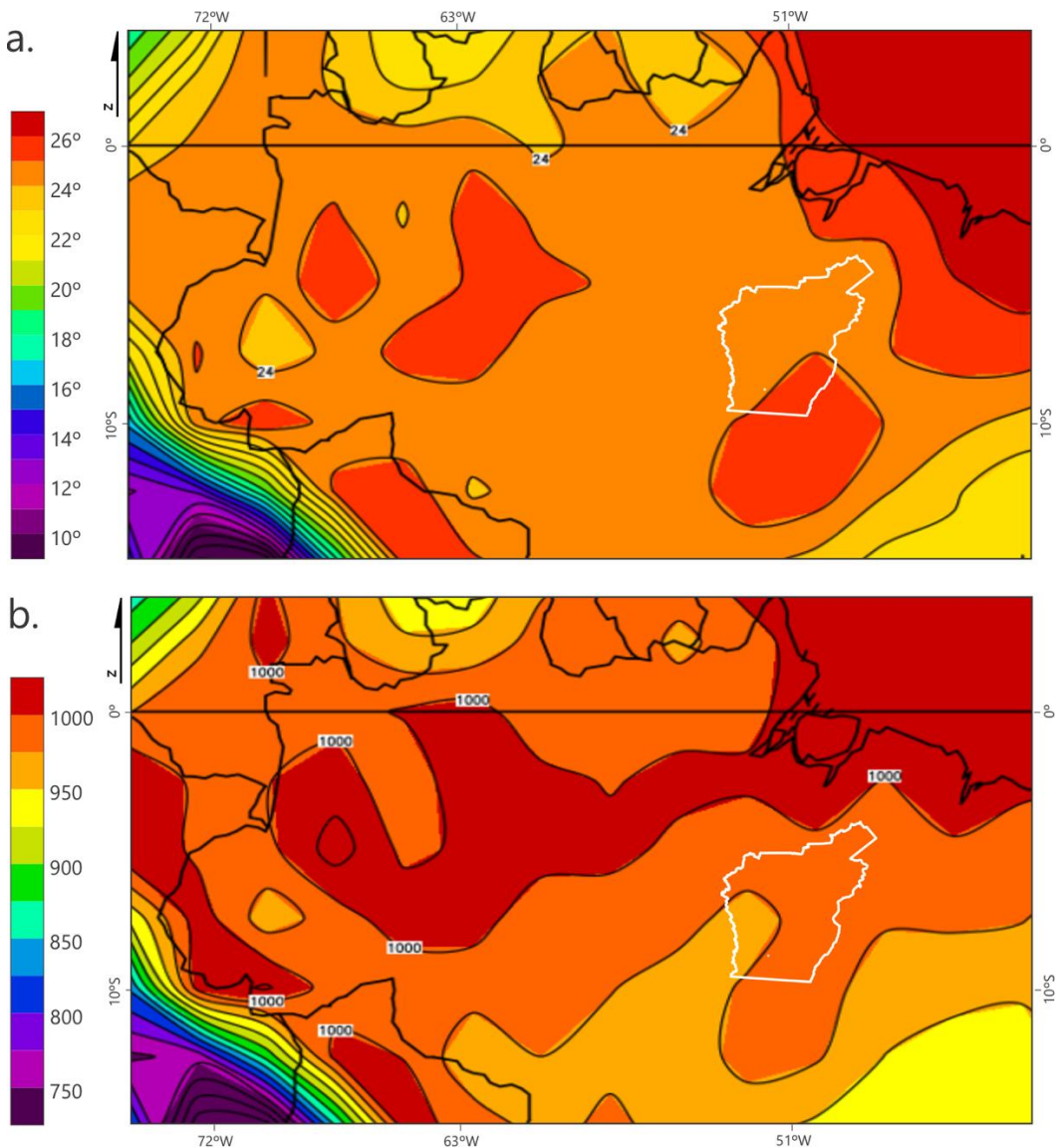
Ao se observar e comparar dados de estações meteorológicas da região de Carajás (Marabá, São Félix do Xingu e Conceição do Araguaia) com algumas do entorno (Belém – PA, Tucuruí – PA, Matupá – MT e Pedro Afonso – TO), percebe-se uma redução geral da pluviosidade para sudeste, na direção do Brasil central, isto é, para o bioma Cerrado (Tabela 1). Neste sentido, a região de Carajás, situam-se na zona de transição bioclimática entre a Amazônia e o Cerrado.

Assim, no quadro geral de climas da Amazônia ocorre uma transição entre as áreas mais e menos úmidas, com uma mudança gradativa do padrão climático equatorial típico Af – sem estação seca e pluviosidade média anual elevada (> 3.000 mm, superúmido), para os tipos tropicais de monção Am e de savana Aw – ambos com nítida estação seca e pluviosidade média anual entre 2.500 e 1.500 mm (úmido a semiúmido), aproximadamente (Tabela 1). O tipo Am predomina no centro-norte e oeste da região de Carajás, e o Aw no sul-sudeste.

O regime sazonal das chuvas se modifica em relação à Amazônia litorânea e central (p. ex.: Belém e Tucuruí), com uma antecipação do trimestre mais chuvoso, que ocorre em sua maior parte no verão austral (dez./mar.); e do trimestre mais seco totalmente no inverno austral (jun./set.), o que potencializa o risco a queimadas no período. A estação mais seca é atenuada na primavera austral (set./dez.) por causa da expansão da massa equatorial continental (mEc) e

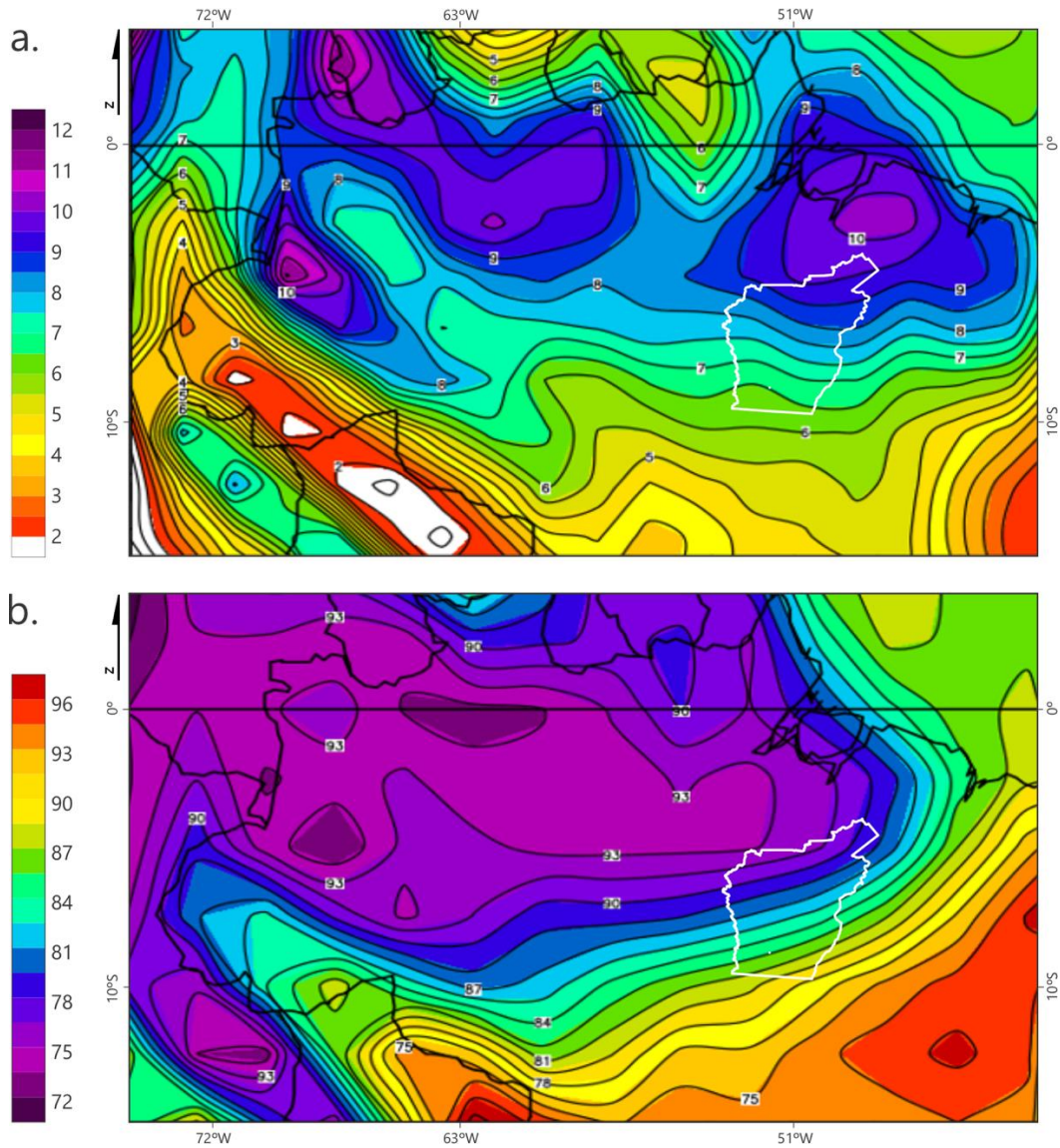
atuação periódica da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), sistemas de circulação de ventos de W formadores de chuvas. Outro sistema importante, com ventos de N, NE e E (ventos alísios da massa equatorial atlântica – mEa), é a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que se instala no verão e início do outono reforçando o período chuvoso. A circulação de ventos de S a SW, associada com o avanço de frentes frias, ou seja, da massa polar atlântica (mPa) pelo sul da Amazônia, tem pouca influência, mas pode contribuir no inverno para uma ligeira queda das temperaturas e redução da umidade relativa do ar (Nimer, 1977).

Figura 3 – Médias climatológicas para o centro-norte da América do Sul, 1981-2010: a. Temperatura do ar em superfície (°C), b. Pressão atmosférica de superfície (Mb), com indicação da região de Carajás.



Fonte: NOAA (2022a). Adaptada pelos autores.

Figura 4 – Médias climatológicas para o centro-norte da América do Sul, 1981-2010, com indicação da região de Carajás: a. média diária de chuva (mm, valor anual = mm x 365) b. umidade relativa do ar (%).



Fonte: NOAA (2022a). Adaptada pelos autores.

A população utiliza os mesmos termos regionais para designar a época do ano com chuvas abundantes e intensa nebulosidade, ou seja, o “inverno” amazônico, que se estende entre dezembro e maio; e a época com menos chuvas e temperaturas mais quentes à sensação térmica, que é o “verão” amazônico, entre junho e novembro (Tabela 1).

Tabela 1 – Médias climatológicas 1981-2010 para estações meteorológicas selecionadas.

	Pluv. méd. (mm)			Sazonalidade			Um. rel. ar (%)			Temperatura média (C)				Clima Köppen		
	ano	mc	ms	Dcc	tc	ts	estia.	ano	mu	Nu	ano	mq	mf		max	min
BEL	3084	450	128	222	FMA	SON	0	85	90	80	26	33	22	37	18	Af
TUC	2432	437	31	155	FMA	JAS	1 a 3	85	90	80	27	34	23	38	18	Am
SFX	2041	323	11	149	JFM	JJA	1 a 3	83	87	77	25	34	18	38	11	Am
MAT	2003	325	4	109	DJF	JJA	1 a 3	80	89	61	25	35	16	39	12	Am
MAR	1899	377	11	115	FMA	JJA	1 a 3	77	84	66	27	35	22	40	18	Aw
CAR	1761	272	5	118	JFM	JJA	4 a 5	84	90	73	27	36	20	41	16	Aw
PAF	1673	277	4	111	JFM	JJA	4 a 5	78	86	61	26	36	19	41	14	Aw

Nota: Siglas e abreviaturas: Est. = estação meteorológica; BEL = Belém (PA); TUC = Tucuruí (PA); SFX = São Félix do Xingu (PA); MAT = Matupá (MT); MAR = Marabá (PA); CAR = Conceição do Araguaia (PA); PAF = Pedro Afonso (TO); Pluv. méd. = pluviosidade média; mm = milímetro; mc = mês mais chuvoso; ms = mês mais seco; dcc = dias com chuva => 1 mm; tc = trimestre mais chuvoso; ts = trimestre mais seco; estia. = estiagem/meses secos; Um. rel. = umidade relativa; mq = temperatura máxima média no mês mais quente; mf = temperatura mínima média no mês mais frio; max = máxima absoluta de temperatura; min = mínima absoluta de temperatura; Af = clima tropical de floresta; Am = clima tropical de monção; Aw = clima tropical de savana.

Fonte: Inmet (2018). Elaborada pelos autores.

Apesar de a região de Carajás manter o padrão regional de temperatura para as médias anuais (25° a 27° C), verifica-se uma ligeira redução das temperaturas mínimas absolutas (11° C em São Félix do Xingu) e das médias do mês mais frio (18° C na mesma estação), o que sinaliza uma estação invernal discreta. Além disso, a média anual do número de dias com chuva se reduz para menos de 150, e a umidade relativa do ar no mês mais seco para valores médios em torno de 61%, enquanto vão aumentando os meses de estiagem (4 a 5 na divisa com o estado de Tocantins) e os extremos das temperaturas máximas absolutas, que podem passar de 40° (p. ex.: Marabá e Conceição do Araguaia) (Tabela 1).

Os aspectos do clima incluem, também, outros fatores de meso ou de microescala como a distância maior para a Linha do Equador, o aumento da continentalidade, e a presença de terrenos mais elevados e massas líquidas que imprimem alterações sensíveis na dinâmica climática e no tempo atmosférico.

Variabilidade e mudanças climáticas

Uma análise das normais climatológicas para os períodos 1961-1990, 1981-2010 e 1991-2020 (Tabela 2) indica que o clima na região de Carajás, assim como em toda a Amazônia, passa por uma variabilidade expressiva, sobretudo na precipitação. Sob o ponto de vista das alterações climáticas, especialmente a temperatura e a umidade do ar e a maior ocorrência de eventos extremos como secas e chuvas volumosas, ainda são necessários estudos mais esclarecedores sobre a relação destes fenômenos com a ação antrópica (Marengo e Nobre, 2009). Para a mesorregião Sudeste Paraense (IBGE, 1990) existem pesquisas que sinalizam os efeitos do desmatamento, da formação do Lago da UHE Tucuruí, da expansão urbana e das anomalias climáticas sobre as condições do tempo e a dinâmica do clima (Medeiros et al., 2020; Neves Júnior, 2018).

Tabela 2 – Normais climatológicas para estações meteorológicas selecionadas.

Período (normal climatológica) Estação meteorológica/ Variáveis	1961-1990		1981-2010		1991-2020	
	C. Araguaia	Marabá	C. Araguaia	Marabá	C. Araguaia	Marabá
Precipitação acumulada anual (mm)	1.723,6	2.174,1	1.760,7	1.899,2	1.743,6	1.786,5
Evaporação anual (mm)	1.102,0	929,8	1.151,0	1.066,0	1.183,6	1.080,2
Trimestre mais chuvoso	JFM	FMA	JFM	FMA	JFM	JFM
Trimestre mais seco	JJA	JJA	JJA	JJA	JJA	JJA
Nº de dias com chuva =< 1 mm no ano	118	127	118	115	115	111
Umidade relativa do ar anual (%)	85,4	82,6	84,4	77,3	79,0	75,8
Intensidade dos ventos anual (m/s -1)	1,53	1,09	2,5	1,8	2,4	-
Insolação anual (horas)	2.171,2	1.884,1	2.215,4	2.217,7	2.372,2	-
Temp. média compensada anual (° C)	25,5	26,3	26,9	27,3	27,4	27,6
Temperatura máxima média anual (° C)	32,7	31,7	33,4	32,8	33,8	33,0
Temperatura mínima média anual (° C)	19,8	22,1	22,0	23,2	22,4	23,4
Temperatura máxima absoluta (° C)	38,8	38,1	41,3	39,7	41,7	39,7
Temperatura mínima absoluta (° C)	9,2	15,6	15,6	17,6	16,3	17,6

Fonte: Inmet (2009, 2018, 2022). Elaborada pelos autores.

Por causa da ausência de séries completas, sobretudo no período mais recente (1991-2020), foram tomadas como referência apenas duas estações, Marabá (PA) e Conceição do Araguaia (PA), consideradas representativas dos aspectos meteorológicos e climáticos na parte norte, centro e oeste, e no sul e sudeste da região de Carajás, respectivamente.

Na estação Marabá se observou redução expressiva na precipitação acumulada, na umidade relativa do ar e no número de dias com chuva significativa (\Rightarrow 1 mm). Com menos chuva e umidade, aumentam a evaporação e a insolação (Tabela 2). Além das implicações negativas destas mudanças para o conforto térmico, é de se esperar que elas contribuam para aumentar as queimadas e prejudiquem a produção agrícola mais dependente da irrigação natural.

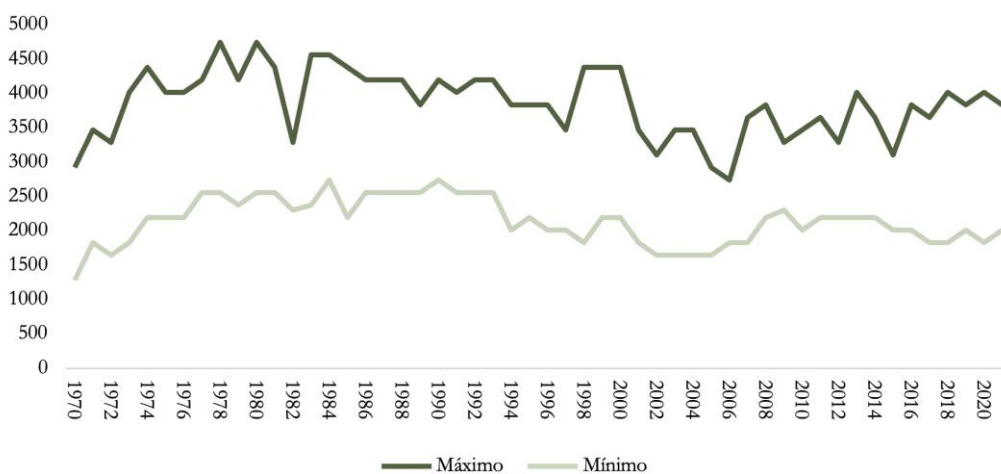
A redução da média pluviométrica anual em Marabá para menos de 2.000 mm implica a mudança do tipo climático Am para o Aw, mais seco e de estiagem mais prolongada segundo os critérios de classificação de Köppen (Ayoade, 1986). Em relação à sazonalidade, houve no período 1991-2020 a antecipação em um mês do trimestre mais chuvoso em Marabá, de FMA para JFM. Em Conceição do Araguaia o tipo climático continuou sendo o Aw, sem alteração dos trimestres mais seco e mais chuvoso. A média pluviométrica anual, os dias com chuva significativa, a insolação e a evaporação apresentaram pouca variabilidade nessa estação, apesar da expressiva redução da umidade do ar, passando de 85,4% para 79,0% (Tabela 2).

Neste cenário de alterações, aumentou a intensidade média dos ventos e todas as variáveis de temperatura do ar, que são dois aspectos importantes para o entendimento das condições locais do tempo atmosférico. Quando se considera também a redução de demais variáveis acima descritas, parece lícito afirmar que a subtração da floresta é o fator chave para que se possa explicar esses processos (Fisch et al., 1998). A mudança na qualidade do ar (contaminação e poluição) é outro aspecto que deve ser lembrado, na medida em que as queimadas e os rejeitos de outras atividades urbanas ou rurais lançam várias substâncias na atmosfera, provocando agravos respiratórios (Dias, 2018).

Para as temperaturas, registra-se entre as médias 1961-1990 e 1991-2010 um acréscimo de 1,3° C nas temperaturas compensadas de Marabá, e de 2,2° C em Conceição do Araguaia. As demais médias de temperatura também apresentaram tendência de aumento gradativo, que pode passar de 3° C, destacando-se a elevação das máximas absolutas para valores próximos ou superiores aos 40° C. Este aspecto, associado com o aumento das temperaturas mínimas médias e absolutas, revela um padrão climático atual ligeiramente mais quente (Tabela 2), o que deve aumentar o desconforto térmico na população.

A variável com maior oscilação é a precipitação, o que pode ser observado pela série histórica dos valores máximos e mínimos de chuva (Figura 5). Acompanhando o gradiente bioclimático de transição entre a Amazônia e o Cerrado, os máximos ocorrem no centro-norte e oeste da região de Carajás (clima Am), enquanto os mínimos ocorrem no sul-sudeste (clima Aw). As diferenças dos valores indicam a variabilidade da precipitação nessas áreas distintas. Embora a tendência para aumento ou redução interanual das chuvas siga uma variabilidade climática geral em face de sistemas atmosféricos globais (Marengo e Nobre, 2009), a sua intensidade pode mudar localmente. Os quartis da chuva mostram uma sucessão muito desigual entre anos considerados de precipitação “normal” e os anos de anomalias positivas (muito chuvoso) ou negativas (seco) entre aquelas áreas (Quadro 1).

Figura 5 – Volumes máximos e mínimos da chuva (mm) na região de Carajás entre 1970 e 2021.



Fonte: NOAA (2022b). Elaborada pelos autores.

No centro-norte e oeste da região de Carajás, entre 1970 e 2020 foram registrados 15 anos muito chuvosos, mas em apenas seis anos as anomalias positivas de chuva estiveram diretamente relacionadas com o fenômeno *La Niña*, no oceano Pacífico – resfriamento das águas oceânicas que no geral provoca o aumento da precipitação na Amazônia (Marengo e Nobre, 2009). No sul-sudeste, foram 12 os anos muito chuvosos neste período, e sua relação com a *La Niña* ocorreu em apenas dois. Isto parece indicar que a oscilação da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) no dipolo (Norte e Sul) do oceano Atlântico é um mecanismo global mais eficiente para gerar anomalias positivas de chuva. De outro modo, existe uma relação mais direta entre os anos secos e o *El Niño*, o qual tem efeito contrário: o aquecimento das águas no Pacífico reduz as chuvas na

Amazônia. Para nove anos considerados secos no centro-norte e oeste, verificou-se que seis anos estiveram sob efeito de *El Niño*, e no sul-sudeste essa relação foi de três anos para seis.

Quadro 1 – Anomalias de chuva na região de Carajás e sua relação com a TSM.

Ano	Anomalias de chuva		Anomalias da temperatura da superfície do mar (TSM)					
	Centro-Norte: seco < 3.467 mm, muito chuvoso > 4.197 mm. Sul-Sudeste: seco < 1.825 mm, muito chuvoso > 2.418 mm	Centro-Norte/Oeste	Sul-sudeste	Pacífico < 0,5° C = La Niña > 0,5° C = El Niño	Atlântico (= < -1 ou => +1° C para a média)			
					Norte			Sul
				Positiva	Negativa	Positiva	Negativa	
1970	Seco		Seco	La Niña	x	x		x
1972	Seco		Seco	El Niño	x		x	x
1977			Muito chuvoso	El Niño	x	x	x	x
1978	Muito chuvoso		Muito chuvoso		x	x	x	x
1980	Muito chuvoso		Muito chuvoso		x	x		x
1981	Muito chuvoso		Muito chuvoso			x	x	x
1982	Seco			El Niño	x	x	x	x
1983	Muito chuvoso			El Niño/La Niña	x	x	x	x
1984	Muito chuvoso			La Niña	x			x
1985	Muito chuvoso			El Niño	x	x	x	
1986			Muito chuvoso	El Niño	x	x	x	x
1987			Muito chuvoso	El Niño	x	x		x
1988			Muito chuvoso	La Niña	x	x	x	
1989			Muito chuvoso	La Niña	x	x	x	
1990			Muito chuvoso		x	x	x	x
1991			Muito chuvoso	El Niño	x		x	x
1992			Muito chuvoso	El Niño	x	x		x
1993			Muito chuvoso		x	x		x
1998	Muito chuvoso			El Niño/La Niña		x	x	x
1999	Muito chuvoso			La Niña	x	x	x	
2000	Muito chuvoso			La Niña	x	x	x	
2002	Seco		Seco	El Niño	x	x	x	x
2003			Seco				x	x
2004			Seco	El Niño	x	x	x	x
2005	Seco		Seco		x	x	x	x
2006	Seco			La Niña/El Niño	x	x	x	x
2009	Seco			La Niña/El Niño	x	x	x	x
2012	Seco			La Niña		x	x	
2015	Seco			El Niño	x	x		x

Fonte: NOAA (2022b, 2022c, 2022d). Elaborado pelos autores.

A série histórica da precipitação mostra, ainda, que o centro-norte da região de Carajás é a área mais sujeita à ocorrência de anomalias e, como tal, é a mais sensível ambientalmente para as alterações climáticas; e a concentração dos anos muito chuvosos até os anos 1990, sendo que a partir de então as anomalias de precipitação passaram a ser negativas, ou seja, fato descrito anteriormente na literatura (Albuquerque et al., 2010). Apesar do forte apelo para as mudanças climáticas regionais como efeito da ação antrópica, os estudos são mais conclusivos para os espaços locais (cidades, pastagens, minas etc.), admitindo-se com reservas as mudanças de grande escala, entendidas muito mais como fenômenos de variabilidade natural do clima (Fisch et al., 1998; Marengo e Nobre, 2009).

OUTRAS COMPONENTES NATURAIS DA PAISAGEM NA REGIÃO DE CARAJÁS

Arcabouço geológico

O substrato litológico da região de Carajás (Figura 6) possui, predominantemente, uma idade arqueozoica (36,04%) e proterozoica (50,11%), e nesse conjunto mais antigo (Pré-Cambriano) apresenta rochas ígneas, metamórficas, vulcanossedimentares e outras do chamado Escudo Brasileiro, que se divide na área em duas províncias: Amazônia, a oeste, e Tocantins, a leste. Uma menor parte é constituída pelas rochas sedimentares paleo-mesozoicas (6,46%) da Província Parnaíba, que ocorre no nordeste da região de Carajás; além de outras coberturas fanerozoicas (6,42%) mais recentes distribuídas de maneira descontínua ao longo de vales fluviais, topos e encostas de serras e de planaltos (Vasquez et al., 2008).

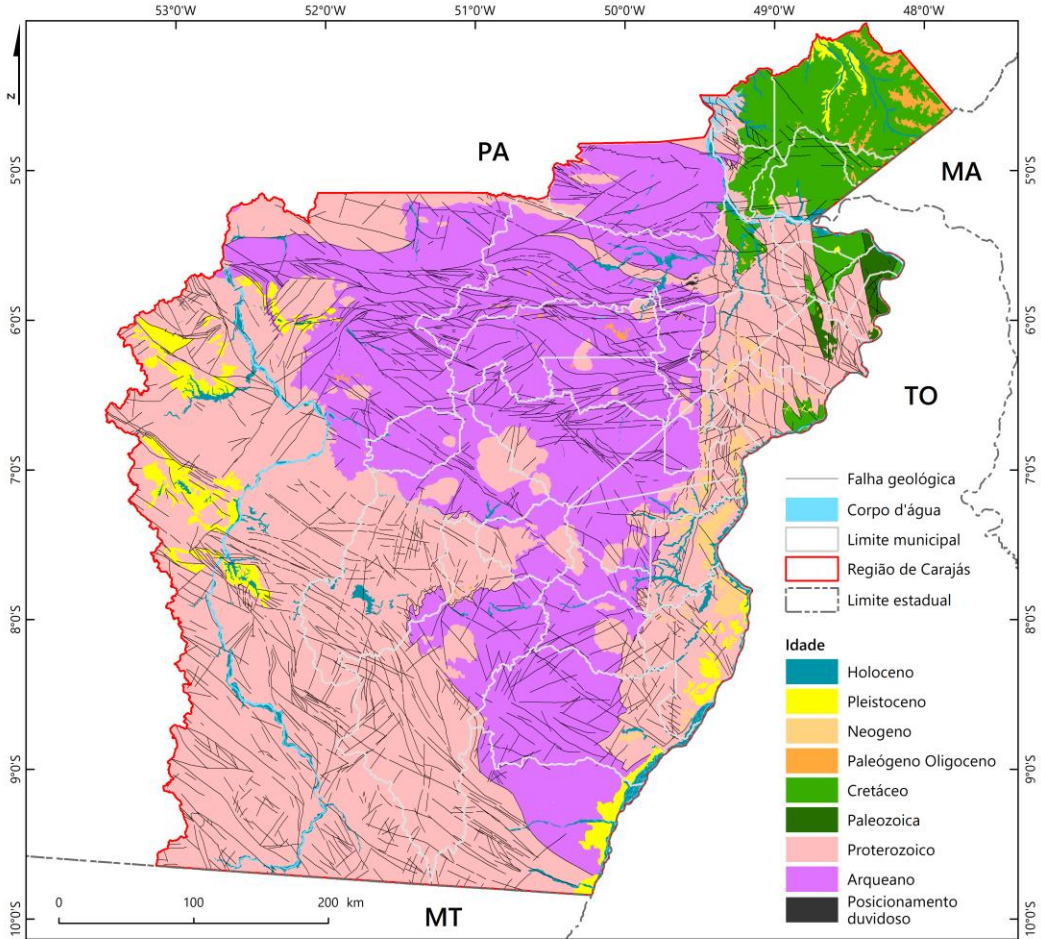
As rochas do pré-Cambriano guardam registros de eventos antigos de formação da Terra e da Plataforma Sul-Americana, sobretudo nos domínios da Província Amazônia. Essa estrutura é um cráton que começou a se individualizar no Arqueano e foi pouco afetado por processos orogênicos posteriores ao Ciclo Transamazônico, do Paleoproterozoico (Vasquez et al., 2008). A longa estabilidade tectônica do cráton favoreceu o enriquecimento de abundantes mineralizações ferríferas, cupríferas, manganíferas e auríferas, dentre outras, destacando-se a Província Mineral de Carajás, considerada uma das maiores do mundo. Inclui, também, granitos e granodioritos diversificados e intrusões menos importantes (Santos, 1981).

Pela borda oriental do Cráton, na Província Tocantins, está o Cinturão Araguaia, uma faixa norte-sul afetada pela orogênese mais recente que atuou na Amazônia, o Ciclo Brasileiro, durante o Neoproterozoico. Este evento reorganizou o embasamento arqueano, dobrou e metamorfozou vastas sequências de rochas sedimentares e vulcânicas (Vasquez et al., 2008).

O Escudo Brasileiro foi fragmentado a partir do final do pré-Cambriano por estruturas do tipo rifte, que evoluíram para a formação das bacias sedimentares paleo-mesozoicas. Na região de Carajás não há registro de sequências da Bacia do Amazonas, encontrando-se apenas as da Bacia do Parnaíba no nordeste da área, onde se destacam sequências de arenitos (Vasquez et al., 2008). Por fim, situa-se no topo da estratigrafia regional a cobertura cenozoica, formada pelas coberturas lateríticas maduras paleogênicas (Eoceno-Oligoceno) e imaturas neogênicas (Plio-Pleistoceno), e pelos sedimentos subatuais (Pleistoceno) e atuais (Holoceno) associados a depósitos correlativos de pediplanos, terraços, planícies e encostas que registram as flutuações paleoclimáticas a partir do final do Mesozoico e a ação do clima no Presente, isto é, no Holoceno (Costa et al., 1996; Vasquez et al., 2008).

A repartição das sequências sedimentares, e dos padrões da rede hidrográfica e das formas de relevo, foram influenciados por eventos neotectônicos a partir do Mioceno, que reativaram feixes de falhas antigas e conservaram as superfícies lateríticas de um processo erosivo mais intenso, o que se pode notar, por exemplo, nos platôs que formam o topo da serra de Carajás e das chapadas do Pará-Maranhão (Costa et al., 1996). Estes feixes apresentam alinhamentos principais de falhas transcorrentes E-W, NE-SW a NW-SE no norte, centro e sul-sudoeste da região de Carajás; e de falhas normais N-S no oeste e leste (Figura 6).

Figura 6 – Geologia da região de Carajás.



Idade – Litologia de superfície	Provincia	Área (km2)	Área (%)
Proterozoico	Amazônia	114.015,45	47,66
Arqueano	Amazônia	86.213,04	36,04
Fanerozoico Mesozoico Cretáceo	Parnaíba	14.199,46	5,94
Fanerozoico Cenozoico Quaternário Pleistoceno	Cobertura Cenozoica	6.038,72	2,52
Proterozoico	Tocantins	5.849,25	2,45
Fanerozoico Cenozoico Quaternário Holoceno	Cobertura Cenozoica	5.579,99	2,33
Fanerozoico Cenozoico Neogeno	Cobertura Cenozoica	2.459,58	1,03
Corpo d'água continental	Corpo d'água continental	2.283,85	0,95
Fanerozoico Cenozoico Paleogeno Oligoceno	Cobertura Cenozoica	1.291,15	0,54
Fanerozoico Paleozoico	Parnaíba	1.234,02	0,52
Tempo de Pensionamento duvidoso	Amazônia	49,45	0,02



Fonte: IBGE (2023a). Elaborada por Estêvão José da Silva Barbosa.

Geomorfologia regional

Na região de Carajás o arranjo das unidades de relevo segue de perto o arcabouço geológico (Figura 7). Além disso, nela ocorreram os mesmos processos exogenéticos que atuaram na Amazônia como um todo nos últimos 30 milhões de anos – flutuações paleoclimáticas com sucessão de climas ora mais úmidos ora mais secos, em que se alternaram, respectivamente: pedogênese e intemperismo químico generalizados com erosão em canais (dissecação fluvial sob cobertura florestal) e avanço do nível de base das águas; morfogênese e intemperismo físico

generalizados com erosão em lençol (pediplanação sob cobertura de savana) e recuo do nível de base das águas. Estes sistemas de evolução recente do relevo, típicos das regiões tropicais, ajudam a explicar as altitudes modestas da Amazônia como produto de mais de um pulso erosivo após o Mioceno, extrapolando os limites das bacias sedimentares para atingir, também, as áreas dos velhos escudos cristalinos do norte e sul da região (circundesnudação). No Presente, o clima voltou a ser úmido, com expansão da rede de drenagem e da cobertura florestal (Ab'Saber, 1967; Ab'Sáber, 1996; Bigarella et al., 2016).

Algumas forças, porém, atuaram para rejuvenescer o relevo, criar novos desníveis no terreno, conservar superfícies da erosão e reorientar a direção da rede de drenagem (Costa et al., 1996). São elas: a neotectônica, pela movimentação de falhas e blocos; a laterização, processo físico-químico que resulta da alternância de climas úmidos e secos, dando origem a crostas (lateritas) enriquecidas em alumínio e ferro; e a erosão diferencial, na qual as rochas e solos apresentam maior ou menor resistência às intempéries.

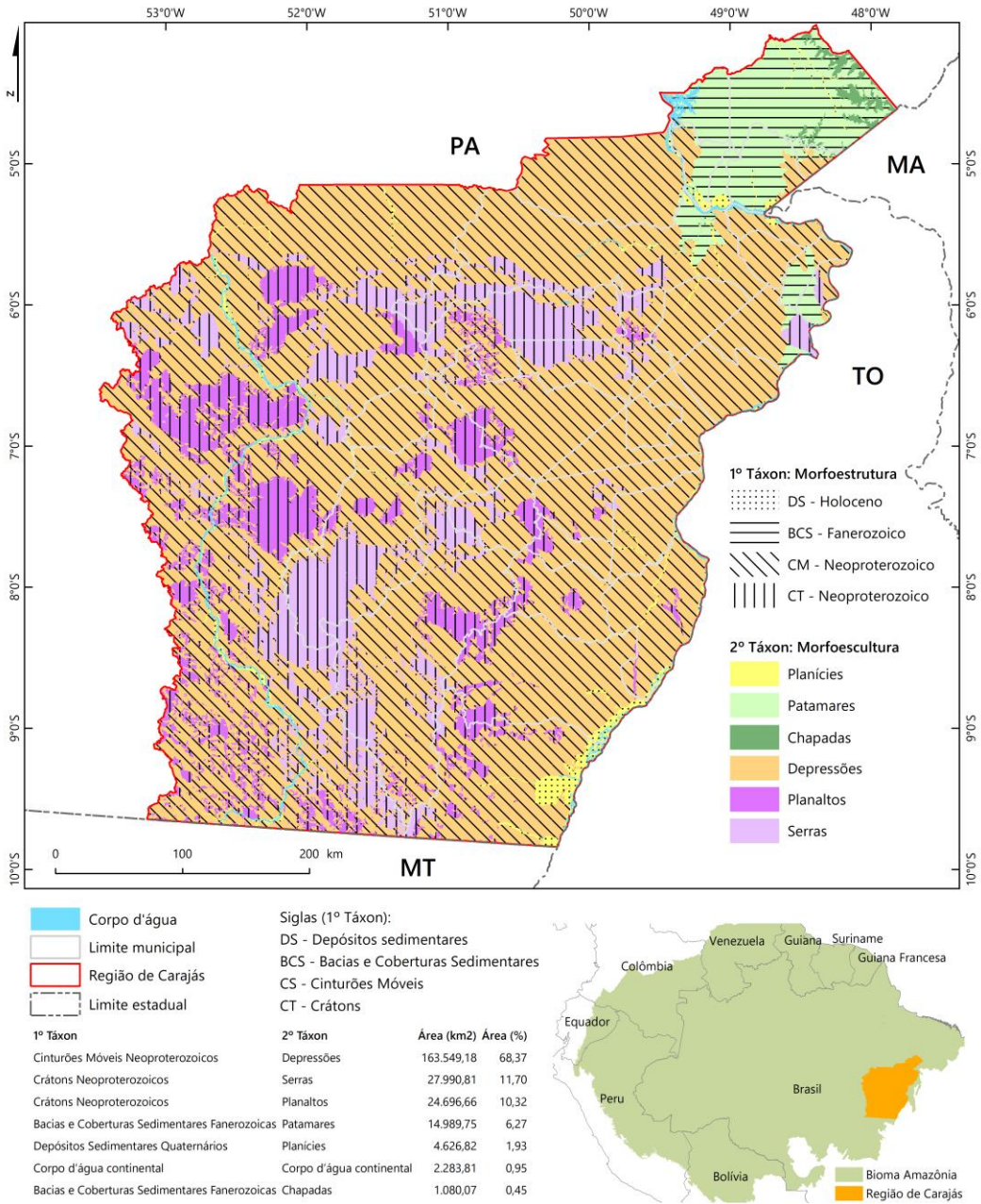
Por sua localização no sul da Amazônia a região de Carajás apresenta um desnível geral N-S, elevando-se na direção dos planaltos do Brasil Central (Figuras 8 e 9). A parte norte, abaixo de 200 m ou mesmo de 100 m, representa uma transição para as terras baixas amazônicas, que se prolongam para o sul pelo vale do rio Araguaia, onde o processo erosivo e de rebaixamento do terreno foi intenso. As terras abaixo de 200 m correspondem a cerca de 31% da área da região de Carajás. A maior parte, 65,15%, apresenta cotas intermediárias entre os 200 m e 500 m, elevando-se a partir deste nível até mais de 800 m nos terrenos altos, vulgarmente chamados de “serras”. Estas, apesar de se distribuírem amplamente, são descontínuas entre si e se estendem por apenas 3,53% da região.

A compartimentação das unidades de relevo opõe 6 (seis) conjuntos morfoesculturais, ou seja, de formas de relevo geradas pela ação (paleo)climática, integradas às morfoestruturas do terreno (geologia) e aos padrões de cotas altimétricas (Figuras 8 e 9).

As *Planícies* são áreas de inundação e acumulação de sedimentos inconsolidados pelas águas dos rios e lagos, e terraços fluviais e fluviolacustres adjacentes. São compatíveis, cronológica (Pleistoceno Superior e Holoceno) e topograficamente (bacias de inundação, baixadas e fundos de vale), com a Planície Amazônica e com as Planícies Litorâneas descritas no Projeto Radam (Barbosa e Pinto, 1973; Barbosa et al., 1974). As áreas de acumulação fluvial se alargam no Tocantins, Araguaia e afluentes; sendo mais estreitas e descontínuas na bacia do Xingu, pois este rio drena principalmente o substrato cristalino do Cráton.

Os *Patamares* surgem na região de Carajás como um nível de pequenos tabuleiros, em parte pediplanados ou ligeiramente colinosos, dissecados pela rede de drenagem no substrato sedimentar (Formações Barreiras e Itapecuru), em transição topográfica e altimétrica para as baixas “terras firmes” amazônicas (> 100 m). Corresponde ao Planalto Dissecado do Pará-Maranhão do Projeto Radam (Barbosa e Pinto, 1973). As *chapadas* são platôs em nível mais elevado (200 a 300 m em média) que os tabuleiros, sustentados por lateritas maduras que ocorrem no leste do Pará e oeste do Maranhão, recobrando a Formação Itapecuru. Estas morfoesculturas não foram individualizadas no Radam, mas aparecem em outras referências (Pimentel et al., 2018; Silva e Barbosa, 2009).

Figura 7 – Geomorfologia da região de Carajás.

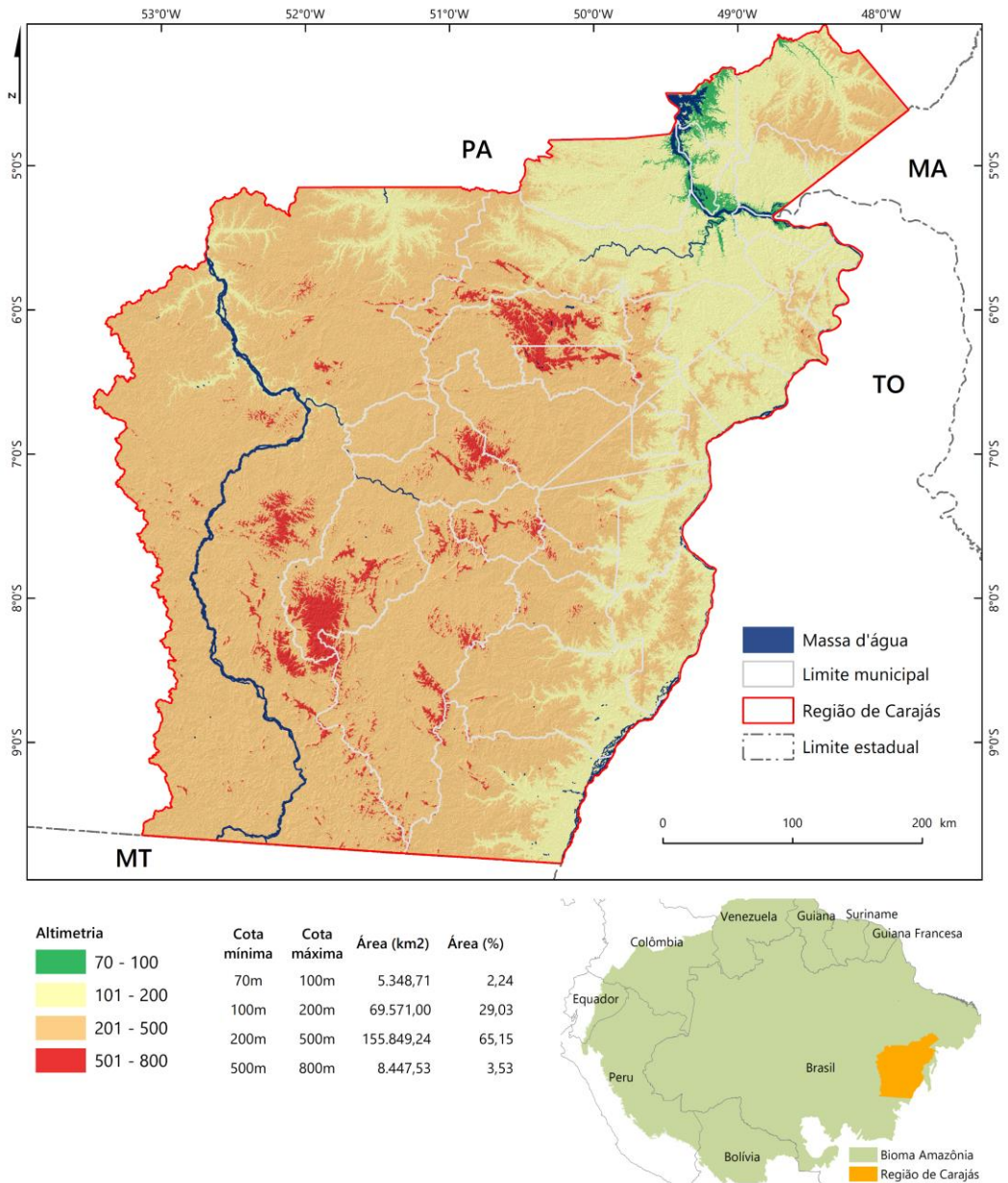


Fonte: IBGE (2023b). Elaborada por Estêvão José da Silva Barbosa.

As *Depressões* são compartimentos interplanálticos rebaixados por um processo erosivo de grande envergadura na “periferia” da bacia sedimentar, que resultou em formas onduladas de topo colinoso, interpenetradas por fragmentos de pediplanos e elevações residuais. Por sua grande expressão em área, 163.549 km² e abrangendo 68,37% da região de Carajás, as depressões variam em sua altimetria desde cerca de 100 m até 500 m ou mais. No Projeto Radam são descritas como Depressão Periférica do Sul do Pará nos terrenos do Cráton; e Depressão Ortoclinal do Médio

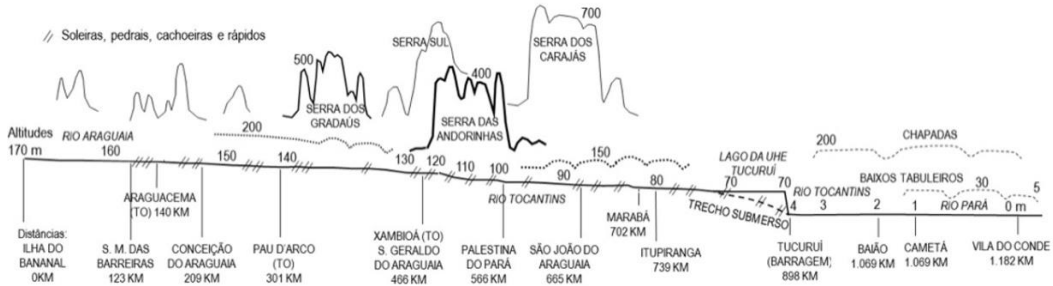
Tocantins nos terrenos do Cinturão Araguaia e da Bacia do Parnaíba (Barbosa et al., 1974; Boaventura, 1974).

Figura 8 – Hipsometria da região de Carajás.



Fonte: IBGE (2016); INPE (2023). Elaborada por Estêvão José da Silva Barbosa.

Figura 9 – Esquema geral N-S das formas de relevo na região de Carajás.



Fonte: Google Earth (2022). Elaborada por Estêvão José da Silva Barbosa.

O nível mais alto do relevo, geralmente acima de 500 m, está dividido em *planaltos* e *serras*, conjuntos de formas planas ou dissecadas limitados por superfícies mais baixas. Nas serras o relevo é mais acidentado, destacando-se as de Carajás, Andorinhas e Gradaús. Nos topos planos, ou altos platôs, é comum observar uma vegetação aberta não florestal (campo e/ou savana). O relevo desse nível apresenta também formas em ravinas, cristas de topo aguçado, rampas de colúvio e colinas altas. A sua origem é estrutural, e o fato de permanecerem mais elevadas se deve a processos neotectônicos que soergueram o terreno, em associação com a maior resistência das lateritas e rochas duras como os granitos, granitoides, ortognaisses, quartzitos e metassedimentos (Vasquez et al., 2008). No Projeto Radam estes relevos foram identificados como o Planalto Dissecado do Sul do Pará (Boaventura, 1974).

A presença hodierna dos pediplanos gerados nos períodos de clima mais seco na Amazônia merece atenção. Os depósitos e as superfícies correlativas destes pediplanos possuem idade diversa. É possível inferir a partir da comparação com os níveis identificados por Bigarella, Mousinho e Silva (2016) no Brasil e no Uruguai pelo menos uma fase de pediplanação pré-cretácea (PD₃) com testemunhos nos altos platôs; e duas outras pós-cretáceas (Plioceno – PD₃, e Pleistoceno – PD₃), cujos testemunhos se distribuem nas depressões, nas chapadas e nos patamares. A sua ocorrência em níveis topográficos e altimétricos distintos sugere uma distribuição ampla no passado, tendo perdido a continuidade por causa de fases posteriores de dissecção do terreno (Boaventura, 1974).

Feições da hidrografia

A rede hidrográfica está dividida em dois grandes conjuntos pelo vasto interflúvio entre os rios Xingu e Araguaia-Tocantins. As duas bacias hidrográficas são praticamente equivalentes em área. A bacia do rio Xingu, a oeste, pertence à bacia hidrográfica do rio Amazonas e ocupa uma extensão de 120.638 km², que corresponde a 50,53% da região de Carajás, tendo por principal afluente o rio Fresco e o subafluente deste chamado Riozinho. A bacia do Araguaia-Tocantins, a leste, possui 118.578 km², ou 49,57%, destacando-se os afluentes rio Arraia, rio Itacaiúnas e seu subafluente Parauapebas, e os rios formadores do Moju e do Capim que drenam a parte nordeste da região de Carajás. A densidade de drenagem nessas bacias é muito variável e depende de fatores como a litologia e a morfologia do terreno (relevo), e apesar da redução das chuvas nesta parte da Amazônia a maioria dos cursos d'água é perene.

O Xingu, o Araguaia e o Tocantins têm suas nascentes no Planalto Central, e são rios típicos de “águas claras” ou “limpas” que sedimentam em suas várzeas, principalmente, areias oriundas da erosão das rochas e solos do escudo Pré-Cambriano, formando “praias” e bancos fluviais que emergem na vazante. A cor das águas se explica pela reduzida carga argilosa (SIOLI, 1967). Possuem cursos com orientação geral N-S, perfeitamente adaptada ao arcabouço geológico, o que faz com que alguns trechos sejam retilíneos, apresentem desníveis que dão origem a cachoeiras, rápidos, soleiras e “pedrais”, ou mudem bruscamente para E ou W por causa de “cotovelos” gerados por falhas transcorrentes (Costa et al., 1996). Estes aspectos também podem ser observados nos numerosos afluentes destes rios.

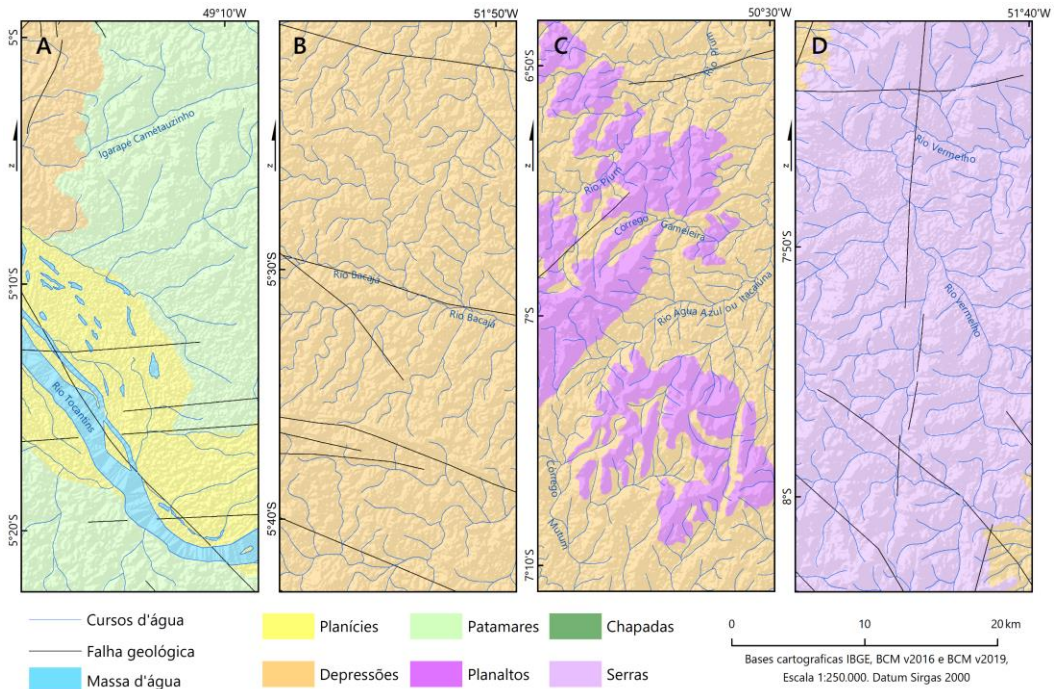
A (neo)tectônica regional (linhas de fraturas e falhas), a movimentação do relevo (planaltos e serras) e o substrato litológico (cristalino) imprimem aos leitos fluviais uma alternância de gradientes topográficos, na qual “estirões” de águas calmas e navegáveis se posicionam entre setores encachoeirados e de águas agitadas, que são obstáculos à navegação. Por isso, a maior parte dos rios da região de Carajás é classificada como rios de “planalto” (Soares, 1977), e suas bacias hidrográficas assumem padrões diversos que vão desde o dendrítico até o subdendrítico, o paralelo, o retangular e o radial (Figura 10).

Ao longo do Tocantins e do Araguaia o desnível total medido entre Tucuruí (PA) e Santana do Araguaia (PA) é de aproximadamente 100 m para uma distância de 1.182 km, com uma queda média de 8,4 cm/km, mas esse gradiente geral suave é interrompido em vários locais pelos acidentes de drenagem descritos acima (Figura 9). O mais proeminente, a antiga cachoeira de Itabocal, interrompia a navegação entre o médio e o baixo Tocantins durante boa parte do ano, mas foi submerso para a formação do lago da usina hidroelétrica (UHE) de Tucuruí. Com a formação do lago o nível de base regional foi definido em 70 m.

Os rios que drenam exclusivamente no substrato sedimentar são, de outro modo, formadores de rios de “águas brancas” ou “barrentas” (Sioli, 1967), caso do Moju e Capim, e suas bacias assumem o padrão dendrítico, subdendrítico a paralelo. Possuem em suas águas quantidade maior de carga argilosa, que transportam em suspensão, e seus leitos raramente apresentam desníveis, portanto, são rios de “planície” (Sioli, 1967). Com menor expressão existem, também, os rios de “águas pretas” (Sioli, 1967), provenientes de áreas de vegetação aberta (campinas, savanas), de onde se originam substâncias húmicas resultantes da decomposição da matéria orgânica, o que faz escurecer a cor das águas.

O regime sazonal controla a dinâmica das águas fluviais, que atingem maiores cotas e vazões entre janeiro e abril, logo, na época mais chuvosa; e menores entre julho e outubro, quando chove menos. Na estiagem, que corresponde ao período de vazante, a paisagem fluvial se transforma, pois baixando o nível das águas surgem diversas “praias”, bancos e ilhas arenosas, “pedrais” e outros acidentes da drenagem como as cachoeiras. Grandes volumes de chuva e estiagens prolongadas à montante dos principais rios, no Brasil Central (MT, TO, GO e DF), também interferem na dinâmica hidrográfica mesmo quando o volume das chuvas está “normal” na região de Carajás. Por causa da ocupação das áreas inundáveis as enchentes podem causar grandes problemas ao dia a dia da população, sobretudo em maiores cidades como Marabá e Parauapebas, onde quase todos os anos o fenômeno se torna calamidade pública declarada pelos órgãos de defesa civil; ou na zona rural sempre que estradas e/ou pontes precisam ser interditadas.

Figura 10 – Padrões de drenagem na região de Carajás.



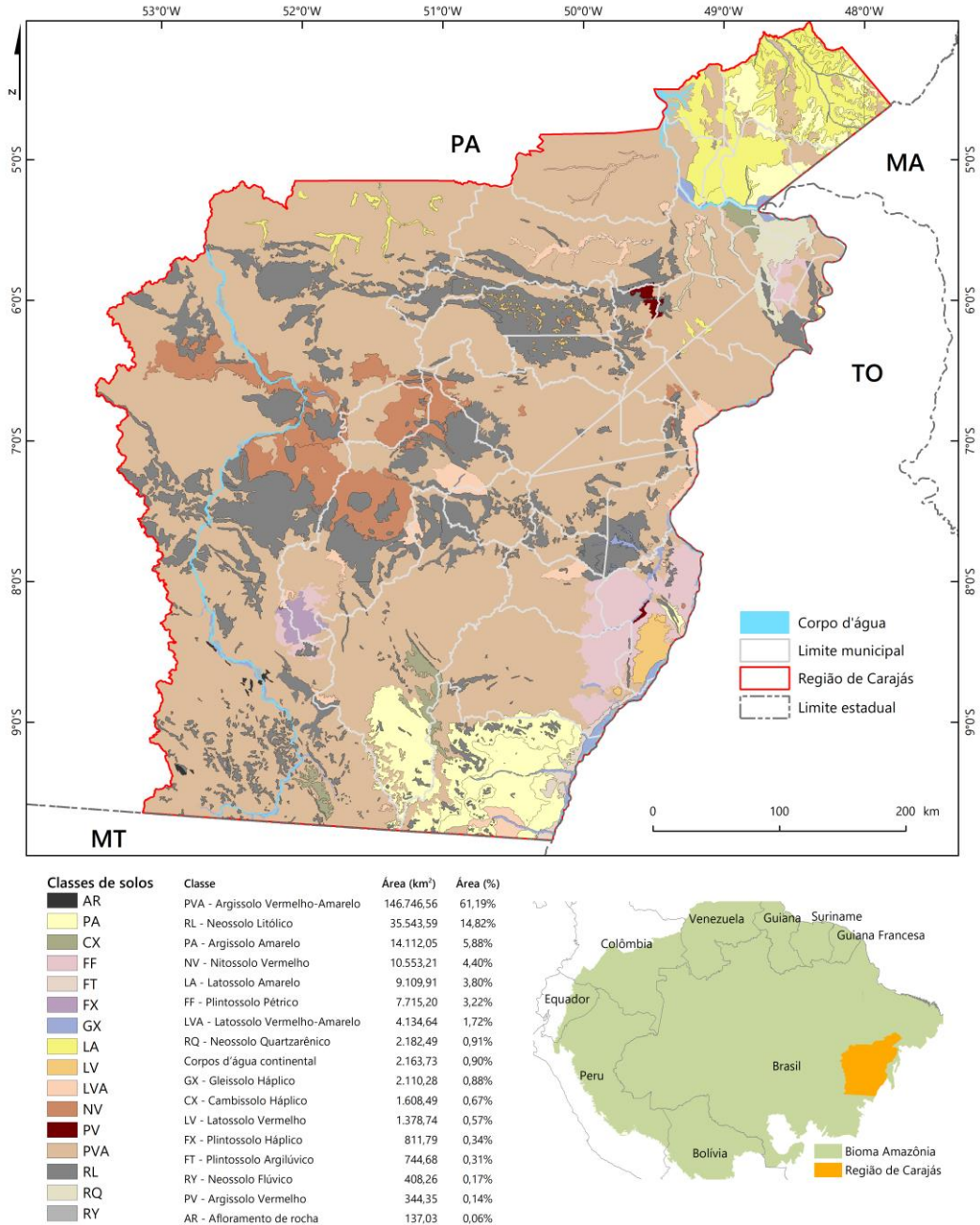
Nota: A- trecho retilíneo do rio Tocantins à jusante de Marabá, adaptado a uma linha de falha. No contato com a bacia sedimentar o rio alargou a sua várzea (planície), criando formas de relevo fluviolacustres. Os afluentes de ambas as margens são em sua maioria rios de planície e formam sub-bacias dendríticas ao nível dos patamares e baixas colinas. A densidade de drenagem é baixa. B- Trecho da sub-bacia do rio Bacajá na Depressão do Sul do Pará, bem adaptado ao sistema de fraturas e de falhas. A adaptação da rede de drenagem ao arcabouço geológico deu origem a padrões retangulares e certo paralelismo em alguns cursos d'água de 1ª a 2ª ordens. Média densidade de drenagem. Orientação principal no sentido E-W, segundo as linhas de falhas. C- Padrão de drenagem radial “centrífuga” a partir de relevos estruturais (planaltos residuais), com rios que se orientam em várias direções. Nas áreas rebaixadas do entorno (depressões) o padrão da drenagem se organiza como dendrítico, predominantemente, em resposta à litologia que oferece pouca resistência ao trabalho dos rios. Outra consequência da litologia é a densidade de drenagem alta. D- Sub-bacias de drenagem com padrão retangular, adaptadas ao sistema de fraturas e falhas da serra dos Carajás. A densidade de drenagem é média. Linhas de falhas orientam a drenagem principal no sentido N-S e NW-SE.

Fonte: IBGE (2016, 2019). Elaborada por Estêvão José da Silva Barbosa.

Solos (Pedologia)

Os solos encontrados na região de Carajás não diferem, substancialmente, das classes que se pode encontrar na Amazônia como um todo (Figura 11). Como resposta ao clima quente e úmido atual e a flutuações climáticas pretéritas, desenvolveram-se extensivamente solos profundos e muito intemperizados e laterizados, quase sempre distróficos, isto é, pouco férteis (Vieira e Santos, 1987). A única exceção significativa a esse quadro geral fica por conta da presença de manchas de nitossolos vermelhos (NV) eutróficos, bastante férteis, no vale do rio Xingu, associados a rochas vulcânicas e recobrimdo cerca de 4% da área. Os gleissolos háplicos (GX), encontrados nas áreas de várzea, também podem apresentar-se como eutróficos por causa dos nutrientes depositados pelas águas. Em razão da pouca extensão de planícies fluviais a expressão espacial dos gleissolos é diminuta, apenas 0,88% da área.

Figura 11 – Pedologia da região de Carajás.



Fonte: IBGE (2023c). Elaborada por Estêvão José da Silva Barbosa.

Outra classe de solo relacionada com as várzeas é a dos neossolos flúvicos (RY), os quais são essencialmente minerais, pouco desenvolvidos, e como tal pouco férteis. A sua presença é de apenas 0,17%, a menor identificada na região.

A classe de solos com maior extensão é a dos argissolos vermelho-amarelos (PVA), 61,19% de toda a região de Carajás, seguida pelos neossolos litólicos (RL), com 14,82%, e os argissolos amarelos (PA), que abrangem 5,88%. Com menor expressão, 0,14%, encontra-se também o

Argissolo Vermelho (PV). A presença desses solos é explicada diretamente pela geomorfologia, em que os argissolos surgem como a cobertura pedogenética mais extensiva no relevo ondulado (colinoso) das depressões, e os nitossolos litólicos se associam com os planaltos e serras. Os afloramentos de rochas também costumam surgir nesses terrenos mais elevados, mas podem estar presentes também em superfícies baixas, formando, por exemplo, ilhas e leitos fluviais rochosos; e os cambissolos háplicos (CX), uma classe de solos reduzida (0,67%) nos planaltos.

Os latossolos amarelos (LA), vermelho-amarelos (LVA) e vermelhos (LV) são encontrados nos terrenos sedimentares, com maior expressão nos domínios da Bacia do Parnaíba e coberturas neogênicas, associando-se comumente aos patamares e às chapadas. A sua participação é, respectivamente, de 3,8%, 1,72% e 0,57%. Ao contrário dos argissolos, que vão dominar nos terrenos ondulados, os latossolos se desenvolvem principalmente nos terrenos planos, o que inclui topos de tabuleiros, platôs e fragmentos de pediplanos.

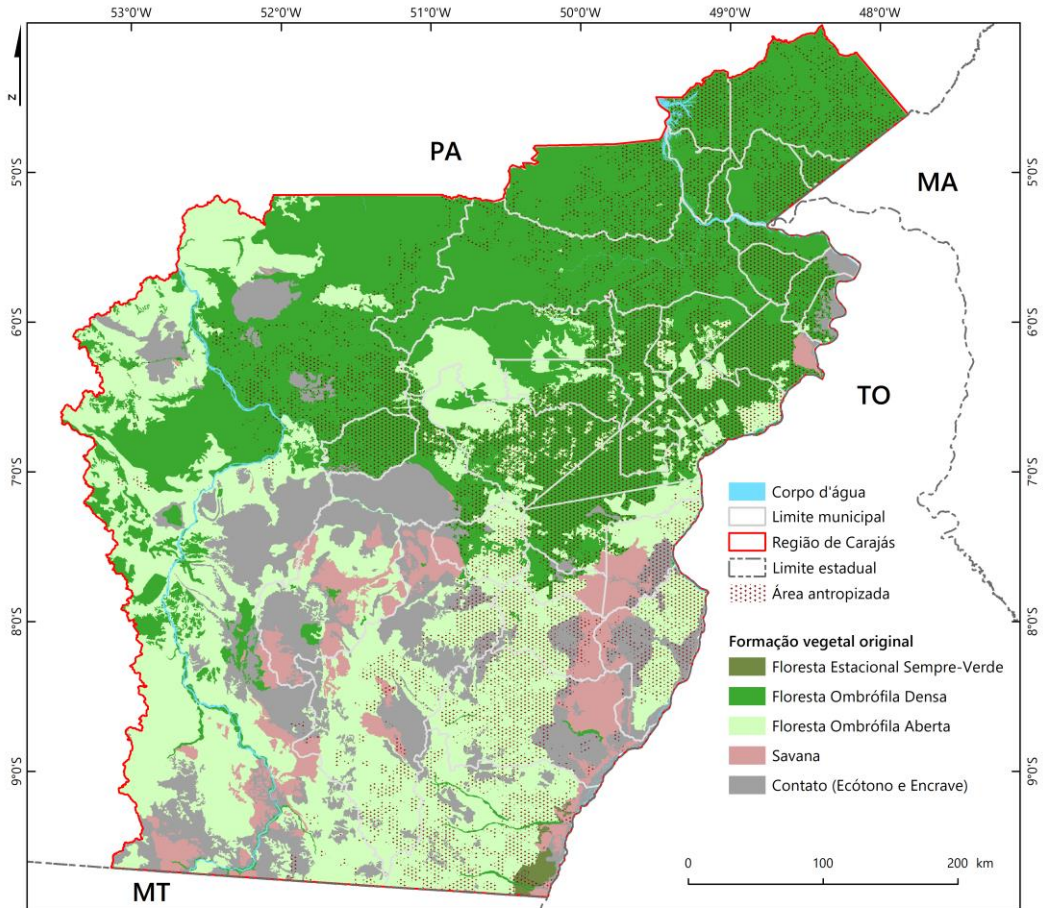
Nestas condições de relevo plano, porém sob condições especiais de drenagem ou de litologia, encontram-se as classes de plintossolos (FF, FX, FT) e o neossolo quartzarênico (RQ), os quais vão surgir em terrenos muito rebaixados, quase sempre na transição das depressões para as planícies. Além de serem solos distróficos, ambas classes apresentam uma severa limitação para a prática agrícola em virtude da presença de horizontes concrecionários ou arenosos e serem mal drenados (Embrapa, 1999). Porém, são intensamente aproveitados como fonte para a extração de substâncias minerais de uso direto na construção civil – areia e “pedra”. Entre elas a classe de maior representação, 3,22%, é a dos plintossolos pétricos (FF), seguida pelo RQ, com quase 0,91% da área.

Vegetação e cobertura da terra

A transição bioclimática existente no sudeste da Amazônia é observada na paisagem por meio da cobertura vegetal, com um limite gradacional entre dois padrões por volta dos 7° aos 8° de latitude sul, ainda perceptível apesar da extensiva antropização da vegetação original – cerca de 30% no ano de 2020. Na parte norte da região de Carajás a vegetação original dominante é a floresta ombrófila densa; e na parte sul predomina a floresta ombrófila aberta, ao mesmo tempo em que as manchas de savana vão se tornando mais extensas e frequentes. A fâcies aberta da floresta se estende, também, pelo vale do rio Xingu, ultrapassando para o norte a latitude de 6° S. As formações florestais recobriam, originalmente, quase 80% da região de Carajás, em contraste com os 5,64% de savanas (cerrados) (Figura 12).

Este gradiente bioclimático, de orientação N-S, é reforçado por outros gradientes: o litológico e o geomorfológico, que se fazem acompanhar de diferenciações topográficas, altimétricas, pedológicas e/ou hidrográficas (Veloso et al., 1974). As particularidades locais destas diferenciações permitem agrupar as formações vegetais nos níveis aluvial (sob regime de inundação), terras baixas (5 a 100 m), submontano (100 a 600 m) e montano (600 a 800 m) (IBGE, 2012); e determinam os contatos/encaves de vegetação, que se distribuem por toda a região e ocupam aproximadamente 15% de sua extensão.

Figura 12 – Vegetação da região de Carajás.



Formação Vegetal	Área (km ²)	Área (%)
Floresta Ombrófila Densa	106.277,69	44,43
Floresta Ombrófila Aberta	80.989,69	33,86
Contato (Ecótono e Enclave)	35.502,02	14,84
Savana	13.497,37	5,64
Corpo d'água continental	2.279,11	0,95
Floresta Estacional Sempre-Verde	671,23	0,28



Fonte: IBGE (2023d). Elaborada por Estêvão José da Silva Barbosa.

No seu conjunto, a estrutura florística e suas variações fisionômicas resultam da separação e contatos entre “regiões” distintas, antes definidas como Regiões Ecológicas da floresta densa, da floresta aberta e do cerrado (Veloso et al., 1974). Atualmente o IBGE (2012) reconhece as seguintes Regiões Fitoecológicas na área: floresta ombrófila densa, tipicamente amazônica, em clima sem uma estação seca definida; floresta ombrófila aberta, típica da transição entre os espaços amazônico e extra-amazônico, com estação seca entre 2 e 4 meses; floresta estacional, onde o clima apresenta estação seca que varia entre 4 a 7 meses; e a savana (ou cerrado), tipo de vegetação

campestre característica do Brasil central, com estação seca de 3 a 7 meses, recoberto solos laterizados.

A degradação da vegetação natural em tempos recentes foi avançando por meio de eixos de ocupação e de exploração por frentes agropecuárias, madeireiras, minerárias e demográficas que transformaram de modo radical a natureza e criaram mosaicos complexos de paisagens antroponaturais em vastas extensões a partir dos anos 1960 e 1970, especialmente nos eixos das rodovias Transamazônica (BR-230), PA-150 (atualmente BR-158), BR-222 e Estrada de Ferro Carajás (Ab'Saber, 1987; Valverde e Dias, 1967).

A medida da antropização pode ser verificada a partir do uso e cobertura da terra (Tabela 3), em que mais de 90% da área se dividia no ano de 2020 em formações florestais (51,76%) e pastagem (40,64%). Neste sentido, verifica-se que o grande impacto das atividades humanas ocorreu sobre a floresta, substituída por usos e coberturas diversos, sobretudo pastagens para a pecuária. Enquanto se reduzia continuamente a cobertura florestal, a de pastagens ia se expandindo, estabilizando-se por volta dos 40% e 96 a 97 mil km² na última década (Figura 12). As formações savânicas também sofreram grande impacto, diminuindo como cobertura vegetal nativa de 5,64% para 3,30% da área (Tabela 3, Figuras 13 e 14).

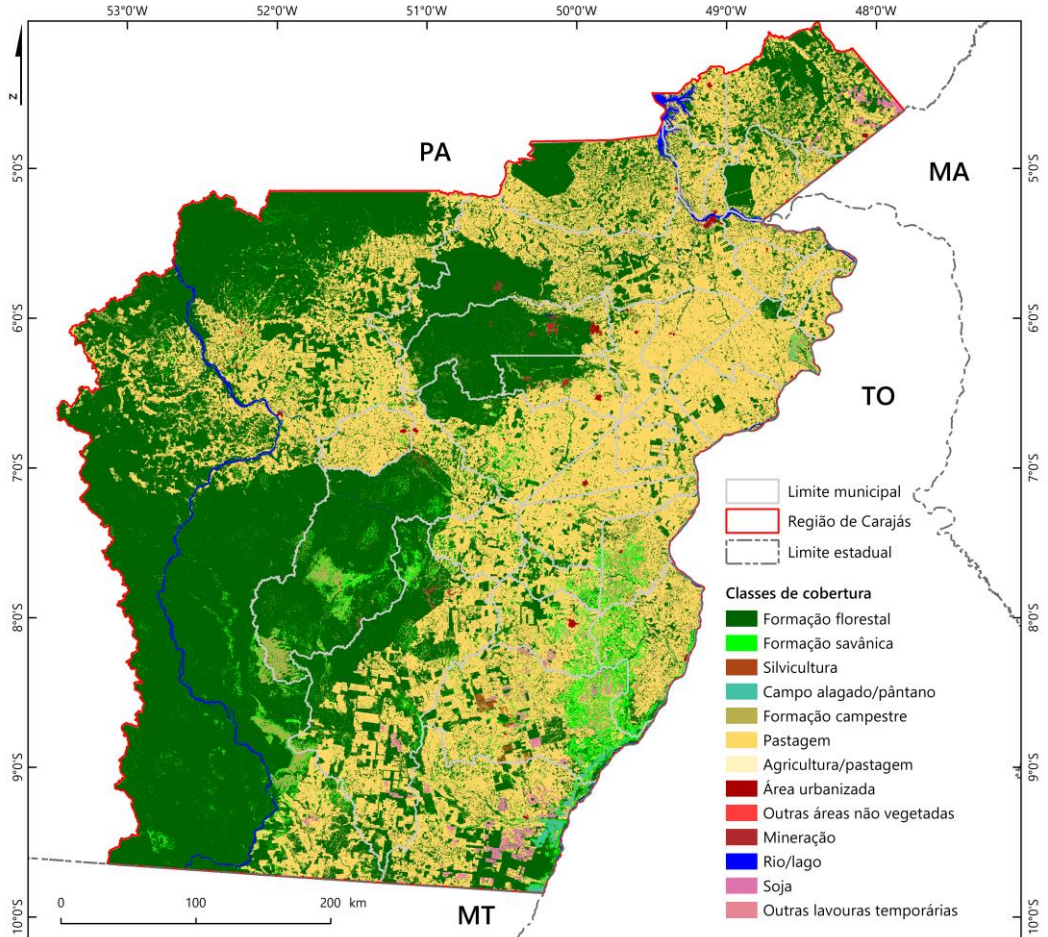
Tabela 3 – Participação do uso e cobertura da terra na região de Carajás, em anos selecionados.

Classes	Ano: 1985	Ano: 1995	Ano: 2005	Ano: 2015	Ano: 2020
Formação florestal	81,942	71,865	56,997	52,655	51,761
Pastagem	9,799	20,379	36,039	40,215	40,638
Formação savânica	4,383	4,020	3,509	3,334	3,330
Formação campestre	2,312	2,104	1,897	1,795	1,701
Rio/lago	0,996	1,044	1,038	1,035	1,044
Soja	0,000	0,000	0,006	0,223	0,645
Campo alagado/pântano	0,278	0,272	0,276	0,276	0,276
Mineração	0,021	0,044	0,047	0,099	0,152
Área urbanizada	0,039	0,093	0,109	0,137	0,140
Outras lavouras temporárias	0,000	0,002	0,011	0,113	0,115
Agricultura/pastagem	0,218	0,166	0,054	0,045	0,095
Silvicultura	0,000	0,000	0,001	0,061	0,077
Outras áreas não vegetadas	0,004	0,002	0,008	0,004	0,016

Fonte: Projeto MapBiomias (2023). Elaborada pelos autores.

Os demais tipos de uso e cobertura da terra, incluindo formações vegetais de campos naturais e alagados, e atividades humanas ligadas à mineração, agricultura, silvicultura e urbanização, embora menos expressivas em extensão, possuem importância significativa localmente, o que resulta em mosaicos diversos de paisagens rurais e urbanas. Em associação com a pecuária, houve maiores transformações – ambientais, paisagísticas, socioespaciais – no leste e centro-norte da região (Figura 13), ocasionadas pela abertura de estradas, agropecuária, projetos de extração mineral, garimpagem, surgimento e expansão localidades, e também a implantação da Estrada de Ferro Carajás e da UHE de Tucuruí. Em contraposição, foram criados territórios especiais onde a natureza permanece mais preservada por causa da restrição legal de usos, caso das unidades de conservação e das terras indígenas (Almeida, 1993; Monteiro e Silva, 2023; Serra e Sabino, 2021).

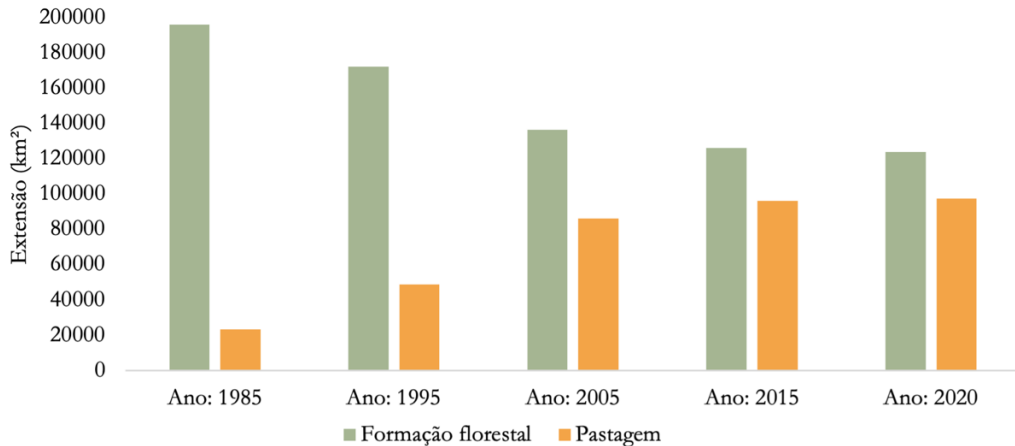
Figura 13 – Cobertura da terra da região de Carajás.



Código	Formação Vegetal	Área (km ²)	Área (%)
3	Formação florestal	124.020,00	51,77
15	Pastagem	97.449,50	40,68
4	Formação savânica	7.911,94	3,30
12	Formação campestre	4.047,31	1,69
33	Rio/lago	2513,13	1,05
39	Soja	1545,16	0,64
11	Campo alagado/pântano	660,09	0,28
30	Mineração	364,62	0,15
24	Área urbanizada	336,14	0,14
41	Outras lavouras temporárias	269,15	0,11
21	Agricultura/pastagem	223,51	0,09
9	Silvicultura	183,97	0,08
25	Outras áreas não vegetadas	39,18	0,02



Fonte: Projeto MapBiomas (2023), IBGE (2019). Elaborada por Estêvão José da Silva Barbosa.

Figura 14 – Extensão das florestas e das pastagens na região de Carajás, em anos selecionados.

Fonte: Projeto MapBiomas (2023). Elaborada pelos autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A região de Carajás era pouco conhecida em suas características naturais até por volta das décadas de 1960 e 1970, quando análises e mapeamentos sistemáticos revelaram grandes extensões de terrenos antigos, compartimentos topográficos e arranjos de relevo, de solos, de drenagem e de vegetação bastante diferentes da tradicional visão de paisagem que se tinha da Amazônia. Na região de Carajás se assiste a um quadro de paisagens naturais original em comparação a outros espaços da Amazônia, apesar de resguardadas as suas peculiaridades, manter-se o padrão bioclimático amazônico – o clima tropical/equatorial quente e úmido e a extensividade da cobertura florestal, ao que se pode acrescentar a grande biodiversidade, a presença de uma rede de drenagem perene em sua maior parte, solos profundos, muito intemperizados, laterizados e, no geral, pouco férteis. Além da condição bioclimática, este quadro se deve a outros fatores como a localização no médio curso de rios importantes que provêm do chamado Escudo Brasileiro (rios Xingu, Araguaia e Tocantins), associada à natureza do substrato majoritariamente “cristalino” dos crátons e das faixas de dobramentos antigos, ao mesmo tempo em que processos de erosão diferencial e de rejuvenescimento das formas de relevo destacaram na paisagem cristas, morros e platôs mais elevados. Estas componentes naturais foram descritas nesse texto, com apoio de uma literatura especializada que se coloca como um bom referencial para o entendimento da natureza na região de Carajás. Contudo, se por um lado os aspectos geológicos são os mais bem conhecidos, por outro lado as demais componentes ainda carecem de estudos mais detalhados, sobretudo de escala local. Isso vale para o mapeamento destas componentes, o que seria uma contribuição não apenas para a Geografia Física, como aporte teórico, mas um importante subsídio para o planejamento e a gestão ambientais em nível (sub)regional e municipal.

REFERÊNCIAS

Ab'Saber, A. N. (1967). Problemas geomorfológicos da Amazônia brasileira. In H. Lent (Ed.), *Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica* (Vol. 1, pp. 35-67). Belem: CNPq.

- Ab'Saber, A. N. (1987). Aspectos geomorfológicos de Carajás: previsão de impactos ao longo da Faixa Carajás-São Luís. In *Seminário sobre o desenvolvimento econômico e impacto ambiental em áreas do trópico úmido brasileiro - experiência da CVRD* (201-232). Belém: CVRD.
- Ab'Saber, A. N. (1996). *Amazônia: do discurso à práxis*. São Paulo: Edusp.
- Albert, J., Hoorn, C., Malhi, Y., Phillips, O., Encalada, A. C. e Steege, H. (2021). *The multiple viewpoints for the Amazon: geographic limits and meanings. Amazon Assessment Report 2021*. Nova York: United Nations Sustainable Development Solutions Network.
- Albuquerque, M. F., Souza, E. B., Oliveira, M. C. F. e Souza Junior, J. A. (2010). Precipitação nas Mesorregiões do estado do Pará: climatologia, variabilidade e tendências nas últimas décadas. *Revista Brasileira de Climatologia*, 6, 151-168. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/abclima.v6i0.25606>
- Almeida, A. W. (1993). *Carajás, a guerra dos mapas*. Belém: Supercoros.
- Ayoade, J. (1986). *Introdução a climatologia para os trópicos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Barbosa, G. V. e Pinto, M. N. (1973). Geomorfologia. In *Folha S.A.23 São Luís e parte da Folha S.A.24 Fortaleza* (Vol. 3, pp. II/1-II/26). Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Projeto Radam.
- Barbosa, G. V., Renno, C. V. e Franco, E. M. S. (1974). Geomorfologia. In *Levantamento de Recursos Naturais. Folha S.A.22 Belém* (Vol. 5, pp. II/1-II/36). Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Projeto Radam.
- Bertrand, G. (1971). Paisagem e geografia física global, esboço metodológico (O. Cruz, Trans.). In *Caderno de Ciências da Terra*. São Paulo: Edusp.
- Bigarella, J. J., de Meis, M. R. M. e da Silva, J. X. (2016). Pediplanos, pedimentos e seus depósitos correlativos no Brasil. *Espaço Aberto*, 6 (2), 165-196. Disponível em: <https://doi.org/10.36403/espacoaberto.2016.7650>
- Boaventura, R. S. (1974). Geomorfologia. In *Levantamento de Recursos Naturais. Folha SB.22 Araguaia e parte da Folha SC.22 Tocantins* (Vol. 4). Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Projeto Radam.
- Brasil. (1973). *Levantamento de Recursos Naturais. Folha S.A.23 São Luís e parte da Folha S.A.24 Fortaleza*. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Projeto Radam.
- Brasil. (1974a). *Levantamento de Recursos Naturais. Folha S.A.22 Belém*. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Projeto Radam.
- Brasil. (1974b). *Levantamento de Recursos Naturais. Folha SB.22 Araguaia e parte da Folha SC.22 Tocantins*. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Projeto Radam.
- Castelnau, F. (1949). *Expedição às regiões centrais da América do Sul* (Vol. Brasileira). São Paulo: Companhia Editora Nacional. [Publicado originalmente em 1840]
- Castro, A. R. e Watrin, O. (2013). Análise espacial de áreas com restrição legal de uso do solo em projeto de assentamento no sudeste paraense. *Geografia Ensino & Pesquisa*, 17 (2), 157-166. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2236499410779>
- Coelho, M. C. N. (2000). Impactos ambientais em áreas urbanas – teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In A. J. T. Guerra e S. B. Cunha (Eds.), *Impactos ambientais urbanos no Brasil* (pp. 19-45). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Costa, J. B. S., Bemerguy, R. L., Hasui, Y., da Silva Borges, M., Júnior, C. R. P. F., Bezerra, P. É. L., da Costa, M. L. e Fernandes, J. M. G. (1996). Neotectônica da região amazônica: aspectos tectônicos, geomorfológicos e deposicionais. *Geonomos*, 4 (2), 23-44. Disponível em: <https://doi.org/10.18285/geonomos.v4i2.199>
- Coudreau, H. A. (1897). *Voyage au Tocantins-Araguaya: 31 décembre 1896 – 23 mai 1897*. Paris: A. Lahure.
- Coudreau, H. A. (1977). *Viagem ao Xingu* (Vol. 49). Belo Horizonte: Livraria Itatiaia.
- Coudreau, H. A. (1980). *Viagem à Itaboca e ao Itacaiúnas* (Vol. 60). Belo Horizonte: Livraria Itatiaia.
- da Prússia, P. A. (1977). *Brasil: Amazonas-Xingu*. Belo Horizonte: Livraria Itatiaia. [Publicado originalmente em 1847]
- Dias, C. V. (1958). Marabá – centro comercial da Castanha. *Revista Brasileira de Geografia*, ano 20(4), 383-427. Disponível em: <https://www.rbg.ibge.gov.br/index.php/rbg/article/view/4321>

- Dias, Y. A. S. (2018). *Os efeitos das queima de biomassa sobre a saúde humana no município de Marabá-PA*. [Monografia de graduação, Faculdade de Tecnologia em Geoprocessamento, Universidade Federal do Pará]. Ananindeua.
- Embrapa. (1999). *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos/Embrapa.
- Fisch, G., Marengo, J. A. e Nobre, C. A. (1998). Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. *Acta Amazonica*, 28 (2), 101-126. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-43921998282126>
- Google Earth. (2022). *Google Earth website*. Acessado em 2022 em <https://earth.google.com>
- Guerra, A. T. (1959). Estrutura geológica. Relêvo e litoral. In A. T. Guerra (Ed.), *Geografia do Brasil: Grande Região Norte* (pp. 17-60). Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- IBGE. (1957). *Enciclopédia dos municípios brasileiros* (Vol. 1). Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- IBGE. (1990). *Divisão regional do Brasil em mesorregiões e microrregiões geográficas*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- IBGE. (2012). *Manual técnico da vegetação brasileira*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- IBGE. (2016). *Plataforma Geográfica Interativa (PGI). Bases Cartográficas Contínuas do Brasil. Base Cartográfica 1:250.000*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/basescartograficas/#/mapa/>
- IBGE. (2019). *Plataforma Geográfica Interativa (PGI). Bases Cartográficas Contínuas do Brasil*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/basescartograficas/#/mapa/>
- IBGE. (2023a). *Banco de dados de Informações Ambientais – BDLA (Geologia). Base Cartográfica 1:250.000*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/geologia>
- IBGE. (2023b). *Banco de dados de Informações Ambientais – BDLA (Geomorfologia). Base Cartográfica 1:250.000*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/geomorfologia>
- IBGE. (2023c). *Banco de dados de Informações Ambientais – BDLA (Pedologia). Base Cartográfica 1:250.000*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/pedologia>
- IBGE. (2023d). *Banco de dados de Informações Ambientais – BDLA (Vegetação). Base Cartográfica 1:250.000*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/vegetacao>
- Inmet. (2009). *Normais Climatológicas do Brasil, período 1961-1990* (A. M. Ramos, A. L. Rodrigues e L. T. G. Fortes, Eds.). Brasília: Instituto Nacional de Meteorologia, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
- Inmet. (2018). *Normais Climatológicas do Brasil, período 1981-2010*. Brasília: Instituto Nacional de Meteorologia, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais#>
- Inmet. (2022). *Normais Climatológicas do Brasil, período 1991-2020* (M. S. Seabra e E. W. M. Lucas, Eds.). Brasília: Instituto Nacional de Meteorologia, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
- INPE. (2023). *Projeto Topodata: banco de dados geomorfométricos do Brasil. Modelos Digitais de Elevação e dados SRTM/USGS (Altimetria)*. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>
- Magalhães, C. (1863). *Viagem ao Araguaia*. Goyaz: Typographia Provincial.
- Marengo, J. A. e Nobre, C. A. (2009). Clima da região amazônica. In I. F. Cavalcanti, N. J. Ferreira, M. G. A. J. Silva e M. A. F. S. Dias (Eds.), *Tempo e clima no Brasil* (pp. 197-212). São Paulo: Oficina de Textos.
- Medeiros, N. L., Junior, A. P., dos Santos Jesus, E. e Jesus, N. d. V. G. (2020). Variabilidade espacial do conforto térmico em pontos distintos do município de Marabá-PA. In A. N. Pontes e A. S. Rosário (Eds.), *Ciências Ambientais: climatologia, geotecnologias, mineração e estudos de monitoramento* (pp. 87-100). Belém: Eduepa.
- Mesquita, S. P. e Mascarenhas, A. L. S. (2018). Geoecologia da Paisagem: Uso e Ocupação nas Margens do Rio Tocantins-Marabá a Itupiranga. *III Encontro de Pós-Graduação da Unifesspa*, 3 (7).
- Monteiro, M. A. e Silva, R. P. (2023). Expansão geográfica, fronteira e regionalização: a região de Carajás. In M. A. Monteiro (Ed.), *Amazônia: a região de Carajás* (pp. 17-34). Belém: NAEA. (neste volume)

- Moraes, R. M., Correa, S., Doria, C., Duponchelle, F., Miranda, G., Montoya, M., Phillips, O., Salinas, N., Silman, M., Ulloa Ulloa, C., Zapata-Ríos, G., Aricira, J. e Steege, H. (2021). Chapter 4: Biodiversity and Ecological Functioning. In C. Nobre, A. Encalada, E. Anderson, F. Roca Alcazar, M. Bustamante, C. Mena, M. Peña-Claros, G. Poveda, J. Rodriguez, S. Saleska, S. Trumbore, A. Val, L. Villa Nova, R. Abramovay, A. Alencar, C. Rodríguez Alza, D. Armenteras, P. Artaxo, S. Athayde, H. Barretto Filho, J. Barlow, E. Berenguer, F. Bortolotto, F. Costa, M. Costa, N. Cuví, P. Fearnside, J. Ferreira, B. Flores, S. Frieri, i. L. Gatt, J. Guayasamin, S. Hecht, M. Hirota, C. Hoorn, C. Josse, D. M. Lapola, C. Larrea, D. M. Larrea Alcazar, A. Z. Lehm, Y. Malhi, J. Marengo, J. Melack, R. M. Moraes, P. Moutinho, M. Murmis, E. Neves, B. Paez, L. Painter, A. Ramos, M. Rosero-Peña, M. Schmink, P. Sist, H. ter Steege, P. Val, H. van der Voort, M. Varese e G. Zapata-Ríos (Eds.), *Amazon Assessment Report 2021*. New York: Sustainable Development Solutions Network. Disponível em: <https://doi.org/10.55161/IKRT9380>
- Moreira, A. A. N. (1977). Relevo. In *Geografia do Brasil: Região Norte* (Vol. 1, pp. 1-38). Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- Moura, P. (1943). O relevo da Amazônia. *Revista Brasileira de Geografia*, ano 5 (3), 3-22. Disponível em: <https://www.rbg.ibge.gov.br/index.php/rbg/article/view/4504>
- Neves Júnior, W. L. T. (2018). *Análise da variabilidade climática na região de integração lago de Tucuruí, Estado do Pará*. [Monografia de graduação, Faculdade de Tecnologia em Geoprocessamento, Universidade Federal do Pará]. Ananindeua.
- Nimer, E. (1977). *Geografia do Brasil. Região Centro-Oeste*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- NOAA. (2022a). *Analysis and plotting*. National Ocean Service website.
- NOAA. (2022b). *Climate Analysis and Plotting Tools. Monthly/Seasonal Climate Composites. NCEP/NCAR Reanalysis*. National Ocean Service website.
- NOAA. (2022c). *Climate Indices: Monthly Atmospheric and Ocean Time-Series: NAO – North Atlantic Oscillation, SOI – Southern Oscillation index*.
- NOAA. (2022d). *Climate Prediction Center - El Niño/Southern Oscillation (ENSO). Oceanic Niño Index (ONI)*. National Ocean Service website.
- Pará. (1925). *Anuário de Estatística do Estado do Pará, 1925*. Belém: Governo do Pará.
- Pimentel, G. M., Pocard-Chapuis, R. e Silva, C. N. (2018). Delimitação de unidades de paisagem: Do conceito geossistêmico ao método aplicado ao município de Paragominas/PA. *Boletim de Geografia*, 36 (1), 62-75. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v36i1.33933>
- Projeto MapBiomias. (2023). *Coleção 6 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil*. Acessado em 16 abr. 2023 em <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/cobertura?activeBaseMap>
- Rodriguez, J. M. M., Silva, E. V. D. e Cavalcanti, A. d. P. B. (2022). *Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental* (6 ed.). Fortaleza: Imprensa Universitária.
- Ross, J. L. S. (2006). *Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental*. São Paulo: Oficina de Textos.
- Santos, B. A. (1981). *Amazônia: potencial mineral e perspectivas de desenvolvimento*. São Paulo: Edusp.
- Serra, H. R. H. e Sabino, T. A. G. (2021). Cartografias da formação territorial do Sul e Sudeste do Pará. *Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia* (49). Disponível em: <https://doi.org/10.4000/confins.35731>
- Silva, P. R. e Barbosa, E. J. S. (2009). In M. A. Monteiro, M. C. N. Coelho e E. J. S. Barbosa (Eds.), *Atlas socioambiental: municípios de Tomé-Açu, Aurora do Pará, Ipixuna do Pará, Paragominas e Ulianópolis* (pp. 82-91). Belém: NAEA.
- Sioli, H. (1967). Studies in Amazon Waters. In H. Lent (Ed.), *Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica* (Vol. 3, pp. 9-50). Belém: CNPq.
- Soares, L. C. (1977). Hidrografia. In *Geografia do Brasil* (Vol. 1, pp. 73-119). Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- Texeira, J. B. G. e Lindenmayer, Z. G. (2006). Fundamentos geológicos da Serra de Carajás. In J. B. G. Texeira e V. R. Beisiegel (Eds.), *Carajás: geologia e ocupação humana* (pp. 20-90). Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi.
- Tricart, J. e KiewietdeJonge, C. (1992). *Ecogeography and rural management: a contribution to the International Geosphere-Biosphere Programme*. Harlow: Longman Scientific & Technical.

- Valverde, O. (1989). *Grande Carajás: planejamento da destruição*. Brasília: UNB.
- Valverde, O. e Dias, C. V. (1967). *A rodovia Belém-Brasília: estudo de geografia regional*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- Vasquez, M. L., Rosa-Costa, L. T., Silva, C. M. G. e Klein, E. L. (2008). Compartimentação tectônica. In M. L. Vasquez e L. T. Rosa-Costa (Eds.), *Geologia e recursos minerais do estado do Pará: texto explicativo do mapa geológico e de recursos naturais do Estado do Pará* (pp. 39-112). Belém: CPRM.
- Veloso, H. P., Japiassú, A. M. S., Goés Filho, L. e Leite, P. F. (1974). Vegetação. In Brasil. Ministério das Minas e Energia (Ed.), *Levantamento de Recursos Naturais. Folha SB.22 Araguaia e parte da Folha SC.22 Tocantins* (Vol. 4, pp. IV/1-IV/119). Rio de Janeiro: Projeto Radam.
- Vidal, M. R. e Mascarenhas, A. L. S. (2020). Mapeamento geoecológico no Parque Nacional dos Campos Ferruginosos de Carajás/Pará-Brasil. *Ateliê Geográfico*, 14 (3), 218-238. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/ag.v14i1.59613>
- Vidal, M. R., Mascarenhas, A. L. S., Silva, V. S. d., e Barbosa, E. J. d. S. (2023). Geoecologia: aportes para uma aproximação taxonômica das unidades de paisagens para a região de Carajás. In M. A. Monteiro (Ed.), *Amazônia: a região de Carajás* (pp. 707-728). Belém: NAEA. (neste volume)
- Vieira, L. S. V. e Santos, P. C. T. (1987). *Amazônia: seus solos e recursos naturais*. São Paulo: Agronômica Ceres.

Sugestão de citação:

Barbosa, E. J. d. S., Vidal, M. R., Mascarenhas, A. L. d. S. e Silva, L. N. F. (2023). Componentes naturais da paisagem na região de Carajás. In M. A. Monteiro (Ed.), *Amazônia: a região de Carajás* (pp. 677-706). Belém: NAEA. Disponível em: <https://doi.org/10.4322/978-85-7143-217-8.cap30>