

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
DOUTORADO EM GEOGRAFIA

FRANCINEY CARVALHO DA PONTE

**ANTROPOCENO NA AMAZÔNIA: HOLOCENO EM CURSO OU PRELÚDIO DE
UMA NOVA ÉPOCA GEOLÓGICA DO HOMEM?**

Belém

2021

Franciney Carvalho da Ponte

**ANTROPOCENO NA AMAZÔNIA: HOLOCENO EM CURSO OU PRELÚDIO DE
UMA NOVA ÉPOCA GEOLÓGICA DO HOMEM?**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, da Universidade Federal do Pará, como requisito à obtenção do título de Doutor.

Área de concentração: Dinâmicas da Paisagem na Amazônia.

Orientador: Prof. Dr. Claudio Fabian Szlafsztein (UFPA)

Belém

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

P813a Ponte, Franciney Carvalho da.
Antropoceno na Amazônia: Holoceno em curso ou prelúdio de uma nova época geológica do Homem? / Franciney Carvalho da Ponte. — 2021.
xvii, 272 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Claudio Fabian Szlafsztein
Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Belém, 2021.

1. Amazônia. 2. Domínio natural. 3. Holoceno. 4. Antropogênico. 5. Antropoceno. I. Título.

CDD 910.13337

Franciney Carvalho da Ponte

**ANTROPOCENO NA AMAZÔNIA: HOLOCENO EM CURSO OU PRELÚDIO DE
UMA NOVA ÉPOCA GEOLÓGICA DO HOMEM?**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, da Universidade Federal do Pará, como requisito à obtenção do título de Doutor.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Claudio Fabian Szlafsztein (Orientador - PPGeo/Ufpa)

Prof.^a. Dra. Arlete Silva de Almeida (Examinadora Interna – PPGeo/Ufpa)

Prof. Dr. José Antônio Herrera (Examinador Interno – PPGeo/Ufpa)

Prof. Dr. Flávio Rodrigues do Nascimento (Examinador Externo – PPGeo/Ufpa)

Prof. Dr. Marcos Pereira Magalhães (Examinador Externo – MPEG)

Belém

2021

DEDICATÓRIA

A Deus, pelo dom da vida e pela promoção da renovação de minha fé, um sentimento imprescindível na condução e na superação dos desafios do dia a dia.

Aos meus familiares, Osvaldo Valente da Ponte (pai), Olinda Carvalho da Ponte (mãe), Francisco Carvalho da Ponte (irmão), Francilene Carvalho da Ponte (irmã), Fredson Carvalho da Ponte (irmão), Danielly Francine Ponte (filha), Maria Andrelina Simões de Carvalho (avó) e Osmar Carvalho (avô), por oportunizarem o início da minha trajetória acadêmico-profissional e por constituírem a base dos princípios que regem a minha vida.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Pará, por conceder o tempo e a estrutura (físico-humana) necessários à exequibilidade desta tese.

À Faculdade de Geografia e Cartografia da UPFA e a seu quadro de professores e demais funcionários, pela colaboração, pela parceria e pelo apoio, indispensáveis à realização desta pesquisa.

Aos professores e aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO) da UFPA, por possibilitarem e por participarem do processo de horizontalização dos meus conhecimentos e do adensamento qualitativo, enquanto profissional acadêmico da docência.

Meu muito obrigado aos professores Christian Nunes da Silva, Flávio Rodrigues do Nascimento e Maria Lucia Brito da Cruz, por terem participado diretamente nos aprofundamentos teórico-conceitual e metodológico de temáticas fundamentais, que subsidiaram a realização desta pesquisa.

Agradeço muitíssimo ao professor Cláudio Fabian Szlafsztajn, o qual desempenhou a importante missão de me orientar, rumo ao aprofundamento do conhecimento científico, pela parceria, pela colaboração, pela dedicação e pelo incentivo encorajador, sempre presente e sempre disposto a enriquecer este trabalho.

Aos meus familiares e aos meus amigos, que, de alguma forma ou de outra, tornaram esta caminhada mais percorrável.

E, por último, mas não menos importante, meu agradecimento fraterno e amoroso a minha família, a qual representa os pilares da minha força, da minha coragem e da minha persistência, frente às adversidades da vida.

Meu muito obrigado a todas e a todos!

A vida sempre impõe alegrias e tristezas, conquistas e perdas, facilidades e desafios. Seu legado é condicionado à forma como enfrentará cada situação de adversidade, o que dependerá da sua capacidade em observar, absorver, aprender e crescer, sem nunca deixar, à margem, a humildade e simplicidade em reconhecer que seus êxitos são reflexos de seus princípios, perseverança e família.

Franciney Carvalho da Ponte

RESUMO

Os Domínios Naturais da Amazônia Brasileira apresentam uma elevada diversidade biogeográfica, favorecidos por um substrato geológico complexo e por um clima equatorial, ambos preponderantes na paisagem amazônica, localizados na porção Norte do Brasil, perfazendo uma área equivalente a 40% do território nacional (~3.7 milhões Km²). A expansão humana na Amazônia tem produzido uma série de transformações em seus recursos naturais. Nesse sentido, o trabalho teve, como objetivo, realizar uma retrospectiva da trajetória do ser humano nos domínios amazônicos, através da espacialização de evidências antropogênicas e da análise de indicadores antropogênicos, passíveis de associação a preceitos do Antropoceno, viabilizada por uma perspectiva geográfica. A análise levantou os aspectos dos domínios morfoclimáticos e fitogeográficos, destacando suas paisagens dominantes e seus respectivos sistemas naturais, através da compartimentação biofísica, funcionando como substrato na análise da dinâmica de eventos socioespaciais e das evidências materializadas da ação humana nas paisagens, sob um amplo espectro temporal — Holoceno. A investigação foi alicerçada em uma abordagem holística e integradora de variáveis, relacionadas a aspectos naturais e socioespaciais, a partir de uma visão sistêmica, direcionada a dimensionar e a mensurar os padrões de uso dos recursos naturais, o grau de antropogenização dos domínios naturais e a proposição de paisagens/estruturas antropocênicas. Nesse sentido, a pesquisa revelou que estes domínios apresentam, atualmente, um percentual antropogênico muito significativo, de aproximadamente 70%, fruto de uma dinâmica socioespacial ampla e diversa, o que atribuiu à região uma acentuada variabilidade de macrossistemas humanos e paisagens seminaturais, embutidas em ecossistemas aparentemente naturais. No entanto, foi detectado que esta estimativa provavelmente é subestimada, se considerarmos as evidências, segundo uma perspectiva acumulativa, alcançando um valor em torno de 150%, ou seja, 50% acima da área total do espaço de estudo, o que denuncia uma elevada pressão antropogênica na região. Diante do exposto, e considerando os preceitos do Antropoceno, centrados na concepção antropogênica, sugere-se que a Amazônia condiciona paisagens antropogênicas, substancialmente alteradas, há pelos menos quatro mil anos AP, quando boa parte de seus domínios já era ocupada e significativamente usada e manejada por grupos humanos.

Palavras-chave: Amazônia. Domínio natural. Holoceno. Antropogênico. Antropoceno.

ABSTRACT

The Natural Domains of the Brazilian Amazon present a high biogeographic diversity, favored by the complex geological substratum and equatorial climate, both predominant in the Amazonian landscape, located in the northern portion of Brazil, covering an area equivalent to 40% of the national territory (~3.7 million Km²). Human expansion in the Amazon has produced a series of transformations in its natural resources. In this sense, this work aimed to perform a retrospective on the trajectory of human beings in the Amazonian domains, through the spatialization of anthropogenic evidences and analysis of anthropogenic indicators, likely to be associated with precepts of the Anthropocene, made possible by a geographical perspective. The analysis raised the aspects of both morphoclimatic and phytogeographic domains, highlighting their dominant landscapes and natural systems, through biophysical compartmentalization, working as a substrate in the analysis of the dynamics of socio-spatial events and the materialized evidences of human action in the landscapes, under a broad temporal spectrum - the Holocene. The research was based on a holistic and integrative approach of variables, related to both natural and socio-spatial aspects, from a systemic vision, aimed at sizing and measuring the patterns of use of natural resources, the anthropogenization degree of natural domains and the proposition of anthropogenic landscapes/structures. In this sense, the research revealed that these domains currently present a very significant anthropogenic percentage of approximately 70%, the result of a broad and diverse socio-spatial dynamic, which attributed to the region a marked variability of human macrosystems and semi-natural landscapes embedded in apparently natural ecosystems. However, it was detected that this estimate is probably underestimated, if we consider the evidence, according to a cumulative perspective, reaching a value around 150%, that is, 50% above the total area of the study, which denounces a high anthropogenic pressure in the region. Given the above, and considering the Anthropocene precepts, centered on the anthropogenic conception, it is suggested that the Amazon region contains anthropogenic landscapes, substantially altered, for at least four thousand years AP, when much of its domains were already occupied and significantly used and managed by human groups.

Keywords: Amazon. Natural domain. Holocene. Anthropogenic. Anthropocene.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Localização da área de estudo, no contexto da Amazônia brasileira.....	201
Figura 2.1 – Avanço conceitual e desdobramentos do Antropoceno, segundo a percepção de alguns autores	344
Figura 2.2 – Esboço esquemático do Geossistema.....	52
Figura 2.3 – Fluxograma metodológico	822
Figura 3.1 – O continente Sul-Americano, destacando a área estável (Pré-Cambriano), a área instável plataformal (Fanerozoico) e a área instável não plataformal (Andes).....	878
Figura 3.2 – Aspectos morfoestruturais da Amazônia brasileira	900
Figura 3.3 – Aspectos climáticos, no âmbito dos DNAB	933
Figura 3.4 – Aspectos hidrogeológicos, no contexto dos DNAB	934
Figura 3.5 – Aspectos vegetacionais dominantes da Amazônia brasileira.....	977
Figura 3.6 – Domínios Naturais da Amazônia Brasileira (DNAB)	1111
Figura 3.7 – Percentual de ocorrência dos sistemas naturais, no âmbito dos DNAB	1144
Figura 3.8 – Sistemas naturais no contexto dos DNAB	1155
Figura 3.9 – Ecodinâmica do meio ambiente dos Sistemas Naturais da Amazônia Brasileira	1200
Figura 4.1 – Modelos de rotas de povoamento para a América do Sul.....	12828
Figura 4.2 – Evidências arqueológicas na Amazônia brasileira Pré-Colonial.....	1333
Figura 4.3 – Artefatos/evidências da ação humana na Amazônia Pré-Colonial	1422
Figura 4.4 – Evidências antropogênicas na Amazônia brasileira Colonial.....	1477
Figura 4.5 – Evidências antropogênicas na Amazônia brasileira Pós-Colonial.....	1533
Figura 4.6 – Incremento percentual de evidências antropogênicas, no âmbito dos sistemas naturais, associadas às fases do período Pré-Colonial.....	1577
Figura 4.7 – Evidências antropogênicas, no âmbito dos Sistemas Naturais da Amazônia Brasileira, associadas às fases do período Pré-Colonial.....	15858
Figura 4.8 – Incremento antropogênico, associado ao período Colonial	1600
Figura 4.9 – Evidências antrtopogênicas, no âmbito dos Sistemas Naturais da Amazônia Brasileira Colonial.....	1611
Figura 4.10 – Principais tipologias de uso do solo, no âmbito da Amazônia Legal	16464
Figura 4.11 – Incremento de evidências antropogênicas, associadas ao período Pós-Colonial	1655
Figura 4.12 – Evidências antropogênicas, no âmbito dos subdomínios naturais da Amazônia brasileira no período Pós-Colonial	1666
Figura 4.13 – Incremento total de evidências antropogênicas dos sistemas naturais dos DNAB	1722

Figura 4.14 – Percentual de ocorrência entre territórios sociais	1734
Figura 4.15 – Relação espacial dos territórios sociais contemporâneos e dos Domínios Naturais da Amazônia Brasileira.....	1755
Figura 4.16 – Macrossistemas Humanos, no contexto dos Domínios Naturais da Amazônia Brasileira.....	1822
Figura 5.1 – Sistemas ambientais, no âmbito dos Domínios Naturais da Amazônia Brasileira	1922
Figura 5.2 – Antropogenização dos sistemas ambientais Costeiro urbano-extrativo e Flúvio-Continental urbano-agroextrativo.....	1966
Figura 5.3 – Antropogenização dos Sistemas ambientais campinarana, Tabuleiro, Depressão Ocidental e Depressão Sudoeste.....	2000
Figura 5.4 – Antropogenização dos sistemas ambientais Depressão marginal extrativo Norte, Depressão marginal fitopluvial agropecuário Sul e Depressão marginal fitotransicional agropecuário Sul.....	2044
Figura 5.5 – Antropogenização dos sistemas ambientais Planalto residual Norte, Planalto agropecuário oriental e Planalto residual pecuário-extrativo Sul.....	20808
Figura 5.6 – Antropogenização dos Domínios Naturais da Amazônia Brasileira (ANEXO A)	2233
Figura 6.1 – O Antropoceno, a partir de uma visão centrada na análise antropogênica dos DNAB.....	22727
Figura 6.2 – Paisagens Antropocênicas, no contexto dos Domínios Naturais da Amazônia Brasileira (ANEXO B)	2400

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Alguns antecedentes, avanços e perspectivas no estudo do Antropoceno	333
Quadro 2.2 – Evidências antropogênicas e perspectivas analíticas na Amazônia holocênica .	41
Quadro 2.3 – Relação Taxonômica da Paisagem e suas respectivas escalas têmporo-espaciais	51
Quadro 2.4 – Alguns conceitos acerca das análises sistêmica e ambiental, na perspectiva de vários autores.....	56
Quadro 2.5 – Relação de dados espaciais e cartográficos e de produtos de sensoriamento remoto utilizados	60
Quadro 2.6 – Componentes, atributos e parâmetros biofísicos, adotados na análise do potencial/limitação ecológica dos sistemas naturais	65
Quadro 2.7 – Parâmetros adotados na análise dos eventos socioespaciais e na definição de massistemas humanos.....	666
Quadro 2.8 – Parâmetros e variáveis de análise da dinâmica ecológica, no âmbito dos subdomínios naturais: componentes biofísicos, critérios, causas e efeitos	722
Quadro 2.9 – Evidências antropogênicas e seus respectivos pesos, referentes à taxa de transformação antrópica (TA) e ao indicador profundidade da transformação ecológica (PTE)	755
Quadro 2.10 – Subdomínios naturais e suas respectivas taxas (pesos), em consonância com a ecodinâmica natural e a capacidade de suporte ecológica (CSE).....	766
Quadro 3.1 – Componentes elementares na definição dos Domínios Naturais da Amazônia Brasileira (DNAB)	1100
Quadro 3.2 – Domínios e sistemas naturais da Amazônia brasileira	1133
Quadro 3.3 – Sistemas Naturais, atributos biofísicos dominantes e as condições naturais da ecodinâmica.....	1177
Quadro 4.1 – Localização de alguns sítios arqueológicos no entorno dos DNAB, no Pleistoceno Tardio	1277
Quadro 4.2 – Relação de alguns sítios arqueológicos na Amazônia Pré-Colonial	1400
Quadro 4.3 – Períodos, épocas, fases e eventos socioespaciais na Amazônia holocênica...	1544
Quadro 4.4 – Eventos socioespaciais, evidências antropogênicas e dinâmica ambiental, no âmbito dos Domínios Naturais da Amazônia Brasileira	1777
Quadro 5.1 – Sistemas ambientais e seus respectivos parâmetros e variáveis biofísicos e antropogênicos.....	18888
Quadro 5.2 – Dinâmica ecológica e antropogenização dos DNAB, segundo a capacidade de suporte ecológica e a ameaça potencial-transformadora do meio ambiente	21818
Quadro 6.1 – Macrossistemas humanos, indicadores geológicos potenciais e a proposição de paisagens na perspectiva do Antropoceno, na Amazônia brasileira.....	23838

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
CHANS	Sistemas Humanos e Naturais Acoplados
DNAB	Domínios Naturais da Amazônia Brasileira
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICS	International Commission on Stratigraphy
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
PPGEO	Programa de Pós-Graduação em Geografia
PRODES	Programa de Monitoramento do Desflorestamento
SIPAM	Sistema de Proteção da Amazônia
SDNAB	Subdomínios Naturais da Amazônia Brasileira
SUDAM	Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia
SRTM	Missão Topográfica Radar Shuttle
TGS	Teoria Geral dos Sistemas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	177
2 PRECEITOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS	244
2.1 HOMEM E NATUREZA: EVOLUÇÃO CONCEITUAL	244
2.2 ANTROPOCENO: DESDOBRAMENTOS E PERSPECTIVAS DE ANÁLISE	277
2.2.1 Pressupostos teórico-conceituais	288
2.2.2 Fatores antropogênicos e indicadores no Antropoceno.....	311
2.3 DOMÍNIOS DE NATUREZA: SUBSTRATO REGIONAL NA ANÁLISE ANTROPOGÊNICA.....	433
2.4 ESTUDOS AMBIENTAIS INTEGRADOS E A PERSPECTIVA DO ANTROPOCENO	47
2.5 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS	58
2.5.1 Diagnóstico dos Domínios Naturais da Amazônia Brasileira	61
2.5.2 Análise de eventos socioespaciais e a definição de sistemas humanos	667
2.5.3 Caracterização de sistemas ambientais e da estimativa antropogênica.....	69
2.5.4 Identificação e proposição de indicadores e/ou de paisagens passíveis de associação a preceitos do Antropoceno	79
3 A DIVERSIDADE DO MEIO AMBIENTE AMAZÔNICO: DOS DOMÍNIOS A REGIONALIZAÇÃO DE SISTEMAS NATURAIS.....	833
3.1 DOMÍNIOS MORFOCLIMÁTICOS E FITOGEográficos.....	844
3.1.1 Aspectos morfoclimáticos.....	866
3.1.1.1 Morfoestrutura	866
3.1.1.2 Hidroclimatologia.....	900
3.1.2 Aspectos fitogeográficos	955
3.2 OS DOMÍNIOS NATURAIS DA AMAZÔNIA BRASILEIRA	977
3.2.1 Domínio das planícies amazônicas	99
3.2.2 Domínio das depressões sedimentares	1011
3.2.3 Domínio das depressões cristalinas	1033
3.2.4 Domínio dos planaltos e dos relevos montanos	1066
3.3 SISTEMAS NATURAIS: REGIONALIZAÇÃO DOS DOMÍNIOS E ANÁLISE DA ECODINÂMICA NATURAL	1122
4 A EXPANSÃO HUMANA NA AMAZÔNIA: DINÂMICA E EVENTOS SOCIOESPACIAIS, NO ÂMBITO DOS DOMÍNIOS NATURAIS	1211
4.1 DO NORTE AO SUL DAS AMÉRICAS: A CHEGADA DO HOMEM NA AMAZÔNIA	1233
4.2 INDICADORES ARQUEOECOLÓGICOS NA AMAZÔNIA PRÉ-COLONIAL	12828

4.3 CONTINENTALIZAÇÃO E POVOAMENTO: PERIODIZAÇÃO DA EXPANÇÃO HUMANA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA.....	1344
4.3.1 Período Pré-Colonial: dos caçadores-coletores às sociedades complexas e à diversidade ambiental.....	1355
4.3.1.1 Fase Paleoindígena	1366
4.3.1.2 Fase Arcaica	1377
4.3.1.3 Fase Formativa	13838
4.3.2 Período Colonial: retração socioespacial e expropriação territorial	1433
4.3.3 Período Pós-Colonial: diversificação socioespacial e supressão da paisagem	14848
4.4 O PROCESSO DE OCUPAÇÃO E A ANTROPOGENIZAÇÃO, NO ÂMBITO DOS DOMÍNIOS NATURAIS DA AMAZÔNIA BRASILEIRA	1555
4.4.1 Incremento antropogênico Pré-Colonial	1555
4.4.2 Incremento antropogênico colonial.....	15959
4.4.3 Incremento Antropogênico Pós-Colonial.....	1622
4.4.4 Incremento Antropogênico, no âmbito dos DNAB	1627
4.5 DINÂMICA SOCIOESPACIAL: DAS FASES SOCIOPRODUTIVAS AOS MACROSSISTEMAS HUMANOS	1733
5 ANTROPOGENIZAÇÃO DA AMAZÔNIA BRASILEIRA	1833
5.1 SISTEMAS AMBIENTAIS: DOS ASPECTOS ANTROPO-NATURAIS À CONJUNTURA ANTROPOGÊNICA	1866
5.1.1 Sistemas ambientais Costeiro urbano-extrativo e Flúvio-Continental urbano-agroextrativo	1933
5.1.2 Campinarana, Tabuleiro urbano-agropecuário, Depressão extrativa ocidental e Depressão extrativo-pecuária sudoeste	197
5.1.3 Depressão marginal extrativo Norte, Depressão marginal fitopluvial agropecuário Sul e Depressão marginal fitotransicional agropecuário Sul	2011
5.1.4 Planalto residual Norte, Planalto agropecuário oriental e Planalto residual pecuário-extrativo Sul	20505
5.2 DOMÍNIOS ANTROPOGENIZADOS: DA NATUREZA PRIMITIVA À COMPLEXIFICAÇÃO ECOLÓGICA.....	20909
5.2.1 Planícies amazônicas moderadamente antropogenizadas.....	21010
5.2.2 Depressões sedimentares moderadamente antropogenizadas	2122
5.2.3 Depressões cristalinas altamente antropogenizadas.....	21414
5.2.4 Planaltos moderadamente antropogenizados.....	21616
6 A PERSPECTIVA DO ANTROPOCENO NOS DOMÍNIOS NATURAIS DA AMAZÔNIA BRASILEIRA.....	2244
6.1 INDICADORES POTENCIAIS E A PROPOSIÇÃO DE PAISAGENS ANTROPOCÊNICAS.....	22828

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	2411
REFERÊNCIAS	Erro! Indicador não definido.54
ANEXO A – MAPA DA ANTROPOGENIZAÇÃO DOS DOMÍNIOS NATURAIS DA AMAZÔNIA BRASILEIRA.....	2711
ANEXO B – MAPA DAS PAISAGENS ANTROPOCÊNICAS, NO CONTEXTO DOS DOMÍNIOS NATURAIS DA AMAZÔNIA BRASILEIRA.....	2722

1 INTRODUÇÃO

Na segunda metade do século XIX, o ser humano passa a ser considerado um agente transformador de sistemas terrestres, em razão da sua capacidade de interferir e de transformar processos, fenômenos e paisagens naturais, comparando-se a uma força geológica (TURPIN; FEDERIGHI, 2012). A concepção do ser humano como força geológica volta a ser impulsionada no início dos anos 2000, quando uma gama de informações e de dados mais robustos e consistentes corroboram a hipótese de a Terra estar vivenciando uma nova época e/ou uma transição geológica, denominada Antropoceno.

Inicialmente, o termo Antropoceno é forjado sobre uma base sustentada na variabilidade climática (CRUTZEN; STOERMER, 2000) e, mais adiante, também sobre as mudanças ambientais terrestres e sobre as características geológicas, geomorfológicas, pedológicas e da cobertura vegetal. O aspecto complexo do Antropoceno tem proporcionado indagações e questionamentos científicos, em razão de sua essência multiescalar (tempo e espaço), e uma perspectiva analítica alicerçada em aspectos físico-naturais e humano-sociais. Tais fatos sugerem que o estudo do Antropoceno deva partir de abordagens holística e interdisciplinar, o que exige esforços, no sentido de adequar os princípios do Antropoceno aos preceitos científicos de várias áreas do conhecimento.

Nesse sentido, uma série de propostas investigativas tem ocorrido na Arqueologia, na Sociologia, na Antropologia e nas Geociências. Harden *et al.* (2014), em particular, propõem a Geografia como meio metodológico e científico para o estudo do Antropoceno. A perspectiva geográfica e sua *expertise* em estudos interdisciplinares e integrativos na análise do Antropoceno se associam à primazia do ser humano, como agente transformador da paisagem, tornando imprescindíveis a identificação, a caracterização e a espacialização de fatores antropogênicos. Desta forma, evidências materializadas historicamente nas paisagens estabelecem sinais de divergências entre o natural e o humano, em que, além dos aspectos geológicos, associados ao Antropoceno, outros indicadores podem ser considerados, como os pedogeomorfológicos, os vegetacionais e os climáticos.

Os fatores antropogênicos, representados por elementos e por processos desencadeados pela intervenção humana sobre sistemas naturais, manifestam-se de diversas formas, em diversas amplitudes espaço-temporais e em determinados componentes ambientais. No entanto, as transformações da cobertura vegetal e da variabilidade climática ganham relevância ímpar no estudo do Antropoceno, em razão de se apresentarem como

componentes de maior expressão dos seus aspectos dominantes (ex. regulação de temperatura, precipitação, umidade, estiagem, dinâmicas hidrológicas, entre outros).

Em uma abordagem geográfica, a análise integrada de fatores antropogênicos e de sistemas naturais é essencial, pois permitem correlacionar as ações humanas e os seus impactos ambientais. Logo, o ponto de partida está na análise integrada da relação entre as várias evidências de uso dos recursos naturais e as condições ecodinâmicas do meio, com vistas a identificar o desencadeamento de novas formas e de novos processos em contextos socioespaciais divergentes, conjugando aspectos físicos e humanos. A Geografia, sob a ótica ambiental, apresenta um potencial de abordagem que vai além da dicotomia entre as áreas física e humana, constituindo-se em uma particularidade geográfica de suma importância no estudo do Antropoceno (WHITEHEAD, 2014).

O Antropoceno apresenta uma gama de obstáculos, quanto a sua aplicabilidade, em razão de seus aspectos diacrônico, multifatorial e multiescalar. Nesse sentido, um dos desafios em estabelecer um elo entre o surgimento do ser humano, como força global, e a perturbação de sistemas terrestres está na ausência de dados regionais, conectados a preceitos do Antropoceno. Para Ellis *et al.* (2013), tais empecilhos podem ser superados, a partir de uma avaliação empírica da extensão global e do grau de transformação humana sobre a cobertura vegetal e sobre o uso da terra, considerando os impactos humanos em escala regionalizada, no entanto.

A expansão populacional nos últimos 300 anos resultou na transformação de 75% dos biomas terrestres por sistemas humanos (agrícolas, de pastagens, cidades, etc.), dos quais aproximadamente 50% já se revelavam moderadamente transformados em 1700 d.C. (ELLIS *et al.*, 2010). Os autores ressaltam que a transformação dos biomas vegetacionais apresenta uma dinâmica irregular, em razão de alguns ecossistemas, como savanas, florestas temperadas, formações arbustivas e estepes, demonstrarem um elevado nível de alteração, enquanto as florestas tropicais evidenciam em torno de 25% de sua área alterada/consolidada, todavia, com sua ocorrência registrada predominantemente no último século.

No Brasil, os biomas têm vivenciado altas taxas de transformação, destacando a Mata Atlântica, com 85%, o Cerrado e a Caatinga, com 50% cada, a Pampa, superior a 50%, enquanto a Amazônia apresenta um percentual em torno de 15% (IBGE, 2017). Ross (2006), ao analisar a expansão produtiva no Brasil entre os séculos XVI e XX, constata que quase a totalidade dos domínios vegetacionais brasileiros, exceto os da Amazônia, foi convertida, predominantemente, em áreas de pastagens e de agricultura.

A Amazônia constitui uma região de fronteira para o sistema capitalista, seja através da agricultura (HOMMA, 2012), seja através do desmatamento, o qual segue avançando contínua e progressivamente sobre os DNAB. Pesquisas sobre desmatamento e sobre degradação da Amazônia brasileira demonstram que aproximadamente 85% de seus recursos naturais permanecem preservados (IBGE, 2017; INPE, 2017), no entanto a pressão antrópica sobre os recursos naturais ganhou ritmo cada vez mais acelerado nas últimas décadas, em razão de sua biodiversidade e de se constituir em um dos poucos domínios na Terra com uma considerável extensão territorial ainda conservada.

Entretanto, estudos arqueológicos e antropológicos, acerca da relação do ser humano com os ambientes amazônicos, têm demonstrado que as ações antrópicas e as suas consequências sobre os sistemas naturais remontam há milhares de anos. Sítios arqueológicos sinalizam que o ser humano vem transformando o ambiente na região de forma diversa e ecologicamente duradoura, em razão da existência de um conjunto de indicadores antropogênicos, sugerindo, dessa maneira, uma dinâmica ecológica influenciada pelo ser humano e uma variabilidade geográfica considerável (CLEMENT *et al.* 2015; MAGALHAES, 2016).

A expansão do ser humano na Amazônia, em diferentes níveis e em diferentes contextos de intervenção, tem produzido uma série de transformações sobre seus domínios naturais, a ponto de interferir substancialmente em sistemas e em fenômenos geoambientais e de substituí-los por sistemas humanizados, caracterizados por paisagens antropogênicas alteradas dispersamente, bem como na variabilidade do clima. Sistemas humanizados (reflorestamento, agricultura, pecuária, mineração, etc.), em substituição a sistemas florestais, apresentam uma estreita relação com o aumento da temperatura e com a redução da evapotranspiração e da precipitação (NOBRE *et al.*, 2009).

As alterações perpetradas pelas ações humanas vêm interferindo na morfologia e no comportamento ecológico de geoambientes, comprometendo suas potencialidades e permitindo vulnerabilidades, frente a fatores emergentes, como a formação de novas estruturas, de processos, de transformações biofísicas e de impactos ambientais significativos. Nesse contexto, ressalta-se que fenômenos naturais que têm desempenhado performances divergentes de seus antecessores podem estar diretamente associados ao processo de antropogenização dos domínios naturais e de suas respectivas paisagens, impulsionados pela intervenção antrópica e por seus modelos produtivos.

Os domínios de natureza são constituídos por macrofeições e/ou macrounidades morfoestruturais e fitogeográficas: aquelas, constituídas por aspectos geológicos e

geomorfológicos; estas, por províncias vegetacionais dominantes, com características e com predominâncias intrínsecas a uma determinada região (AB'SABER, 2003), particularmente, denominados Domínios Naturais da Amazônia Brasileira (DNAB).

Os DNAB são concebidos, segundo um conjunto de aspectos, relacionados às macrounidades morfoestruturais, associados aos aspectos fitogeográficos da floresta tropical amazônica (Figura 1.1). Apresentam uma complexidade biofísica, além dos aspectos fisiográficos, como, por exemplo, a ocorrência de tipologias vegetacionais ainda consideravelmente preservadas, de evidências antropogênicas que remontam, tanto a períodos recentes (agropecuária, mineração, urbanização, etc.) quanto a contextos temporais mais remotamente distantes (sítios arqueológicos, solos antropogênicos, etc.). Os DNAB, seus sistemas naturais e suas respectivas paisagens, vêm sendo moldados e marcados por testemunhos de natureza antropogênica, formando ambientes, em que fatores naturais e humanos coexistem, reorganizam-se e estabelecem novas relações.

Para tanto, algumas indagações foram forjadas, com o intuito de estabelecer parâmetros e diretrizes para o desenvolvimento teórico-metodológico deste estudo, como: 1) A Amazônia condiciona evidências antropogênicas marcantes no âmbito da escala holocênica? 2) Se sim, quais são, onde e como tais indícios emergiram? 3) O impacto da ação do ser humano sobre os domínios naturais amazônicos apresenta indicadores passíveis de associação a preceitos do Antropoceno? Tais indagações buscam nortear princípios, etapas e indicadores, de forma a subsidiar o alcance das respostas, através da adoção de um fio condutor de abordagem: a dinâmica socioespacial e os fatores antropogênicos.

Esta pesquisa parte da hipótese de que os Domínios Naturais da Amazônia Brasileira vêm suportando, ao longo do Holoceno, uma pressão antrópica substancial e gradativamente crescente, resultando na transformação de sistemas naturais em humanizados, em que a trajetória humana tem produzido transformações significativas sobre seus fenômenos naturais e sobre suas paisagens. Nesse sentido, considera-se que processos evolutivos naturais têm sido influenciados por fatores emergentes, em virtude de atividades degradantes, produzindo, assim, paisagens com aspectos bem definidos e duradouros, como, por exemplo, a domesticação/cultivo de espécies vegetais nativas e exóticas, a formação de solos antropogênicos e, mais recentemente, o desmatamento, a urbanização, a agropecuária e a indústria mineral.



Figura 1.1 – Localização da área de estudo, no contexto da Amazônia brasileira. Fonte: elaborada pelo autor (2021), a partir de IBGE (2016)

Os Domínios Naturais da Amazônia Brasileira estão localizados na porção setentrional do Brasil, limitando-se, ao Norte, com Venezuela, Guianas e Suriname; ao Sul, com os estados brasileiros de Rondônia e de Mato Grosso; a Oeste, com Peru, Equador e Colômbia; e, a Leste, com os estados de Tocantins e de Maranhão, apresentando uma área de aproximadamente 3.700.000 Km², distribuída entre os estados do Acre, do Amapá, do Amazonas, do Mato Grosso, do Maranhão, do Pará, de Rondônia, de Roraima e de Tocantins. A área de estudo é estruturada geologicamente por embasamento sedimentar e cristalino, pertencente a bacias e a coberturas sedimentares antigas e ao escudo cratônico do Brasil Central, e está inserida no contexto dos biomas das florestas tropicais e do envoltório climático tipificado como quente e úmido.

Tal é o contexto de concepção desta pesquisa, a qual busca, na Geografia, o arcabouço teórico-metodológico necessário ao alcance dos objetivos previstos, partindo de uma abordagem sistêmica da ecodinâmica (TRICART, 1977), da análise geoambiental (SOUZA,

2000) e da identificação de paisagens e de potenciais indicadores geológicos, na perspectiva do Antropoceno (ELLIS; RAMANKUTTY, 2008; WATERS *et al.*, 2014). Para tanto, a análise será mediada por uma investigação integrada do meio natural, frente à expansão humana, através da compartimentação biofísica e da dinâmica ecológica, com vistas a estimar o grau de antropogenização de sistemas naturais e a identificar indicadores/paisagens, associáveis a preceitos do Antropoceno, ao longo do Holoceno.

As proposições desta pesquisa foram norteadas, a partir do seguinte objetivo geral: investigar e avaliar evidências de antropogenização, no âmbito dos DNAB, a partir das transformações impressas pelas ações humanas sobre a dinâmica da paisagem e sobre seus respectivos sistemas naturais, ao longo do Holoceno, a fim de identificar indicadores potenciais e de contribuir na delimitação têmporo-espacial do Antropoceno na Amazônia.

Como desdobramentos desse percurso investigativo, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Avaliar os aspectos morfoclimáticos e fitogeográficos na definição de Domínios Naturais da Amazônia Brasileira (DNAB) e de seus respectivos sistemas naturais, a partir da compartimentação biofísica e da análise da capacidade de suporte ecológico do meio ambiente natural;
- Analisar, definir e cartografar os sistemas humanos e a dinâmica de processos de (re)ocupação e (re)organização do espaço geográfico da Amazônia holocênica, a partir da retrospectiva de eventos socioespaciais e de evidências antropogênicas materializadas nas paisagens;
- Estimar o grau de antropogenização, no âmbito dos DNAB, a partir da identificação de fatores emergentes e da análise da ecodinâmica de sistemas ambientais;
- Caracterizar e propor indicadores e/ou paisagens potenciais, passíveis de associação a preceitos e a parâmetros do Antropoceno.

A elaboração deste estudo ocorre, sob uma estrutura composta por cinco capítulos principais.

O primeiro capítulo traz a fundamentação teórico-conceitual, vislumbrando articular e sistematizar ideias e conceitos tangentes ao termo Antropoceno, segundo uma perspectiva geográfica, partindo da correlação entre a metamorfose do conceito de natureza e a sua relação com o ser humano, a partir da análise da antropogenização da paisagem, segundo uma abordagem integradora dos DNAB, na perspectiva antropocênica.

No segundo capítulo, realiza-se um levantamento dos aspectos e dos fenômenos naturais da Amazônia brasileira, a partir dos conceitos dos domínios morfoclimático e fitogeográfico, fundamentado em uma visão integradora e sistêmica destes domínios, com vistas a delimitar e a caracterizar paisagens dominantes e seus respectivos sistemas naturais.

O terceiro capítulo faz o levantamento e o mapeamento de evidências antropogênicas, associadas à expansão do ser humano na Amazônia brasileira, com o intuito de analisar a variabilidade socioespacial e a influência ou não das condições naturais nessa trajetória ou vice-versa, considerando a periodização histórica e as fases socioprodutivas consolidadas, ao longo do Holoceno.

No quarto capítulo, busca-se estimar o grau de antropogenização das paisagens naturais dos DNAB, a partir da análise da dinâmica geoambiental e dos seus respectivos impactos, através da correlação entre os sistemas naturais e humanos.

O quinto capítulo convergiu para a análise da potencialidade de evidências antropogênicas, passíveis de associação a preceitos e a parâmetros do Antropoceno, com vistas a estabelecer correlações têmpero-espaciais e indicativos, intrínsecos à existência ou não do Antropoceno na Amazônia.

2 PRECEITOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS

Esta pesquisa é fundamentada em uma abordagem, voltada à investigação de evidências antropogênicas, no âmbito dos Domínios Naturais da Amazônia Brasileira (DNAB), com vistas a estabelecer uma correlação com preceitos do Antropoceno. O estudo foi realizado, segundo uma visão holística, baseada na análise da dinâmica ambiental, a partir da definição de sistemas naturais, humanos e ambientais. Para tanto, a análise parte de um arcabouço teórico-conceitual intrínseco a princípios da temática do Antropoceno, segundo a ótica da relação entre as ações humanas e seus efeitos sobre os sistemas naturais, com desfecho centrado na identificação de paisagens potenciais, associáveis ao Antropoceno.

Metodologicamente, o desenvolvimento da pesquisa se baseou em princípios integrativos e sistêmicos dos aspectos físico-naturais e humano-sociais, partindo de uma abordagem subsidiada pela análise geoambiental, com vistas a identificar e a caracterizar evidências e indicadores, que possam compor cenários da dinâmica da paisagem, frente aos eventos socioespaciais e a seus respectivos impactos sobre os DNAB.

A fundamentação teórica tem a incumbência de trazer à tona preceitos que possam embasar a busca pelo Antropoceno na Amazônia brasileira, razão pela qual se estruturou uma revisão, baseada em quatro subcapítulos.

2.1 HOMEM E NATUREZA: EVOLUÇÃO CONCEITUAL

Trabalhos voltados à temática ambiental buscam se sistematizar, a partir de uma ótica centrada na relação entre ser humano e natureza (SMITH, 1988; LENOBLE, 1990; OLIVEIRA, 2002; HINCHLIFFE, 2007). As relações de coexistência e, em alguns casos, de subjugação da natureza pelo ser humano têm demonstrado a capacidade deste como uma grande força transformadora de processos, de dinâmicas e de estruturas daquela.

Stoppani (séc. XIX), por considerar o ser humano como uma nova força da era geológica, Marsh (1864), por ponderar o ser humano como o principal agente geográfico da natureza, Goudie (2013), ao listar uma série de impactos humanos sobre os recursos naturais, entre outros, consubstanciaram a pesquisa acerca do ser humano como agente morfológico da paisagem e, conseqüentemente, da antropogenização de ambientes naturais. Marsh (1864) já sublinhava o ser humano como um agente capaz de transformar a natureza, a ponto de comprometer seu equilíbrio. O termo "agente" e sua associação aos aspectos e aos fatores

geográficos se justificam pelo fato de que as ações humanas, sejam individuais, sejam coletivas, tendem a desencadear impactos na natureza, condicionando o surgimento de novos processos ou acelerando-os.

Considerando que a natureza se constitui como substrato da evolução dos sistemas terrestres, das relações entre os Seres Humanos e destes com aquela, faz-se necessário versar sobre a evolução conceitual do termo natureza. Para Lenoble (1990), as percepções iniciais da natureza são marcadas pela universalização, estágio em que o ser humano e a natureza eram indivisíveis.

Para Smith (1988), a concepção de natureza, que antecede aos métodos científicos de observação e de experimentação (século XVI), era fundamentada na filosofia da natureza, considerada independente e estática, cuja percepção se baseava na abstração, na aparência e na assistemática. Este autor observa que, no século XVII, com a expansão da ciência moderna, a natureza começa a ser concebida como algo composto por fatores e por objetos produzidos pelo ser humano e/ou pela sociedade, significando uma ruptura no modelo científico vigente.

Ao final do século XIX, com a emergência de preceitos do paradigma da ciência contemporânea, o conceito de natureza universal é preservado, todavia munido de uma concepção alicerçada na diversidade e na interdependência, contrapondo-se e extinguindo o apelo divino. Nesse contexto, a teoria sobre a evolução das espécies, preconizada por Darwin, ganha força e a incorporação de novos elementos (químicos, físicos e biológicos) (OLIVEIRA, 2002). Nas primeiras décadas do século XX, novos componentes começam a ser considerados na apreensão da natureza, como o espaço, o tempo e a matéria (SMITH, 1988).

Christofoletti (1999), ao realizar uma retrospectiva das concepções de mundo, segundo nuances históricas dos segmentos socioeconômicos e do meio ambiente, enfatiza que as formas de concebê-los não são excludentes no tempo e no espaço, mesclando-se comumente no seio da sociedade. Segundo o autor, tais concepções são perpassadas pela visão religiosa, considerando a natureza como entidade divina, e o ser humano, como elo final de sua criação, pela concepção mecanicista, em que a natureza é concebida como uma entidade composta por um conjunto de elementos relacionáveis, e pela compreensão organicista, pautada na dinâmica biológica, com características, funções e equilíbrio fundados em condições reinantes.

Esta evolução conceitual resulta das várias maneiras e dos muitos contextos históricos, nos quais o ser humano intervém na natureza. Para Hinchliffe (2007), a capacidade do ser humano em transformar sistemas naturais tem desencadeado novas percepções e tem

reformulado a concepção sobre a natureza, a qual poderia ser apreendida como algo independente de fatores sociais ou como algo oriundo da coprodução entre a natureza e o espaço socialmente construído, através de uma retroalimentação contínua e progressiva.

As paisagens tendem a apresentar um arranjo espaço-estrutural, em que o natural e o artificial se tornam mais comuns, ficando cada vez mais dependentes das ações humanas, produzindo paisagens progressivamente mais híbridas. Transformações e descaracterizações profundas de sistemas naturais vêm ocorrendo, resultando na construção de paisagens, sobre as quais novas espécies, estruturas, processos e formas se instalam e, como consequências, evoluirão e estabelecerão novas dinâmicas, de proporções e de escalas variadas. Nessa perspectiva, Silva (2007) observa que "[...] a paisagem, ao ser submetida à ação antrópica, é alterada [...], constituindo-se o ser humano no fator morfológico mais importante na compreensão das paisagens culturais", partindo do princípio de que é ele quem atua, pelo menos em primeira instância, como força transformadora da natureza.

Para Hinchliffe (2007), a Revolução Industrial e a consolidação de suas atividades econômicas parecem ter invertido a escala de tempo da natureza e das pessoas, interferindo na frequência de fenômenos naturais e no avanço da capacidade do ser humano em subjugar, pelo menos em parte, a autonomia da natureza, em que os processos naturais estão mudando de maneira rápida e marcante.

A evolução conceitual sobre a relação entre ser humano e natureza demonstra uma conexão interdependente, em que ambos se retroalimentam e produzem paisagens distintas daquelas que as antecederam, muitas vezes, gerando vários níveis de complexidade e fatores emergentes, com impactos negativos ao ambiente.

A elevada gama de fatores e de impactos desencadeados pelas ações humanas sobre as paisagens sempre desafiou e continua a desafiar a praticidade de abordagens teórico-metodológicas nos estudos de fenômenos ambientais. Um dos grandes obstáculos tinha relação com a espacialização e com a quantificação destes fenômenos, uma vez que estes apresentam dimensões espaciais e temporais consideravelmente amplas e divergentes. Nesse contexto, várias áreas do conhecimento, em particular, as geociências, passaram a adotar modelos quânticos em suas metodologias analíticas, com o intuito de melhor explicar a dinâmica de seus objetos de estudo, como, por exemplo, a incorporação dos princípios da Teoria Geral dos Sistemas (TGS).

A TGS considera a natureza como um sistema aberto, em que a troca de energia e de matéria entre seus componentes elementares é constante, apresentando importação,

exportação, construção e destruição de seus materiais, condicionando a formação de fatores, de fenômenos e de sistemas naturais, segundo dinâmicas evolutivas específicas, com maior ou menor tendência à estabilidade (BERTALANFFY, 1977). A TGS serviu de base e vem sendo aprimorada, desde então, através de trabalhos internacionais (BERTRAND, 1972; SOTCHAVA, 1977; TRICART, 1977) e nacionais (CHRISTOFOLETTI, 1979; MENDONÇA, 1993; ROSS, 1994; CREPANI *et al.*, 2001; SOUZA; OLIVEIRA, 2011).

A análise do ser humano, como agente morfológico da natureza, é substancialmente relevante, dado seu potencial significativo, frente às alterações da paisagem, muitas vezes, influenciando de maneira tão considerável e predominante, a ponto de se considerar a existência de uma natureza cada vez mais remota daquela, cujo dinamismo responde às leis físico-químicas naturais.

Pode-se descrever uma natureza, cujas forças naturais independem das atividades do ser humano para a sua existência, no entanto podem ser alteradas e reestruturadas proporcionalmente, à medida que a intervenção humana avança sobre seus recursos, interferindo em algumas manifestações naturais, com tendências progressivamente crescentes, em que o ser humano é concebido como agente transformador, em escala local-regional, e, no mínimo, como agente perturbador de fenômenos naturais, em nível global.

A relação entre ser humano e natureza tem se mostrado cada vez mais interdependente, pois toda e qualquer ação antrópica tende a ser carregada, em maior ou menor intensidade de energia, sendo capaz de alterar e de impulsionar eventos divergentes daqueles, até então vigentes. Por outro lado, identificar e compreender as consequências dessas ações constitui uma tarefa substancialmente complexa, principalmente, por se tratar da combinação de fatores e de fenômenos de origens, de intensidades e de amplitudes diversas, que se retroalimentam e que se dinamizam no tempo e no espaço, com fortes indícios corroborativos à proposição do Antropoceno.

2.2 ANTROPOCENO: DESDOBRAMENTOS E PERSPECTIVAS DE ANÁLISE

A relação do ser humano com a natureza tem criado cenários bastante preocupantes, em razão dos altos níveis de antropogenização de sistemas naturais, nos quais a necessidade de buscar respostas mais contundentes e relacionais, quanto à degradação do meio ambiente, torna-se imprescindível e cada vez mais imperativa. A ação humana se destaca, em razão da sua capacidade de transformar sistemas naturais, a partir de várias formas e em várias

intensidades de intervenções no uso dos recursos naturais, tendo, como resultado, a formação de sistemas humanos bem definidos, com a ocorrência de estruturas e de processos distintos dos encontrados nos ambientes originais.

O ritmo acelerado, com o qual o ser humano intervém na natureza, tem corroborado hipóteses, voltadas à concepção de uma época geológica humanizada. No ano de 2000, durante um evento científico na cidade do México, Crutzen e Stoermer (2000) e, posteriormente, Crutzen (2002), lançam a proposição de que a humanidade está diante de um cenário ambiental-global marcado pelas transformações de sistemas terrestres, em que o ser humano constitui uma nova força da natureza, responsável por processos e/ou fenômenos, ligados à dinâmica geológica – o Antropoceno.

2.2.1 Pressupostos teórico-conceituais

Com o advento da Revolução Industrial e impulsionado exponencialmente pela descoberta de uma nova matriz energética — os combustíveis fósseis —, o ser humano assume papel de destaque como agente morfológico da natureza, em que as evidências humanas têm se tornado cada vez mais frequentes e globais, sendo comparado a uma nova força geológica (TURPIN; FEDERIGHI, 2012). No entanto, a proposta do ser humano como força geológica será retomada e encorpada apenas mais tarde, quando evidências mais contundentes permitirão considerar a possibilidade de a humanidade estar diante de uma nova época geológica: o Antropoceno (CRUTZEN; STOERMER, 2000).

Todavia, ressalta-se que o Antropoceno se refere a uma temática recente, recheada de controversas, de indagações e de pontos de vistas incongruentes. Estes fatos acaloram a discussão sobre sua relevância, primeiramente, por não se enquadrar nas normas estabelecidas pela Comissão Internacional sobre Estratigrafia (ICS)¹ e, em segundo, pelas incertezas, quanto à preservação de novas estruturas, à amplitude global e à longa durabilidade de novos fenômenos, aspectos vislumbrados pelos preceitos antropocênicos.

O Antropoceno é cunhado sobre o conceito de uma "nova época" geológica. Isto vem se constituindo em um considerável obstáculo a sua formalização, pois as divisões, inerentes à classificação da formação geológica da Terra, dependem do preenchimento de uma série de

¹ International Commission on Stratigraphy (ICS) (Comissão Internacional sobre Estratigrafia), subcomissão da União Internacional de Ciências Geológicas (IUGS) responsável pela padronização e pelo estabelecimento de marcos divisores, relacionados à Estratigrafia, à Geologia e à Geocronologia, em escala mundial.

requisitos estabelecidos pela ICS, em que a amplitude global e a escala temporal são fundamentais. A proposição de uma **época do ser humano** tem, como base, as ações e as transformações impostas pelo ser humano à natureza, inicialmente, desconsiderando a essência da assinatura estratigráfica desta **nova época** e enaltecendo as transformações apresentadas pelo comportamento de variáveis climáticas e de suas causas antropogênicas (CRUTZEN; STOERMER, 2000).

O ponto de partida para a investigação do Antropoceno se centra no surgimento e no desenvolvimento das ações históricas do ser humano sobre a natureza. Tais ações representarão os indícios para analisar a variabilidade de fenômenos e de ambientes terrestres, podendo ser definido como um indicador temporal e/ou divisor entre épocas geológicas distintas, em que a natureza é marcada por evidências do aumento das pressões antrópicas sobre os sistemas terrestres. Nesse contexto, atribui-se ao ser humano a capacidade de transformar as paisagens locais e regionais, bem como de interferir na evolução da Terra, propondo, para tanto, a criação de uma **nova época** para a geologia global, em que forças naturais e humanas se entrelaçaram, de modo que o destino de um determina o do outro (CRUTZEN, 2002, 2006).

A formalização de uma época geológica depende do estabelecimento de um limite, a partir da definição de Seções e Pontos Globais de Estratotipos de Limites (GSSP), que representam características semelhantes e intrínsecas a mesma escala temporal, em que há sucessões de estratos bem evidentes. A caracterização e a definição de limites estratigráficos estão associadas, entre outros, a aspectos de naturezas física (litoestratigrafia), química (químioestratigrafia) e biológica (bioestratigrafia), os quais representam pontos de referência, dentro de estratos, em localidades especificadas, com a definição de GSSP ou com uma Idade Estratigráfica Padrão Global (GSSA) (GALE; HOARE, 2012).

No entanto, o grande impasse no estudo do Antropoceno talvez esteja na forma como este foi conceituado por Crutzen e Stoermer (2000), ao concebê-lo como uma "nova época geológica". Tal fato imprimiu ao Antropoceno uma necessidade de incorporar aspectos estratigráficos, de acordo com normas, com métodos e com técnicas pré-estabelecidas, regidas por variáveis de natureza puramente física, síncrona e global, desencadeando controvérsias, questionamentos e obstáculos a sua formalização.

Para Gale e Hoare (2012), as interrogações e as incertezas acerca do Antropoceno se associam, em parte, à diacronia mundial do impacto humano e à dificuldade de estabelecer um único dado cronológico para a época. Embora existam vários marcadores de eventos de grande

alcance, estes não coincidem com o início da atividade humana em escala global e seriam de pouco valor na definição do início do seu impacto, enfatizando que grande parte do trabalho realizado no Antropoceno vai além dos aspectos estratigráficos.

Na busca por indicadores, que possam subsidiar a proposta formal de uma estratigrafia para o Antropoceno, a Subcomissão de Estratigrafia do Quaternário da Comissão Internacional de Estratigrafia criou, em 2009, um grupo de trabalho, o qual ficou responsável por definir um marco estratigráfico padrão, em nível global, que estabeleça o limite entre o Holoceno e o Antropoceno (WATERS *et al.*, 2014). Todavia, a determinação de marcadores antropocênicos se constitui algo complexo e desafiador, uma vez que as transformações impressas pelo ser humano se apresentam dispersas, espacialmente, não sincronizadas e com baixa amplitude temporal.

As propostas para o início do Antropoceno têm variado consideravelmente, justamente, em razão da complexidade em se definir marcos temporais, associáveis a preceitos estratigráficos. Crutzen e Stoermer (2000) propõem, como ponto de partida do Antropoceno, a Revolução Industrial do século XVIII, época em que as mudanças ambientais teriam deixado suas primeiras impressões, a partir do aumento de partículas de dióxido de carbono nas calotas polares.

Outra proposta, que vem gradativamente ganhando novos adeptos, sugere que o início do Antropoceno, ou a existência de evidências, que corroboram esta hipótese, pode ser atrelado ao Holoceno Inicial, Médio e Superior. Para tanto, alguns eventos são considerados, como as extinções da megafauna no Pleistoceno, a presença de dióxido de carbono e de metano nas calotas polares, em decorrência do desmatamento de florestas praticado por grupos humanos de caçadores-coletores (~8.000 anos AP), o desenvolvimento da agricultura (~5.000 anos AP) ou a Revolução Industrial, a qual condicionou substancialmente a apropriação dos recursos naturais e a aceleração do crescimento da população global (RUDDIMAN, 2003; STEFFEN *et al.*, 2011; ELLIS, 2011).

Além de eventos pré-industriais, Steffen *et al.*, 2011 alegam ser necessário considerar evidências pós-industriais, propondo que a fase inicial do Antropoceno poderia ser associada à utilização da máquina a vapor e à queima de combustíveis fósseis (1800 a 1945) ou ao aumento acelerado das atividades econômicas, em nível global (1945 a 2000) ou, ainda, à fase neoliberal do sistema capitalista (século XXI).

Evidências de solos antropogênicos, marcados por acúmulos de conchas de moluscos, por ossos de animais, por artefatos e por outros detritos culturais, encontrados na África, na Eurásia, na Austrália e nas Américas, têm demonstrado que, ao final do Pleistoceno e início do

Holoceno, a presença de assinaturas estratigráficas relevantes representa fortes indícios para a definição de uma época antropocênica (ERLANDSON, 2013). O autor argumenta que assinaturas de solos antropogênicos globais são indicadores de que o Antropoceno começou há cerca de 10.000 anos e que este deveria substituir ou ser fundido com o Holoceno.

O início do Antropoceno deve, portanto, ser colocado antes, pois evidências demonstram que paisagens alteradas pelas ações do ser humano remontam há milênios, fato este primordial ao estabelecimento do Antropoceno, em razão de sua natureza humana. No entanto, a essência diacrônica do impacto humano na Terra significa que pode ser impossível oferecer uma data única, que caracterize o início da interação humana em todos os pontos do planeta.

2.2.2 Fatores antropogênicos e indicadores no Antropoceno

A sistematização dos princípios que regem o Antropoceno representa um grande desafio, todavia é bastante relevante e admissível, em virtude de fortes indícios, confirmáveis, que enfatizam a capacidade humana de influenciar o ambiente, em escala global, com sua causa inegavelmente antropogênica (STEFFEN *et al.*, 2011). Nessa perspectiva, uma série de propostas tem convergido para uma fundamentação teórico-metodológica, a partir de fatores e de evidências materializadas das ações humanas na paisagem, denominadas fatores e/ou evidências antropogênicas.

Os fatores antropogênicos se caracterizam como a soma das ações do ser humano na natureza, constituindo-se na causa de perturbações e/ou de transformações ambientais, seja de caráter físico-natural (ex.: agentes geomorfológicos, pedológicos, fitoecológicos), seja humano-social (ex.: população e organização socioeconômica), evoluindo, ambas, de maneira coexistente e convergindo para a alteração de fenômenos naturais, bem como condicionando o desenvolvimento da sociedade. O termo **antropogênico** considera a relação mútua entre o ser humano e o ambiente, buscando identificar a origem e entender como as ações humanas interferiram nas formas, nas estruturas e nos processos naturais.

As possibilidades investigativas e os indicadores sugeridos no estudo do Antropoceno se apresentam amplos e promissores, proporcionando uma capilaridade, que permeia várias áreas e várias disciplinas do conhecimento científico. Entretanto, tal fato tem contribuído para a sua complexidade e para a criação de dificuldades, quanto ao estabelecimento de uma linha de pesquisa que consiga contemplar, tanto os aspectos físico-naturais quanto os humano-sociais, segundo uma perspectiva multiescalar.

A proposta do Antropoceno parte de um arcabouço teórico-metodológico fundamentado na dinâmica de intempéries climáticas, entretanto, em decorrência de seus avanços conceituais e da diversificação das perspectivas de análise, passa a incorporar outros fatores e/ou fenômenos, no âmbito de suas investigações, como a Geologia (ZALASIEWICZ *et al.*, 2008); a Geomorfologia (BROWN *et al.*, 2013); a Pedologia (ERLANDSON, 2013); a antropogenização da biosfera (ELLIS, 2011); e as evidências arqueológicas (PIPERNO *et al.*, 2015) (Quadro 2.1 e Figura 2.1).

O princípio basilar do Antropoceno se concentra nas ações humanas e nas consequências destas ações sobre os sistemas naturais, enfatizando os fatores antropogênicos, relacionados aos componentes vegetacionais, pedológicos, geomorfológicos e geológicos, que reestruturam processos e formas da superfície, que são preponderantes na formação de ambientes antropogênicos (BROWN *et al.*, 2013; SZABÓ, 2010). Para Ross (2006), os efeitos negativos sobre a natureza, desencadeados pelas atividades do ser humano, resultam em alterações ocasionadas por ações antropogênicas, de formas, muitas vezes, irreversíveis, afetando a integridade ecológica dos sistemas ambientais.

Para Crutzen (2002, 2006), a variabilidade de intensidade e a frequência apresentadas pelas intempéries climáticas estão associadas à interferência direta das ações humanas sobre a natureza. O autor busca, na alteração da composição atmosférica, evidências que justifiquem a hipótese de que o ser humano alcançou níveis significativos de transformação dos recursos naturais.

Para tanto, considera um conjunto de variáveis atmosféricas, como as elevações nas concentrações de dióxido de carbono e de metano, o aumento do buraco na camada de ozônio, o crescimento das temperaturas médias globais, entre outras, atribuindo tal feito ao início da industrialização (século XVIII).

Zalasiewicz *et al.* (2008) compartilham da hipótese de Crutzen e confirmam que as mudanças na composição atmosférica apresentam uma estreita relação com a expansão da população humana global, ao se referirem aos aumentos consideráveis da temperatura e da emissão de carbono antropogênico, desde a Revolução Industrial. Entretanto, os autores vão além das variáveis climáticas e incorporam outros indicadores, como as mudanças na sedimentação física, as alterações nas biotas e nos oceanos, concluindo que a atividade humana pode auxiliar na caracterização de tais evidências, mas, por outro lado, não são suficientes para criar novas condições ambientais globais, que traduzam uma assinatura estratigráfica condizente com os preceitos do Antropoceno.

Quadro 2.1 – Alguns antecedentes, avanços e perspectivas no estudo do Antropoceno

Autor	Perspectiva	Descrição
Stoppani (1873 apud TURPIN e FEDERIGHI, 2012)	Agente morfológico da paisagem	O ser humano é visto como um agente transformador da natureza, modificando formas, estruturas e processos. Atribui-se a este autor a base e as premissas, que impulsionarão a busca por formulação de propostas, centradas em evidências humanas e em seus impactos, em nível global
Crutzen e Stomear (2000)	Climática	Retomada do conceito do ser humano como agente transformador da natureza, em nível global. Incorporação de evidências contundentes, consubstanciando a hipótese de que a humanidade está diante de uma nova época geológica: o Antropoceno
Zalasiewicz <i>et al.</i> (2008)	Geológica	Discussão sobre mudanças ambientais e sobre fatores antropogênicos globais, indagando se tais mudanças são suficientes para deixar uma assinatura estratigráfica global distinta daquela do Holoceno ou se estas não são suficientemente distintas e robustas, ou geologicamente razoáveis, para estabelecer um limite entre Holoceno e Antropoceno
Ellis (2011)	Geográfica (vegetação e uso)	As populações humanas e o seu uso da Terra transformaram a maior parte da biosfera em biomas antrópicos (antromos), fazendo emergir novos padrões e novos processos ecológicos, durante o Holoceno, a ponto de indicar que o sistema terrestre entrou em uma nova época geológica, com transformações irreversíveis da biosfera
Castree (2014)		Aborda a origem e a evolução do discurso científico da ideia do Antropoceno, esboçando o potencial de sua relevância e dos limites planetários
Certini e Scalenghe (2011)	Pedológica	O Antropoceno é definido, a partir de 2000 anos a.C. (Holoceno Tardio), caracterizado com base em solos antropogênicos, os quais fornecem extensos marcadores estratigráficos terrestres, para definir o início do Antropoceno
Brown <i>et al.</i> (2013)	Geomorfológica	Estabelecimento de um limite planetário para o Antropoceno não é condicionado à questão estratigráfica, uma vez que os indicadores não deveriam ser restritos à Geologia, incluindo taxas e processos geomorfológicos
Kawa (2016)	Arqueológica	As pesquisas arqueológicas têm munido e consubstanciado uma importante lacuna no estudo do Antropoceno: a possibilidade de análise em uma escala temporal mais profunda. Indicadores, como espécies vegetais, solos antropogênicos, artefatos e outros detritos culturais, têm possibilitado proposições de datação para o Antropoceno em várias partes do globo
Erlanson (2013)		
Piperno <i>et al.</i> , (2015)		

Fonte: organizado pelo autor (2021)

Nessa perspectiva, a hipótese de a variabilidade atmosférica estar associada a fatores de origem antropogênica foi questionada por adeptos da suposição de que se tratam de processos de evolução e de busca por equilíbrio entre seus componentes constitutivos, tidos como ciclos evolutivos da Terra, em que o aquecimento global é fator natural. Para Ruddiman e Thomson (2001), a variabilidade na concentração de elementos na composição atmosférica não tem como

causa, inequívoca, os fatores antropogênicos, mas está associada a mecanismos naturais de forçamento, em busca de um equilíbrio natural evolutivo do sistema terrestre.

Certini e Scalenghe (2011) indagam sobre a eficiência dos aspectos climáticos no estabelecimento de indicadores, na investigação do Antropoceno, argumentando que a **época do ser humano** poderia ter um marcador mais semelhante aos estratos rochosos do que os gases atmosféricos armazenados no gelo dos polos, cujos sinais não respondem diretamente pelos impactos antropogênicos. Nesse sentido, os autores questionam se a composição da atmosfera deveria ser usada como marcador para o estabelecimento do Antropoceno, alegando que a mudança em sua composição é inadequada, como critério para definir o início do Antropoceno, pois não reflete corretamente a extensão global dos impactos humanos. A Figura 2.1 apresenta o avanço conceitual e as perspectivas investigativas do Antropoceno.

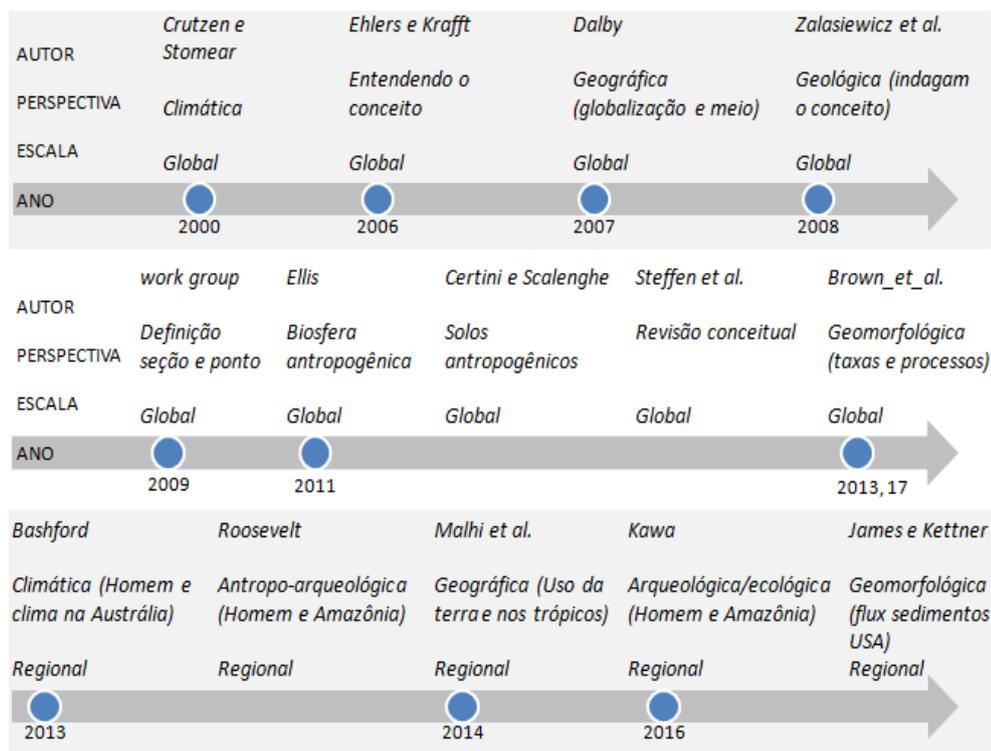


Figura 2.1 – Avanço conceitual e desdobramentos do Antropoceno, segundo a percepção de alguns autores.
Fonte: organizado pelo autor (2021)

Zalasiewicz *et al.* (2011), ao explanarem sobre as possibilidades acerca de uma base estratigráfica para o Antropoceno, observam sua complexidade, bem como sua precocidade, considerando a natureza diacrônica e a ausência de marcos estratigráficos globais bem definidos. Todavia, os autores enfatizam a presença considerável de estratos superficiais de origem antropogênica, os quais, se preservados por longo prazo, podem representar sinais

bastante relevantes na definição de novos fenômenos e, conseqüentemente, na consolidação de paisagens antropogênicas (ex.: construção urbana, depósitos de sedimentos).

Com relação aos depósitos antropogênicos, Waters *et al.* (2014) ressaltam que os marcos estratigráficos inerentes ao Antropoceno não precisam ser restritos às ferramentas bioestratigráficas usadas na Geologia, considerando-se outras variáveis, como os terrenos e/ou depósitos, formados por material de origem antrópica, os solos antropogênicos e a modificação antropogênica de sistemas sedimentares.

Os depósitos antropogênicos estão relacionados à construção e à desconstrução da superfície, pelo ser humano, bem como à aceleração de processos erosivos e à formação de estratos de origem antrópica. Ford *et al.* (2014) sugerem a caracterização de novos ambientes sedimentares e de terrenos artificialmente modificados, bem como compõem uma proposta litoestratigráfica para a definição de depósitos antropogênicos. Estes podem subsidiar a identificação e a determinação de indicadores, associáveis ao Antropoceno, através da caracterização de novos ambientes, produzidos por atividades, como a mineração, o desmatamento, os resíduos industriais e domésticos e a urbanização. Oliveira e Pellogia (2014) se referem a estes depósitos como tecnogênicos, os quais se caracterizam como formações sedimentares, oriundas de ações antrópicas transformadoras do relevo, que desencadeiam formas e processos que irão condicionar a formação de novos relevos e/ou de depósitos sedimentares.

Oliveira e Pellogia (2014) enfatizam que, na perspectiva do Antropoceno, os aspectos essenciais dizem respeito à magnitude e à frequência dos eventos geológicos, tanto quanto à extensão e à importância de seus registros geológicos correlativos. Para tanto, os autores propõem as seguintes fases e suas respectivas evidências:

1. Agrícola: camadas arqueológicas ou culturais (extração mineral e produção de artefatos); e efeitos da agricultura nas condições geológicas próximas (ex.: "solos de TPI e relevos em montes/tesos").
2. Urbana: grandes estruturas de terra ou pedra foram construídas, com o auxílio do uso de ferramentas metálicas (~2.500 anos AP); e a agricultura se expandiu.
3. Comercial global: desenvolvimento de novas tecnologias; conquista de novas terras (América, África, Ásia); aumento na exploração e na comercialização; e produção de *commodities* agrícolas ou produtos de mineração.
4. Antropogênica (industrial): marcada essencialmente por uma combinação original de desenvolvimento tecnológico e pelo uso de energia extrassomática, iniciada com a

Revolução Industrial, o que potencializou as ações humanas na natureza e condicionou como o ser humano agente geológico mais eficaz, em termos de frequência e de magnitude.

As atividades impressas pelo ser humano têm influenciado e, muitas vezes, determinado a modificação de processos e de estruturas geomorfológicas. A estreita relação entre a morfologia do relevo e as camadas mais superficiais da estratigrafia geológica gera evidências e indicadores, passíveis de correlação com as prerrogativas do Antropoceno. Brown *et al.* (2013) ressaltam que o estabelecimento de marcos estratigráficos rígidos não poderia ser considerado a única maneira de se formalizar o Antropoceno, pois as atividades humanas se relacionam mais com processos e com taxas do que com a estratigrafia, e essa perspectiva está no cerne da Geomorfologia.

A utilização de uma base fundamentada na estratigrafia geológica levanta sérios questionamentos, quanto à essencialidade e à exequibilidade do estudo do Antropoceno. Nesse sentido, em razão da limitação prática, imposta pelos aspectos bio e litoestratigráficos, outras possibilidades merecem destaque, pela sua grande relevância na formulação de uma base do Antropoceno, como a Geomorfologia Antropogênica, componente fundamental na análise morfológica da superfície terrestre e, sob um viés voltado aos processos de erosão, de transportes e de sedimentação, com grande potencial estratigráfico.

A Geomorfologia Antropogênica constitui um indicador de fundamental importância no estudo do Antropoceno, uma vez que as transformações da morfologia e/ou dos processos da superfície do relevo afetam a estabilidade e/ou o equilíbrio dos sistemas naturais, refletindo na dinâmica dos processos erosivos, no transporte de sedimentos, nas propriedades do solo, no potencial edáfico, entre outros (SZABÓ, 2010). Para tanto, o autor propõe, como forma de melhor mitigar tais processos, uma classificação hierárquica dos principais tipos de atividades sociais, que modificam a paisagem, entre as quais citamos: mineração, impacto industrial sobre as formas de relevo, expansão urbana, gestão da água e agricultura. Brown *et al.* (2013) ressaltam, ainda, que fatores geomorfológicos constituem importantes indicadores da perspectiva do Antropoceno, em razão de modificações na dinâmica de transporte dos sedimentos e na formulação de camadas estratigráficas e/ou de relevos antropogênicos, potencialmente associáveis aos preceitos do Antropoceno.

Além dos aspectos climáticos, litoestratigráficos e geomorfológicos, outros componentes contidos na superfície terrestre representam grandes potenciais na

materialização de indícios e de evidências, passíveis de correlação com as ações do ser humano e, conseqüentemente, com os preceitos do Antropoceno, como aqueles relacionados à Pedosfera — solos antropogênicos. A Pedosfera é considerada o melhor indicador da ascensão ao domínio dos impactos humanos no ambiente total, porque reflete fortemente o impacto crescente das primeiras civilizações sobre grande parte da superfície da Terra (CERTINI; SCALENGHE, 2011).

Os solos antropogênicos são caracterizados como aqueles que tiveram algumas de suas propriedades químicas, físicas ou biológicas alteradas por atividades antrópicas, seja através da adição (estruturas urbanas, aterro, adubação, reflorestamento), seja através da remoção (escavação, mineração, aplainamento, deslizamentos de terra), seja através do revolvimento (arado, construção, desastres naturais) de materiais e/ou de substâncias alheias as suas características originais. De acordo com Curcio *et al.* (2004), os solos antropogênicos constituem áreas criadas artificialmente pelas ações humanas sobre ambientes naturais, resultando em novas superfícies e em paisagens de solos antropizados.

As propriedades dos solos são modificadas profundamente, por causa da irrigação, do cultivo e da adição de materiais orgânicos, podendo ser encontrados onde quer que as pessoas tenham praticado a agricultura, por muitos séculos ou milhares de anos. Por ação humana, alguns desses solos desenvolveram um horizonte distinto de superfície mineral, que se acumula, gradualmente, através da aplicação contínua de água de irrigação, com quantidades substanciais de sedimentos, que podem incluir fertilizantes, sais solúveis, matéria orgânica, resíduos domésticos e esterco, por muitos séculos (HOWARD, 2017).

Para Certini e Scalenghe (2011), os solos são mais extensos e permanentes do que os lençóis de gelo e as calotas das regiões polares, alegando que, se o aquecimento global continuar, tal representaria o desaparecimento desses registros no gelo e que os registros estratigráficos preservados em solos são marcadores mais permanentes e mais apropriados para a definição do Antropoceno. Logo, sua relevância para o estudo do Antropoceno se mostra bastante aceitável, em virtude de que algumas das características destes solos são de origem peculiarmente antrópica e, portanto, revelam inequivocamente a presença e a atividade das pessoas. Os autores citam, como exemplo, a construção de terraços em terrenos íngremes, produzidos durante séculos em vários locais, demonstrando a capacidade destas civilizações de transformar o meio ambiente em benefício próprio.

A ocorrência de solos antropogênicos com fortes evidências antrópicas é associada a civilizações antigas, revelando a ocupação humana em várias regiões e em vários continentes,

com datações estimadas diversas, no entanto em uma escala temporal quase concomitante. Estudos têm mostrado solos artificialmente modificados na Amazônia, com datações que variam de 5.000 anos a 2.500 anos AP, denominados Terra Preta do Índio (SMITH, 1980; KÄMPF; KERN, 2005; SCHMIDT, 2016), no Sul da Austrália, remontando a período que varia de 3.500 a 600 anos AP, designado Terra Preta Australiana (DOWNIE *et al.*, 2011) e, em alguns países da Europa ocidental, com origem estimada em 3.000 anos atrás, nomeados solos Plaggen (HOWARD, 2017).

A Terra Preta, os solos Plaggen e os terraceamentos são apenas alguns dos inúmeros exemplos de substancial domesticação do solo, em que a atividade humana constitui o principal fator determinante da morfologia e das propriedades do solo, representando a conservação de memórias claras de intervenções antrópicas passadas. Nesse sentido, os solos guardam evidências marcantes e amplamente difundidas sobre o meio ambiente, apresentando marcos potenciais na definição de Pontos Globais de Estratotipos de Limites para o Antropoceno (CERTINI; SCALENGHE, 2011).

Erlandson (2013) reforça o argumento, no que se refere aos solos antropogênicos, como um importante indicador no estudo do Antropoceno, ao afirmar que, ao final do Pleistoceno (11.500 atrás), os seres humanos tinham colonizado todos os lugares mais remotos da Terra e estavam envolvidos em intensas caça, pesca, ampla manipulação genética (domesticação) de plantas e de animais, queima de vegetação e outras modificações na paisagem. Tal proposição é fundamentada pela presença, em várias partes da Terra, de restos de esqueletos humanos, de plantas e de animais domesticados, de solos agrícolas e de outros marcadores da construção generalizada do nicho humano, podendo ser vistos como marcadores lógicos para o início do Antropoceno.

Por outro lado, a proposição dos solos como marcadores de base para o Antropoceno não é compartilhada por alguns pesquisadores da temática, alegando uma série de lacunas e a inadequação a princípios básicos para a definição de uma nova época geológica. Gale e Hoare (2012) enfatizam que a formação do solo não ocorre na maior parte da superfície, sendo impossível empregá-lo como marcador estratigráfico, pois, ao fazê-lo, ambientes, como oceanos e massas de gelo, são excluídos, fato incongruente, uma vez que estes possuem alguns dos registros mais significativos das mudanças ambientais humanas.

Além dos aspectos, relacionados a processos e a transportes da morfologia superficial, a transformação antropogênica de biomas e de ecossistemas produz indicadores indispensáveis sobre a jornada do ser humano e sobre sua relação com sistemas naturais

terrestres. As dinâmicas da fisionomia e dos processos materializados sobre as paisagens naturais, ao longo da história, têm auxiliado substancialmente investigações e estimativas acerca da transformação destes ambientes, baseadas na identificação e na caracterização da forma organizacional do ser humano e de suas tipologias de uso da terra, desencadeando sistemas humanos, dentro de sistemas naturais.

A ação humana no sistema da Terra foi muito além da mera interferência nos processos “naturais”. Os sistemas humanos surgiram como novos sistemas primários da Terra, não, apenas, alterando dramaticamente os processos naturais pré-existentes, mas, também, introduzindo uma série de novos processos no sistema da Terra, comparáveis aos sistemas biológico, atmosférico, hidrológico e geológico (ELLIS; HAFF, 2009). Estes autores definem os sistemas humanos como a capacidade do ser humano de criar ecossistemas por meios mecânicos, através da manipulação de uma ampla gama de ferramentas (fogo, domesticação, subsídios à agricultura, manipulação genética) e da capacidade de agir coletivamente.

Ellis *et al.* (2010), ao analisarem os sistemas humanos, como agentes de mudança biosférica, definem um conjunto de variáveis, dividido em três categorias de biomas naturais (floresta, savana e tundra/deserto) e em cinco níveis de desenvolvimento de sistemas antropogênicos (terra selvagem, seminatural, pastagem, agricultura, densamente povoado), com o intuito de relacionar as ações humanas aos biomas e as suas respectivas transformações. Para estes autores, a humanização e/ou a socialização de ecossistemas naturais dão origem a ecologias humanizadas, as quais se estruturam em biomas antropogênicos, compostos por ecossistemas naturais/nativos (natural a seminatural), por ecossistemas usados/em recuperação (seminatural) e por ecossistemas novos (uso contemporâneo), considerando, para tanto, as interações entre densidade populacional, capacidade técnica, modo de uso de recursos e oportunidades de usos oferecidas pelos ecossistemas nativos e transformados.

Nesse contexto, Ellis (2011) sugere, como possibilidade de análise do Antropoceno, os efeitos dos mais variados usos da terra, pelo ser humano, partindo das mudanças nos padrões e nos processos ecológicos da biosfera terrestre e no comprometimento de seus serviços ecossistêmicos, a partir da transformação de biomas naturais em biomas antrópicos (*anthromes*), correlacionando mudanças ecológicas nos últimos 8.000 anos. O autor observa que os padrões de uso da terra emergem como uma função complexa, dependente do caminho de variações naturais pré-existentes em paisagens, em dinâmicas populacionais, em tecnologias, em sistemas econômicos e em seus resultados ecológicos.

A história do ser humano, como agente modificador de sistemas naturais, confunde-se com o início da última época geológica, conforme a descoberta de evidências cada vez mais consistentes, em nível global, ampliando as possibilidades de análise do Antropoceno, em decorrência do aumento da variabilidade de indicadores em várias esferas terrestres. Nesse sentido, uma grande contribuição tem ocorrido, a partir de publicações de trabalhos, voltados à análise da cobertura vegetal e do uso da terra, em escala global, frente à expansão humana, a suas intervenções e a consequências destas mudanças sobre a biosfera terrestre, ao longo do Holoceno.

Ellis e Haff (2009) propõem que os paradigmas utilizados para explicar os fenômenos e os processos de natureza biogeofísica, como os estudos de parâmetros da litosfera, da atmosfera, da hidrosfera e da biosfera, são obsoletos, pois excluem o ser humano e os seus processos. Os sistemas terrestres não são mais os mesmos, logo a variabilidade de seus fenômenos e de seus processos só pode ser explicada coerentemente, e com um grau de previsibilidade plausível, se os sistemas humanos forem considerados uma nova força na mudança de sistemas naturais.

Os sistemas humanos e/ou antrópicos, aqui considerados, caracterizam-se pelas várias ações do ser humano/Sociedade, que se processam sobre os bens naturais, a partir de uma percepção centrada nas tipologias de uso da terra. No entanto, tais usos são qualificados, ao incorporarem os agentes produtores do espaço, passando a conotar uma visão mais sistemática do processo de ocupação de um determinado meio, em que as múltiplas escalas tempo-espaciais são inerentes à trajetória do ser humano sobre o espaço. Para Amorim (2012), os sistemas antrópicos são condicionantes econômicos, sociais e políticos, que determinam a valorização dos diferentes sistemas ambientais, em um contexto histórico que se reflete por fases e por características da disponibilidade das riquezas, bem como pelo domínio da técnica, sendo ocupados de maneira diferenciada.

De acordo com Ellis *et al.* (2010), os biomas antropogênicos são classificados em:

- a) níveis - assentamento denso, aldeia/vila, terras agrícolas, pastagem, terras seminaturais, terra selvagem;
- b) tipologias de uso - urbano, vilas, terras agrícolas em vários níveis tecnológicos, pastagem em áreas com diversos níveis populacionais, etc.

A estimativa da influência da ação humana sobre ecossistemas globais, considerando padrões globais e locais de variações natural e antropogênica em biomas, avalia as mudanças antropogênicas na forma e no processo do ecossistema, dentro e entre os biomas, em termos

de intensidade e de novidade (ELLIS, 2011). O autor utiliza a extensão e a duração dos sistemas humanos em cada bioma, em um período entre 6.000 a.C. e 2.000 d.C., concluindo que os seres humanos transformaram irreversivelmente a biosfera terrestre, através da introdução de novos processos biosféricos, produzindo uma grande variedade de evidências geológicas e arqueológicas. O levantamento e a contextualização de sítios arqueológicos são de fundamental importância na busca e na melhor compreensão dos processos e das dinâmicas de ocupação da Amazônia, ao longo do Holoceno. Bueno (2010) ressalta que a configuração desses sítios pode subsidiar a análise da diversidade de ambientes e de locais da paisagem para o assentamento desses primeiros grupos.

Os trabalhos descritos no Quadro 2.2, entre outros, auxiliaram na identificação e na qualificação de eventos contextualizados nos processos históricos de formação e de evolução de grupos humanos/sociedades amazônicas, considerando padrões predominantes de uso da terra e de ocupação dos DNAB. Para tanto, partiu-se, inicialmente, da espacialização de sítios arqueológicos e de demais evidências antropogênicas, bem como da definição de períodos mais representativos da relação entre ser humano e natureza, sob uma perspectiva temporal mais ampla.

Quadro 2.2 – Evidências antropogênicas e perspectivas analíticas na Amazônia holocênica

AUTOR	EVIDÊNCIA ANTROPOGÊNICA	PERSPECTIVA DE ANÁLISE	
		ASPECTO	DESCRIÇÃO
Período Pré-Colonial			
Magalhães (2005, 2006)	Artefatos arqueológicos (cerâmica, sedimento carbonizado, etc.)	Arqueológico	Evolução histórica e organização sociopolítica dos povos amazônicos holocênicos
Shock e Moraes (2019)	Floresta e/ou nicho domesticado/cultural	Arqueobotânico	Relação entre ações humanas e ambientes amazônicos, destacando importância e impactos na diversidade e na distribuição de espécies favorecidas pela e na mobilidade de grupos humanos pré-coloniais
Schaan <i>et al.</i> (2007)	Geoglifos	Ecológico	A partir de geoglifos da Amazônia ocidental, confrontando teorias, adequadas à hipótese de que as condições ecológicas eram incapazes de favorecer à manutenção e à evolução populacionais

Lui e Molina (2009)	Domesticação de plantas úteis e fragmentação da paisagem	Avanço Sociocultural e Paisagem	Influência do ser humano sobre as paisagens da Amazônia, analisando as dinâmicas do uso e da ocupação da terra
Piperno <i>et al.</i> (2015)	Paleoambiental e arqueológica	Antropoceno	Modificações pré-históricas da paisagem humana no centro e no Sul da Amazônia
Schmidt (2016)	Terra Preta do índio	Pedológico	Formação de Terra Preta do Índio, destacando suas características sedimentares e sua ocorrência na Amazônia
Período Colonial			
Souza (2019)	Étnico-cultural e impacto ambiental	Geográfico-antropológico	Processo de ocupação da Amazônia Pré-Colonial, colonial, até a atualidade, destacando a evolução sociocultural e a sua relação com aspectos físico-geográficos
Chambouleyron (2010)	Políticas coloniais, territorialização e agricultura	Dinâmica socioeconômica	Estruturação administrativa, delimitação territorial e atividades econômicas implantadas no período colonial amazônico
Homma (2001, 2003)	Macrossistemas de produção e agricultura	Evolução agroeconômica	Processos e dinâmicas econômico-históricas na Amazônia brasileira
Período Pós-Colonial			
Becker, B. (1991, 2000)	Políticas e programas de ocupação	Planejamento e ocupação	Processos de ocupação, no âmbito de modelos e de políticas públicas adotadas na Amazônia pós-colonial
Castro e Campo (2015)	Dados socioeconômicos	Desenvolvimento regional	Levantamento de dados socioeconômicos sobre os estados da Amazônia, desde o período colonial, até o presente

Fonte: organizado pelo autor (2021)

Benito-Garzón *et al.* (2013), ao analisar a exposição dos biomas às mudanças climáticas, através de uma provável transição do Holoceno para o Antropoceno, enfatizam que a mudança climática no período entre o Holoceno Médio e o Pré-Industrial não apresenta alterações tão significativas, todavia alertam que, após a evolução industrial, tais mudanças se mostraram mais evidentes e com maior potencial futuro de alteração. Os autores sugerem que a maioria dos biomas provavelmente passará por mudanças, além dos níveis registrados no Holoceno Médio, principalmente, aqueles associados à floresta equatorial, já que estes estarão expostos a climas

futuros, que estão bem fora da variação natural do clima, durante o Holoceno, em parte, potencializados pelas transformações antropogênicas sobre estes domínios de natureza.

A avaliação das transformações antropogênicas dos domínios de natureza se configura como uma possibilidade relevante no estudo do Antropoceno, uma vez que subsidia as estimativas acerca dos impactos diretos da ação humana sobre sistemas naturais. A variabilidade das tipologias de uso dos bens naturais da Terra no Holoceno funciona como um forte indicador na análise da expansão humana e de suas consequências para os biomas e para os ecossistemas. Nessa perspectiva, as oscilações climáticas dos últimos milênios criam um cenário plausível de causa e efeito antropogênicos sobre as formas e sobre os processos intensificados e/ou emergentes, durante os vários contextos históricos das relações entre o ser humano e a natureza.

2.3 DOMÍNIOS DE NATUREZA: SUBSTRATO REGIONAL NA ANÁLISE ANTROPOGÊNICA

Este subcapítulo tem uma abordagem voltada aos aspectos naturais dominantes, como proposta de recorte espacial, destinada à análise da problemática do processo de antropogenização regional, segundo uma perspectiva multiescalar, vislumbrando estabelecer uma correlação entre eventos socioespaciais regionais e parâmetros ambientais globais, intrínsecos ao Antropoceno.

Os eventos socioespaciais se configuram como fenômenos desencadeados pelas relações entre grupos humanos e o espaço temporalmente contextualizado, em que aspectos sócio-econômico-culturais são condicionados a fatores naturais, intrínsecos ao ambiente e/ou vice-versa. Nesse contexto, estudos de eventos desta natureza são imprescindíveis na busca por evidências, que possam refletir as várias formas adotadas de uso e, assim, melhor qualificar o processo de ocupação da região e os seus respectivos agentes.

Os fenômenos do sistema terrestre são desencadeados, a partir da relação e da interdependência de elementos de ecossistemas, de domínios naturais ou de biomas globais, como resultado do processo de evolução e da busca por equilíbrio entre seus componentes formadores, particularizados, regionalmente, ao longo da superfície terrestre. No entanto, Ab'Saber (2003) salienta a importância em distinguir alguns termos, exemplificando que o Bioma apresenta certa coerência nos aspectos biofísicos, geralmente, apresentando uma área superior e uma maior conotação biológica, enquanto o domínio apresenta, no seu interior, um

mosaico de ecossistemas, caracterizados, estes, pela relação mútua entre a abiota e a biota de um dado lugar.

Os domínios de natureza são constituídos por macrofeições e/ou por macrounidades fisiográficas e biogeográficas, com características e com predominâncias próprias de uma dada região, constituindo-se em um mosaico natural, em que há interação entre os aspectos hidroclimáticos, relevo e vegetação (AB'SABER, 2003). Segundo o autor, no Brasil, tal conceito de domínios morfoclimáticos ou fitogeográficos é comumente utilizado por geógrafos, razão pela qual foi possível definir, a partir de fisionomias diversas e bem definidas, seis domínios de natureza (Amazônico, Cerrado, Mares de morro, Caatinga, Araucárias, Pradarias), concluindo que as paisagens predominantes são produtos de componentes biofísicos e de fatores ecológicos específicos, pertencentes a uma dada paisagem, de certa ordem de grandeza territorial.

Os domínios naturais podem ser definidos, a partir da correlação entre aspectos morfoclimático e fitogeográfico; aquele, resultante da correlação entre a estrutura geológica, as unidades de relevo e as condições climáticas, e este, a partir de províncias vegetacionais, fisionomicamente bem definidas e marcantes, em cada domínio paisagístico, com características específicas. Os domínios naturais funcionam como delimitação espacial e como substrato de análise de fenômenos variados, considerando a semelhança e a homogeneidade entre aspectos da compartimentação topográfica, as variáveis climáticas e a distribuição vegetacional. Com relação à Amazônia brasileira, Ab'Saber (2004), salienta que o limite do domínio de natureza deve partir da vegetação predominante, no caso, a da floresta tropical amazônica, a qual se estende das terras baixas da província fitogeográfica amazônica, até a continuidade das matas tropicais, quando se depara com interflúvios recobertos por vegetação de cerrado ou cerradões, constituindo-se em áreas ou faixas de transição.

A análise de eventos físico-naturais e/ou humano-sociais, que se revelam, em escalas local e global, tem recebido uma maior atenção de pesquisadores das mais diversas áreas do conhecimento nas últimas décadas, fato que nem sempre tem se revelado satisfatório na apreensão mais aprofundada do plano socioespacial e/ou do meio ambiente. Sendo assim, com vistas a melhor compreender as causas e os efeitos intrínsecos ao comportamento e à dinâmica de fenômenos em um cenário, em que as atividades humanas ganham maior amplitude espacial e interdependência entre o local e o global, incorre-se na necessidade de adotar uma escala de análise intermediária, atribuindo à região uma importância ímpar nas abordagens multiescalar e transdisciplinar.

O termo região se fundamenta nos princípios da localização e da extensão, podendo ser associado a um determinado fato ou fenômeno ou, ainda, a limites de diversidade espacial, em que há a prevalência de determinadas características, que distinguem aquela área das demais (GOMES, 2000). Nesse sentido, o autor enfatiza que a noção de região possui um emprego, associado ao domínio de uma dada propriedade ou uma dada espécie ou certas relações (biogeografia, Geografia Física), em que dividimos a terra, segundo associações do clima, da fauna, da flora e dos aspectos morfoestruturais — região natural —, podendo, no entanto, ser associada à possibilidade de o ser humano transformar e adequar o meio ambiente a seu favor — região geográfica.

Entretanto, há de se considerar que a análise em escala regional pode ser conduzida, em função de uma variedade de possibilidades e de critérios, que incluem a tipologia do fenômeno, a sua amplitude espacial e a escala adotada, em que, no entanto, os recortes espaciais devem estar condicionados à amplitude do objeto de interesse. Nesse sentido, Gomes (2000) salienta que, na análise regional, os critérios de classificação e de divisão são uniformes, sendo, a região, uma classe de área, fruto de uma classificação geral, que divide o espaço, segundo critérios ou variáveis arbitrários, que possuem justificativa no julgamento de sua relevância para certa explicação.

As unidades espaciais, utilizadas como recorte areal para a delimitação de um determinado fenômeno e/ou de um objeto de estudo, consideram vários critérios e aspectos, como a extensão territorial, o fenômeno, a capacidade de apreensão de seus aspectos, entre outros. O recorte espacial, para a análise, dependerá do fenômeno, da possibilidade de percepção de suas manifestações e, principalmente, da escala de análise adotada.

Para Castro (2014), todo fenômeno possui dimensões de ocorrência, de observação e de análise consideradas mais apropriadas, embora a escala não seja, necessariamente, uma medida do fenômeno, mas a grandeza escolhida para melhor observá-lo, para melhor dimensioná-lo e para melhor mensurá-lo. Ainda, segundo o autor, a escala, como estratégia de apreensão da realidade, define o campo empírico da pesquisa, ou seja, os fenômenos que dão sentido ao recorte espacial objetivado, cujos níveis de abstração, considerando a representação que confere visibilidade ao real, são completamente diferentes dos da objetividade da representação gráfica.

A definição da escala em abordagens de natureza geográfica e/ou ambiental é de importância imprescindível, fato que resulta na escolha de critérios adequados, quanto ao objeto de estudo, bem como da compatibilidade entre os níveis de informações dos

fenômenos investigados e as escalas de análise e de representação gráfica. Se existe uma materialização física da vida, concretizada no espaço, cabe à Geografia fazer o estudo e a interpretação desta realidade, a partir da análise espacial, razão pela qual os pressupostos básicos na análise desse espaço são: as escalas de análise e de representação a serem adotadas, a natureza (aspectos físico-naturais), a dinâmica da paisagem e a dimensão histórica (CALLAI, 2002).

Nesse sentido, os domínios de natureza têm uma importância imprescindível na análise de fenômenos, pois suas manifestações podem ser percebidas em escala regional, considerando, não, somente, a magnitude de suas ocorrências, mas, principalmente, a abordagem que se pretende realizar sobre a dinâmica de um dado elemento e/ou de um conjunto de elementos. É nesse contexto que os domínios de natureza constituem importante unidade espacial de análise dos aspectos abióticos e bióticos predominantes de uma dada região, considerando sua evolução e seu equilíbrio, segundo suas potencialidades e limitações ecológicas e sua perspectiva multiescalar.

Entretanto, tal evolução e/ou tal equilíbrio ecológico vêm sendo comprometidos e constantemente ameaçados pela implantação de atividades humanas em níveis multiescalares, desencadeando fatores e dinâmicas não congruentes com o comportamento, até então, vigente de sistemas naturais, bem como alterações morfológicas da paisagem e de seus respectivos elementos constitutivos, com manifestações que se intercalam entre o local e o global.

A apreensão excessiva e indiscriminada dos recursos naturais pela ação Humana vem imprimindo efeitos com magnitudes cada vez maiores, a ponto de serem sentidos e percebidos regional e globalmente (STEFFEN, 2011). O ser humano vem se apropriando dos recursos naturais há muitos milênios, deixando rastros significativos nas paisagens (Espécies Florestais Domesticadas, solos antropogênicos, relevos tecnogênicos) e na dinâmica de sistemas naturais, atribuindo a responsabilidade pelas transformações e pelos impactos sobre o meio ambiente aos fatores antropogênicos, com maior percepção em nível local e, mais discretamente, em níveis regional e global.

As ações do ser humano e os efeitos destas ações sobre a natureza — fatores antropogênicos —, têm exigido a adoção de escalas espacialmente menores, além de uma perspectiva temporal mais ampla, com vistas a identificar e a mensurar as transformações de paisagens e seus efeitos na morfodinâmica de domínios da natureza, partindo de uma escala local, adensando-se, em nível regional, e se projetando aos aspectos e aos parâmetros de grandeza global. Para Callai (2002), a delimitação do espaço se faz imprescindível em uma

abordagem geográfica, particularmente, no que se refere à escala social de análise, em seus níveis local, regional e global, pois a compreensão da realidade do mundo atual se dá, a partir dos novos significados assumidos nas dimensões dos espaços local e regional.

Os domínios naturais ganham relevância, no sentido de entender que as ações antrópicas alcançaram um nível de interferência multiescalar nos sistemas naturais terrestres, fruto do processo histórico de apropriação dos recursos naturais e da (re)configuração do espaço socialmente construído, resultando na configuração de sistemas culturais e/ou humanos, entretanto, diretamente relacionado aos aspectos físicos da evolução morfogênica da natureza. Logo, os domínios naturais, além de representarem as condições homogêneas e predominantes de uma dada região, funcionam como uma unidade mediadora entre os fatores antropogênicos locais e seus efeitos, em nível global e vice-versa. Monteiro (2001), ao investigar a relação de causa (genética) e efeito sobre aspectos climáticos, ressalta que as transformações sobre o meio físico são projetadas, até os espaços sub-regionais de escalas superiores, em que as perspectivas de compreensão devem se concentrar, embasadas em eventos históricos e na detecção de seus efeitos.

Para Rodriguez *et al.* (2013), os sistemas humanos — aqui, denominados macrossistemas humanos — são caracterizados pela forma, pela qual o ser humano se organiza em sociedade e administra os "sistemas naturais", em que as dinâmicas socioespaciais irão reincidir e reinfluir e, mesmo, condicionar as formas de vida e de relação social. Os autores observam que o "sistema humano" pode ser definido como o suporte de sistemas de relações, determinado a partir dos elementos do meio físico e de outros, procedentes das sociedades humanas (densidade da população, organização social-econômica, nível técnico) e de todo o percurso histórico de uma civilização.

2.4 ESTUDOS AMBIENTAIS INTEGRADOS E A PERSPECTIVA DO ANTROPOCENO

As relações entre o natural e o humano embasam qualquer análise, na perspectiva do Antropoceno. Nesse sentido, o ponto de partida, no estudo do Antropoceno, está na identificação de evidências antropogênicas, segundo uma abordagem multiescalar no tempo e no espaço. Logo, uma diversidade de propostas investigativas, cunhadas sob a perspectiva de várias abordagens e de variadas aplicações, tem ocorrido na Climatologia, na Geociência, na Arqueologia, na Sociologia, na Antropologia (SMITH; ZEDER, 2013) e, em particular, na Geografia (CASTREE, 2014).

Este subcapítulo traz uma abordagem, fundamentada nas análises integrada e multiescalar, buscando, na Geografia, o arcabouço teórico-metodológico de investigação do Antropoceno. Para tanto, sugere-se a Geografia, segundo uma perspectiva ambiental, para a investigação de fatores de caracteres, tanto social quanto físico-natural, bem como pela consubstanciação de uma abordagem sistêmica (BERTRAND, 1972; ROSS, 1990; SOUZA; OLIVEIRA, 2011).

A conectividade de eventos socioespaciais com evidências historicamente materializadas nas paisagens estabelece sinais de divergências entre o natural e o humano. Para Zalasiewicz *et al.* (2011), as perturbações antropogênicas têm variado no tempo e no espaço, modificando as paisagens terrestres. Nesse contexto, o estudo do Antropoceno se centra nas ações humanas e nas suas evidências materializadas na paisagem, partindo de uma retrospectiva da variabilidade do uso da terra e de sua influência e da transformação de sistemas naturais, inicialmente, em escala regional e, em seguida, sob uma perspectiva global.

A base de investigação dessa “nova época” deve partir dos aspectos de natureza física, através da abordagem integrada do meio ambiente, fazendo da Geografia um importante instrumento de análise da dinâmica da natureza, através da localização, da delimitação, da classificação e da caracterização dos mosaicos ou arranjos, que compõem determinada paisagem. A análise integrada do meio ambiente se baseia em estudos unificados das condições naturais, em que vivem o ser humano e os demais seres vivos, não se limitando aos elementos temáticos, mas, sim, à apreensão das conexões dos vários componentes integrantes da natureza (SOUZA, 2000).

A abordagem dos aspectos da Geografia tem sua epistemologia atrelada aos princípios e às leis que regem a fisionomia e a dinâmica, intrínsecas aos componentes constitutivos de um determinado meio geográfico. Todavia, a investigação dessa natureza física passou por várias tentativas taxonômicas e adaptativas, com o intuito de criar métodos de gerais de referência para todos os fenômenos geográficos, a partir da definição de unidades que funcionassem como síntese da paisagem.

A paisagem é considerada um conjunto de objetos e/ou de formas, acumulados ao longo do tempo e materializadas no tecido fisiográfico. A paisagem resulta da combinação dinâmica de uma determinada porção do espaço — portanto, instável — de elementos físicos, biológicos e antrópicos, que, reagindo dialeticamente uns com os outros, fazem desta unidade espacial um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução (BERTRAND, 1972). O autor enfatiza que a escala local constitui uma base boa para os estudos de organização do

espaço, em função da sua compatibilidade com a escala humana, em que a unidade da paisagem é incontestável, resultante da combinação local entre fatores geológicos, geomorfológicos, climáticos, pedológicos e hidrológicos e uma dinâmica ecológica comum.

Inicialmente, a tentativa de imputar limites aos fenômenos geográficos foi fundamentada em classificações elementares de especialidades, como a Geomorfologia, a Climatologia e a Fitogeografia. Segundo Bertrand (1972), novas tentativas de aprimoramentos ocorreram, através da combinação bioecológica, forjada no cerne da Biogeografia, como o conceito de biocenose, até a tentativa de aperfeiçoamento conduzida por geógrafos, como a criação dos conceitos de região natural, pelos franceses, e de ecótopo, pelos germânicos.

Até a primeira metade do século XX, a busca por uma unidade de análise geográfica se baseou na tentativa de aproximar aspectos semelhantes, apoiada em um sistema de delimitação mais ou menos esquemático, formado por unidades homogêneas. No entanto, as lacunas e as arbitrariedades persistem, seja em virtude da incompatibilidade da escala (ecossistema), seja pela falta de conhecimento de processos e de dinâmica bioecológicas (região natural), seja em razão da ausência de uma classificação hierarquizada, que contemple a variabilidade dimensional do meio geográfico.

Somente na segunda metade do século XX, soviéticos e americanos ultrapassam o conceito de ecossistema e passaram a abordar a paisagem, segundo uma percepção quantitativa, em que esta é considerada um sistema energético, cujo estudo se dá, em termos de transformação e de produtividade bioquímica (TROLL, 1966 apud BERTRAND, 1972).

A identificação, a espacialização e a quantificação dos efeitos e dos impactos desencadeados pelas intervenções antrópicas sobre os sistemas naturais constituem uma tarefa substancialmente complexa, em função da gama de elementos constitutivos de um ecossistema, de sua complexidade e de sua interdependência. Por essa razão, grandes têm sido os esforços na busca por abordagens teórico-conceituais e metodológicas, voltadas a uma compreensão mais precisa do funcionamento dos ciclos naturais, que sustentam o sistema terrestre. Nesse sentido, a incorporação de princípios da Teoria Geral dos Sistemas (TGS) na análise da dinâmica da natureza representou uma mudança de paradigma, pois a natureza passa a ser concebida como um sistema, em que cada componente desempenha uma função específica e relacional, pautada nos aspectos físicos, associados às atividades antrópicas.

Para Bertalanffy (1977), a TGS concebe a natureza, em suas mais variadas escalas, como um sistema aberto, no qual ocorre a troca de energia e de matéria com o ambiente, apresentando importação, exportação, construção e demolição dos materiais que o compõem,

imprimindo ao meio uma dinâmica de caracteres estável e/ou de desequilíbrio. A TGS se fundamenta na relação sistêmica entre os componentes integrantes de um determinado sistema natural e/ou paisagem, considerando a interdependência entre tais constituintes (NASCIMENTO; SAMPAIO, 2004).

Os sistemas devem ter suas partes componentes, denominadas unidades ou elementos, dependentes uns dos outros, através de ligações, que denunciam fluxos (de entrada e de saída) e processos, a partir da correlação de um conjunto de objetos ou atributos, dispostos harmonicamente e com funções específicas (CHRISTOFOLETTI, 1979).

A partir da década de 1960, os princípios da TGS começam a ser incorporados às abordagens da natureza, segundo uma perspectiva sistêmica. Para Sotchava (1962), o geossistema se constitui em uma classe particular de sistemas, sendo o espaço terrestre de todas as dimensões, em que os componentes individuais da natureza se encontram em uma relação sistêmica uns com os outros, dentro da qual possuem uma determinada integridade. Para o autor, o geossistema é classificado, a partir de fatores biogeográficos e sob o aspecto têmporo-espacial, em homogêneo e diferenciado, considerando os níveis global, regional e topológico, bem como os conceitos de meio, de natureza e de paisagem. No entanto, tais propostas foram alvos de críticas, principalmente, em relação a pouca ênfase dada aos aspectos antrópicos, à falta de clareza e de exemplos práticos acerca da dinâmica bioecológica e ao fato de o geossistema ser considerado uma unidade e, não, um nível.

Com vistas a amenizar tais limitações, Bertrand (1972) propõe uma classificação da paisagem, sob a perspectiva de uma Geografia Física, direcionada a uma abordagem multiescalar, considerando, como principal critério, a escala de perspectiva espaço-temporal, composta por seis níveis e subdividida em duas unidades: 1) Unidades superiores — zona, domínio e região; e 2) Unidades inferiores — geossistemas, geofácies e geótopos. Para o autor, todas as delimitações geográficas são arbitrárias e é impossível achar um sistema geral do espaço que respeite os limites próprios para cada ordem de fenômenos, contudo é possível vislumbrar uma taxonomia das paisagens com dominância física, sob a condição de fixar antecipadamente os limites, permitindo classificar as paisagens, em função da escala.

Se, para Sotchava (1962), o geossistema constituía uma unidade, para Bertrand, a unidade será definida, a partir da ótica fisionômica da vegetação, seu elemento principal, em que a paisagem passa a ser contemplada como unidade e categorizada em níveis taxonômicos, incluindo entre eles, o geossistema (Quadro 2.3). Entre os níveis têmporo-espaciais, o geossistema se destaca, pois representa uma unidade dimensional compreendida entre alguns

quilômetros quadrados e algumas centenas de quilômetros quadrados, em que ocorrem as combinações dialéticas mais interessantes para o geógrafo, em razão da compatibilidade com a escala humana.

Quadro 2.3 – Relação Taxonômica da Paisagem e suas respectivas escalas tempo-espaciais

Unidades Paisagem	Gran deza	Superfície (km ²)	Escala		Unidades Elementares			
			Espacial	Tempo (anos)	Relevo	Clima	Bio Geografia	Unidade
Zona	I	10 ⁷	>1:10000000	10 ⁹	Estrutura	Zonal	Bioma	Superior (climático e estrutural)
Domínio	II	10 ⁶	~1:1000000	10 ⁸	Morfo estrutura	Regional	Fito Geografia	
Região	III e IV	10 ⁴ - 10 ²	~1:500000	10 ⁷	Estrutura/ morfo-escultura	Regional		
Geos-sistema	IV e V	10 ² a 10	1:250000 a 1:100000	10 ⁷ a 10 ⁶	Unidade estrutural	Regional /sub-regional	clímax vegetação e dinâmica ecológica	Inferior (biogeográfico e antrópico)
Geofácies	VI	< 10	<1:100000	-	-	Local	-	
Geótopo	VII	< 10	< 1:100000	-	-	Local	-	

Fonte: Tricart (1965) e Bertrand (1972)

O estudo da paisagem, a partir da abordagem sistêmica, atribuiu à Geografia Física um aprimoramento metodológico, até então, complexo e globalmente indefinido. Para Nascimento e Sampaio (2004), o geossistema facilitou e incentivou os estudos integrados da paisagem, afirmando que tal método se adequou positivamente às análises ambientais da Geografia, pois possibilitava um estudo prático do espaço geográfico com a incorporação da ação social na integração natural entre o potencial ecológico e a exploração biológica.

O potencial ecológico e a exploração biológica de uma determinada unidade natural podem ser verificados, a partir da sobreposição e da relação mútua entre seus elementos constitutivos, objetivando identificar a dinâmica entre eles e possibilitando a individualização de sistemas ambientais. Para Bertrand (1972), a delimitação de unidades naturais pode ser conseguida, através do agrupamento de áreas com condições específicas, quanto às correlações entre os fatores do potencial ecológico e da exploração biológica, considerando a dinâmica de inter-relação dos elementos constitutivos, individualizando os sistemas naturais.

A Figura 2.2 apresenta a proposição acerca da relação entre os fatores a serem considerados na perspectiva do geossistema (BERTRAND, 1972).

Um dos marcos das abordagens sistêmicas pode ser atribuído a Tricart (1977), que impulsionou as investigações da dinâmica do meio ambiente. A teoria da ecodinâmica se fundamenta na metodologia de classificação do meio ambiente (estável, transicional, instável), considerando a dinâmica dos ecótopos (ecossistemas) e a relação da pedogênese com a morfogênese, para o estudo integrado do meio, a ser fundamentado em uma metodologia de base sistêmica. Tal teoria revolucionou os estudos integrados, particularmente, para os geógrafos, pois considerava a evolução dos solos, e sua relação com a dinâmica morfológica do relevo, e os impactos da ação antrópica sobre a vegetação e sobre a superfície.

Para Souza (2000), entre as metodologias de base sistêmica, a teoria da Ecodinâmica é a que melhor incorpora a ação antrópica na análise integrada do meio geográfico natural, uma vez que preserva os fluxos quantificáveis de matéria e de energia e as conexões geográficas e espaciais da problemática ambiental, subsidiando o bom uso dos recursos naturais e o desenvolvimento adequado do social.

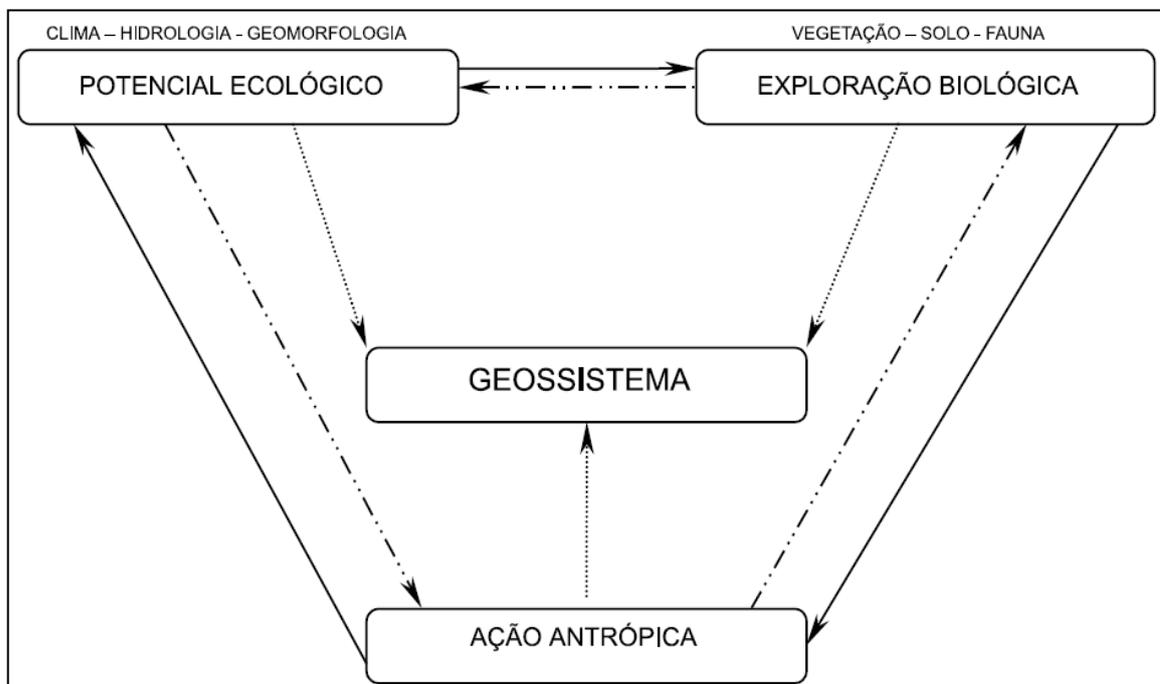


Figura 2.2 – Esboço esquemático do Geossistema. Fonte: Bertrand (1972)

A análise de impactos sobre componentes do meio ambiente busca identificar indicadores que possam vir a comprometer os serviços ecossistêmicos e, conseqüentemente, o bem-estar das populações. Nesse sentido, a análise parte de uma abordagem alicerçada na relação mútua e na dinâmica dos componentes biofísicos e dos fatores humanos, através do método geossistêmico, considerando o potencial ecológico, a capacidade de exploração biológica e as respectivas tipologias de uso da terra. Para Souza (2000), o enfoque no aspecto sistêmico é de fundamental importância, pois viabiliza as análises de inter-relações de causa e efeito para definir a sensibilidade e a resistência do meio ambiente, em face das ações antrópicas.

Nas últimas décadas, pesquisas têm se dedicado à problemática ambiental global, sob uma perspectiva alicerçada em princípios geográficos (LAMBIN; GEIST, 2006; ELLIS, 2011; WHITEHEAD, 2014; CASTREE, 2014). A terminologia ambiental constitui objeto de indagações, no âmbito dos debates acadêmicos, em razão da falta de consenso, quanto ao seu significado, ora sendo proferido como algo físico-natural, ora, como algo social. No entanto, a utilização deste termo nos estudos geográficos tem se destacado, fato que acabou atribuindo certa unidade, quanto ao seu significado e ao seu uso na representação de componentes da biosfera, com destaque para os sistemas ambientais físico-antropogênicos, resultantes da integração de fatores elementares e emergentes da relação entre a natureza e a sociedade (CHRISTOFOLLETI, 1999).

Mendonça (1993) enfatiza que o termo meio ambiente mudou consideravelmente no último século, sendo inicialmente concebido como algo de caráter naturalista, que, nas últimas décadas, passou a conotar uma perspectiva, em que sociedade e natureza são indissociáveis, consideradas elementos de um mesmo processo, agora, sob a alcunha de sinônimos, como meio geográfico ou Geografia Socioambiental ou ambiente, ainda que operacionalizados, ambos, sob a égide da análise integrada.

A análise integrada da natureza se fundamenta em uma abordagem integradora e relacional, considerando a primazia da interdependência entre os elementos bióticos e abióticos, que constituem os sistemas naturais da Terra. Logo, a busca por respostas se encontra na base metodológica sistêmica, como o geossistema (SOTCHAVA, 1962), a ecodinâmica (TRICART, 1977), as unidades de paisagem (BERTRAND, 1972) e a análise geoambiental (SOUZA, 2000).

A investigação geográfica, principalmente, dos fenômenos de natureza física, tem sido conduzida, através de uma metamorfose de termos e de conceitos, em decorrência da busca

pelo aprimoramento e pela elucidação da dinâmica de sistemas naturais, como unidades de paisagem, geossistemas e, mais recentemente, geoambientes. Para Souza (2000), a análise geoambiental parte de uma abordagem temática dos componentes biofísicos do meio natural (geologia, geomorfologia, clima, hidrologia, solos e cobertura vegetal), constituindo o primeiro nível de abordagem (descritivo e analítico), seguido pelos níveis sintético e relacional (natureza sistêmica). O autor baseia seu arcabouço metodológico em três níveis de abordagem:

1. Analítico: identifica os componentes geoambientais (atributos, propriedades e contexto socioeconômico);
2. Sintético: caracterizado por arranjos espaciais, bem como por sistemas de uso e de ocupação e por organizações introduzidas pelas atividades econômicas.
3. Dialético: confronta as potencialidades e as limitações, inerentes a cada unidade espacial, com as organizações impostas pela sociedade e com os problemas emergentes da ocupação dos bens naturais.

A análise geoambiental se destina aos estudos holístico e integrado da paisagem, considerando as particularidades e as funções dos elementos constitutivos de um determinado sistema natural. O termo geoambiental se assemelha aos conceitos de ecossistema e de geossistema, apresentando uma conotação mais geográfica, em que suas unidades espaciais são definidas, a partir da compartimentação biofísica. O princípio geoambiental se atrela às condições biofísicas (morfoestrutura, morfoescultura, morfopedologia, hidroclimatologia e fitoecológica), bem como aos fatores emergentes, desencadeados pelas intervenções antrópicas sobre os recursos naturais do meio ambiente e por suas respectivas dinâmicas (SOUZA; OLIVEIRA, 2011).

A investigação da dinâmica das paisagens, as quais materializam as ações antrópicas, através das diversas (re)configurações do espaço, gera uma gama de indicadores no resgate histórico das alterações de sistemas naturais, possibilitando a reconstrução do passado, a partir da evolução do uso e da ocupação da Terra.

Para Souza (2000) e para Souza e Oliveira (2011), a análise ambiental, sob a ótica sistêmica, constitui-se em uma abordagem imprescindível na compreensão da relação entre ser humano e meio ambiente, pois visa a apreender as conexões entre os vários elementos, que integram a natureza, viabilizando as análises de interrelações de causa e efeito, para definir a sensibilidade e a resistência do ambiente, em face das ações antrópicas.

A sistematização de aspectos e de elementos ambientais pode considerar uma gama de fatores e/ou de indicadores emergentes, de caráter diversificado — social, cultural, político, econômico e biofísico —, na busca por uma melhor compreensão das interações entre sistemas humanos e naturais. Para Liu *et al.* (2007a, 2007b), os sistemas humanos e naturais são concebidos de forma conectada/acoplada, constituindo, inicialmente, componentes predominantemente divergentes (humano e natural), mas que, posteriormente, acabam se relacionando e interagindo, conforme três princípios:

1. Padrões e processos que ligam sistemas humanos e naturais;
2. Interações recíprocas (ações antrópicas e seus reflexos no meio ambiente);
3. Compreensão das interações em múltiplas escalas.

Os fatores emergentes são definidos como um conjunto de elementos, de formas, de estruturas ou condições dinâmicas, de caráter físico-natural ou humano-social, peculiares e divergentes daqueles presentes em sistemas naturais não humanizados, implementados e desencadeados pelas ações do ser humano sobre o meio ambiente natural.

Para Ellis (2011), os seres humanos aproveitam as variações naturais pré-existentes de evolução ecológica, extraindo recursos e se beneficiando dos bens naturais, em resposta às diferentes oportunidades de uso oferecidas por diferentes paisagens, seja favorecendo à expansão humana, seja restringindo ou sendo subjugado. Logo, a evolução dos seres humanos se baseia nos legados ecológicos desse uso, expandindo os assentamentos para as terras agrícolas mais antigas, promovendo o terraceamento de encostas desnudas para a agricultura, abandonando terras degradadas pela agricultura ou pela pecuária e avançando sobre florestas conservadas ou áreas de vida selvagem. Finalmente, os sistemas humanos criam novos padrões antropogênicos, interligando e expandindo os assentamentos e as novas estruturas.

Para uma percepção mais clara das causas e efeitos dos mais variados usos da terra, o ponto de partida se vincula ao desvendamento da relação mútua entre o ser humano/sociedade e as potencialidades/vulnerabilidade dos sistemas naturais, face às pressões humanas e as suas respectivas paisagens antropogênicas. A paisagem antropogênica concebe um sistema composto por segmentos modificados da natureza, tendo, como principais características: fenômenos como produtos históricos, velocidade de processos diferente da da natureza, grau de antropização maior, à medida que diminui o nível hierárquico — "uniformização da paisagem" (RODRIGUEZ *et al.* 2013). Para estes autores, a antropogenização está

diretamente relacionada à atividade humana e às propriedades naturais (biofísicas), no entanto é fundamental que se considerem, também, as condições históricas, o nível de desenvolvimento e os sistemas tecnológicos adaptados (técnica), convergindo, todos, para a estruturação de sistemas ambientais.

Nos sistemas ambientais, ocorre a presença de sistemas humanos, representados por paisagens antrópicas, e de sistemas naturais, retratados pelas paisagens naturais, desencadeando uma série de fatores emergentes e influenciando diretamente os bens naturais. Os fatores emergentes podem comprometer os serviços ecossistêmicos e o bem-estar da população, em virtude da coexistência de ambos, proporcionando uma conexão imbricada e a presença de paisagens antropogênicas.

O estudo do Antropoceno apresenta dificuldades e desafios, considerando o caráter humano de sua origem, resultando, assim, na ocorrência de eventos e de indicadores isolados e não concatenados, temporalmente. Por outro lado, a capacidade do ser humano de transformar e, em alguns casos, de submeter os sistemas naturais é irrefutável, resultando na formação de sistemas humanos definidos, com a ocorrência de estruturas e de processos distintos dos de seus ambientes originais.

Nesse sentido, o Antropoceno oferece uma gama de possibilidades investigativas sobre as formas, pelas quais o ser humano vem (re)configurando os ambientes, devendo, para tanto, fundamentar tal análise com uma abordagem integrada dos sistemas ambientais, em que a Geografia apresenta um potencial teórico-metodológico significativamente relevante, na perspectiva do Antropoceno.

No intuito de clarificar o "fio condutor" da pesquisa em questão, o Quadro 2.4 apresenta uma relação de conceitos fundamentais, sob a perspectiva de diversos autores.

Quadro 2.4 – Alguns conceitos acerca das análises sistêmica e ambiental, na perspectiva de vários autores

Conceito	Perspectiva	Descrição	Autor
Geossistema /Sistema	Natural	Os geossistemas são fenômenos naturais, representados pela organização espacial, resultante da interação de componentes físicos da natureza	Sotchava (1977)
	Humano	Subsistema antrópico, ligado à população, à urbanização, à agricultura, à mineração e a outras manifestações humanas, influenciando parte de "sistemas naturais" e lhes impondo ritmos diferentes e acelerando processos	Perez Filho (2007)

	Ambiental	Conjunto de componentes da geosfera-biosfera, condizente com o Sistema Físico, prevalecendo a relevância antropogenética, em razão de o meio representar a sobrevivência das sociedades	Christofolleti (1999)
		Os Sistemas Humanos e Naturais Acoplados (CHANS) são baseados em padrões e em processos inerentes, nas interações recíprocas e na compreensão das interações em múltiplas escalas, em que os fatores emergentes são considerados como um conjunto de elementos, de formas ou condições dinâmicas peculiares e divergentes e no qual o ser humano é capaz de transformar e de causar efeitos positivos ou negativos sobre a natureza e sobre a sociedade	Liu <i>et al.</i> (2007a)
		Constituem-se no objeto de pesquisa da Geografia, sendo caracterizados como entidades organizadas na superfície terrestre, formadas pelos subsistemas físico-natural e antrópico, segundo uma relação mútua e interações diversas	Amorim (2012)
Paisagem	Natural	Paisagem de composição física, composta pela estrutura geológica, sendo determinante das formas da superfície	Sauer (2006)
	Artificial	Combinação de elementos físicos, biológicos e antrópicos, reagindo dialeticamente e estabelecendo novas estruturas e novas condições de interdependência	Bertrand (1972)
	Antropogênica	Sistema produtivo composto por segmentos da natureza leve a fortemente modificados por sistemas tecnogênicos	Rodriguez <i>et al.</i> (2013)
	Antropocênica	Interligam e expandem os assentamentos, em que elementos naturais e antropogênicos se combinam, formando paisagens complexas e heterogêneas, com formas e dinâmicas ecológicas profundamente modificadas e com potenciais indicadores geológicos	Ellis (2011)
Dinâmica da Paisagem	Análise e classificação da Paisagem	Biorresistasia é a dinâmica natural da paisagem, a partir da vegetação, com associação à evolução dos solos e do relevo	Erhart (1966 apud TRICART, 1977)
		Tipologias de geossistemas, baseadas na teoria da biorresistasia: sistema de evolução (morfogênese x pedogênese x antropismo); estágio, em relação ao clímax; e classificação geral da dinâmica em progressiva, regressiva ou estável	Bertrand (1972)
		Ecodinâmica do meio ambiente – condições de estabilidade/instabilidade dos geossistemas (morfogênese x	Tricart (1977)

		pedogênese), classificados em: estáveis, transição e instáveis	
		Classificação baseada na estrutura funcional, considerando subsistemas abiótico, biótico e socioeconômico. As paisagens são classificadas em: equilíbrio, regressão e progressão	Bolós (1981)
		Classificação de geossistemas, a partir da análise geoambiental, baseada em Tricart, acrescentando duas tipologias: ambientes de transição com tendência à instabilidade e à estabilidade	Souza (2000)

Fonte: organizado pelo autor (2021)

2.5 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS

Esta proposta foi fundamentada na revisão de preceitos intrínsecos à temática do Antropoceno, sob uma perspectiva geográfica. Buscou-se sistematizar tal perspectiva, a partir de uma abordagem centrada na relação ser humano-natureza, através de uma retrospectiva acerca da percepção da natureza, em que o ser humano constitui uma força morfológica capaz de transformar sistemas naturais em sistemas humanizados.

A investigação das ações humanas e de seus respectivos impactos sobre os sistemas naturais buscou na Geografia, sob a ótica ambiental, respostas à identificação e à caracterização de evidências da ação humana, com o desígnio de estimar a antropogenização de sistemas ambientais, no âmbito dos DNAB, para auxiliar na proposição de paisagens, associáveis a preceitos do Antropoceno. Nesse sentido, propõe-se, como fundamento metodológico, a abordagem sistêmica, considerando o potencial de suporte ecológico de sistemas naturais, a ameaça potencial das alterações ecológicas, oriundas de tipologias de uso dos recursos naturais, e o grau de antropogenização de sistemas ambientais, no âmbito dos DNAB.

A proposta em questão tramitou pelos conceitos de sistemas naturais, humanos e ambientais, analisando, periódica e espacialmente, a dinâmica da paisagem e os seus respectivos impactos, fatores emergentes, características e arranjos ambientais, bem como procedendo à busca por evidências e por indicadores, que pudessem auxiliar na mensuração da antropogenização dos DNAB e na identificação e proposição de paisagens, associáveis a preceitos do Antropoceno.

A investigação foi conduzida, através da análise geoambiental. De acordo com Souza (2000), o arcabouço metodológico contemplado nesta análise se baseia em três níveis de abordagem: analítico, sintético e dialético.

A pesquisa compreendeu duas escalas de análise, compatíveis com os domínios naturais (1:1.000.000) e com os subdomínios naturais (1:500.000 a 1:250.000), particularmente, denominados sistemas naturais, considerando, como referência, as grandezas adotadas por Bertrand (1972) na classificação da paisagem. As escalas de análise são as seguintes:

1. Domínio - destinada ao diagnóstico dos DNAB e à delimitação de unidades de paisagem naturais dominantes. A adoção desta escala de análise decorreu do fato de que os indicadores associáveis ao Antropoceno devem ser analisados em uma escala intermediária entre fatores intrarregionais e/ou locais, compatíveis com os eventos socioespaciais, e aspectos antropogênicos, em nível global, vislumbrando contribuir com a conexão de eventos e/ou de fatores multiescalares.
2. Regional - direcionada à definição dos sistemas naturais, forjados a partir do desdobramento dos DNAB (subdomínios) humanos e ambientais, com vistas a analisar e a confrontar a influência de eventos antrópicos locais sobre a ecodinâmica de fatores naturais dominantes, bem como sua possível sintonia com preceitos do Antropoceno, a partir da antropogenização de sistemas ambientais, no âmbito dos DNAB.

Os conceitos norteadores utilizados na pesquisa enveredam para a análise de aspectos de cunho físico-natural e humano, condensados em uma abordagem ambiental, fundamentando suas análises em conceitos e em métodos, segundo o princípio sistêmico, cujas perspectivas holística e integradora se fizeram indispensável para o alcance dos objetivos propostos.

Os procedimentos previstos para o alcance dos objetivos foram subsidiados por instrumentos geotecnológicos, os quais permitiram manipular e aglutinar dados cartográficos pretéritos com técnicas e com ferramentas recentes de geoprocessamento em Sistemas de Informações Geográficas, bem como com produtos de sensoriamento remoto, como imagens de satélites Landsat e modelos digitais de elevação (SRTM), os quais vão sintetizados e descritos no Quadro 2.5.

Quadro 2.5 – Relação de dados espaciais e cartográficos e de produtos de sensoriamento remoto utilizados

MATERIAL	DESCRIÇÃO	ESCALA	OBJETIVO	REFERÊNCIA
Cartografia	Mapas dos sécs. XVI, XVII e XVIII, aspectos socioespaciais da Amazônia	Regional	Espacializar Sistemas humanos	WDL (Biblioteca Digital Mundial)
	Cartografia territorial de limites e de confrontantes da Amazônia	Regional		Reis (1993)
	Cartografia da distribuição espacial de etnias no território brasileiro	Nacional		Nimuendaju (1944)
	Cartografia dos territórios indígenas na Amazônia	Nacional (1:5.000.000)		FUNAI (2018)
	Mapa de tipologia da ocupação territorial na Amazônia	Regional (1:3.000.000)	Sistemas humanos e ambientais	IBGE (2006a)
	Mapa de cobertura e uso da terra	Regional (1:800.000)		IBGE (2011)
	Dados sobre a cobertura florestal da Amazônia e sobre seus usos	Regional		INPE (2014, 2017)
	Atlas climatológico da Amazônia	Regional	Sistemas naturais	SUDAM (1984) INMET (2001)
	Clima da Amazônia	Regional		IBGE (2006b)
	Vegetação da Amazônia	Regional		IBGE (2008)
	Geomorfologia da Amazônia	Regional		IBGE (2009a, 2009b)
	Pedologia da Amazônia	Regional		IBGE (2015a)
	Base Contínua do Brasil (BCIM)	Regional 1:1.000.000		IBGE (2016)
	Geologia da Amazônia	Regional		IBGE (2003)
Dados espaciais/ estatísticos	Base cartográfica dos sítios arqueológicos na Amazônia	Regional		Sistemas humanos /
	Sistema de informações hidrológicas	Regional	Sistemas naturais	ANA (2016, 2018)
	Dados meteorológicos	Regional		INMET (2018)
	Biomias antropogênicos	Global	Sistemas ambientais	Ellis <i>et al.</i> (2010)
Sensoriamento Remoto	Imagens do satélite orbital Landsat (GeoCover e Landsat 8 – OLI, 30 m)	Regional	Sistemas ambientais	USGS (2018)
	Modelo digital de elevação (MDE-SRTM, 1" arco = 30 m)	Inter-regional	Sistemas naturais	Miranda (2005)

Fonte: organizado pelo autor (2021)

O desenvolvimento da referida pesquisa foi alicerçado em um conjunto teórico-conceitual e metodológico, direcionado ao estudo do Antropoceno nos Domínios Naturais da Amazônia Brasileira (DNAB), partindo, para tanto, das etapas metodológicas descritas nos próximos tópicos.

2.5.1 Diagnóstico dos Domínios Naturais da Amazônia Brasileira

A partir de visões relacional e holística de macrounidades da estrutura geológica e do relevo, associadas às características do solo, da vegetação e dos aspectos hidroclimáticos, realizou-se uma interpretação, baseada em conceitos de domínios morfoclimático e fitogeográfico, através da similaridade relacional de cada componente.

A morfoestrutura, com ênfase nos aspectos geomorfológicos, funcionou como substrato de análise e como referência na correlação entre os demais componentes, considerando o agrupamento de tipos de vegetação contíguos e identificáveis em escala de domínio, com condições geoclimáticas similares, e as macrounidades homogêneas do relevo.

Com relação ao domínio fitogeográfico, a vegetação funcionou como condutor de referência, ao se constituir no produto da relação entre o clima e a morfoestrutura, intermediada pelos solos, além de ter as importantes incumbências de regular e de manter as características predominantes dos domínios morfoclimáticos da região.

Para o alcance do objetivo proposto nesta etapa, foram adotados os seguintes procedimentos metodológicos:

1. Delimitação dos domínios naturais: os DNAB foram delimitados em escala compatível com a grandeza espacial da região amazônica brasileira (~ 1:1.000.000), particularmente, concebida como escala em nível de domínio de natureza (AB'SABER, 2003) ou macrorregião (BECKER, 2010). Suas delimitações partem dos aspectos morfoclimáticos, retratados pelos maiores táxons na representação do relevo, e dos aspectos morfoesculturais (IBGE, 2009a, 2009b), correspondentes ao 1º e ao 2º níveis taxonômicos propostos por Ross (1992), bem como pelo domínio fitogeográfico, expresso pelas classes de solos prevalentes (IBGE, 2015a) e pelas tipologias dominantes de vegetação — florestas densas e abertas (IBGE, 2008):
 - a. Levantamento de macrounidades do relevo: as unidades de relevo foram delimitadas, a partir de macrofeições, oriundas da compartimentação topográfica, compatível com a escala, em nível de domínio, utilizando

- parâmetros, associados ao 1º e ao 2º táxons (morfoestrutura e morfoescultura) da classificação adotada por Ross (1990). As macrounidades de relevo consideradas foram a Planície, a Depressão e o Planalto, as quais foram subsidiadas por modelos digitais de elevação (MIRANDA, 2005);
- b. Aspectos hidroclimáticos dominantes: as características do domínio climático foram definidas, a partir de parâmetros, como a temperatura, a precipitação pluviométrica e os períodos de estiagem (meses secos). A classificação de Köppen-Geiger (AYOADE, 1996) foi considerada, inicialmente, no entanto esta foi consubstanciada com o *Atlas Climatológico da Amazônia Brasileira* (SUDAM, 1984), com o mapa *Potencial de Agressividade Climática da Amazônia Legal* (IBGE, 2014a) e com dados de estações meteorológicas (INMET, 2001-2018; ANA, 2016-2018), mediante o princípio da interpolação (método regressivo Krigagem). As condições hidrogeológicas foram analisadas, a partir dos recursos hídricos da *Base Hidrográfica Ottocodificada* (BHO) (ANA/SNIRH, 2016), correspondente ao 3º nível, considerando os aspectos superficiais (densidade de drenagem) e subsuperficiais (potencial hidrogeológico);
 - c. Descrição das províncias vegetacionais: as unidades de mapeamento da vegetação dominante foram definidas, a partir da classificação de Ab'Saber (2003) — floresta/mata de terra firme, várzea e igapó —, no entanto estas foram ajustadas à classificação proposta por Veloso *et al.* (1991 apud IBGE, 2012), resultando nas seguintes tipologias: floresta densa, floresta aberta e floresta aluvial/várzea. Os limites das referidas tipologias foram estabelecidos, a partir do *Mapa de Vegetação da Amazônia Legal* (IBGE, 2008) e do *Mapa de Cobertura Vegetal e Uso da Terra* (IBGE, 2011), com auxílio de imagens orbitais dos satélites GeoCover e Landsat 8 (sensor OLI) (USGS, 2018);
 - d. Levantamento de propriedades pedológicas: os aspectos pedológicos foram considerados, a partir das classes de solos referentes ao 1º nível hierárquico do *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos* (EMBRAPA, 2013; IBGE, 2015a), evidenciando aspectos inerentes à pedogênese e a propriedades físicas. A consideração dos solos no domínio fitogeográfico ocorre, em razão da estreita relação e da importância que têm na distribuição fitogeográfica,

funcionando, muitas vezes, como fator limitante ou facilitador ao estabelecimento da vegetação;

2. Definição dos sistemas naturais: foram forjados, a partir da regionalização dos DNAB, em escala particularmente engendrada como regional e/ou intrarregional. Esta escala de análise pode ser enquadrada entre 1:500.000 e 1:250.000, a qual, segundo Prost *et al.* (2011), é compatível com as unidades de paisagem do 3º ao 4º nível (região e geossistema), de Bertrand (1972), apresentando uma escala tempo-espacial, associada às grandezas IV e V. O aumento de escala proposto almejou delimitar e caracterizar unidades com variáveis e com parâmetros mais compatíveis com eventos socioespaciais, possibilitando, posteriormente, esclarecer as ações do ser humano sobre os ambientes naturais. Sendo assim, os sistemas naturais serviram de substrato para a investigação e para a mensuração das transformações antropogênicas, em nível regionalizado;
3. Análise da ecodinâmica dos ambientes naturais: vislumbrando identificar e melhor compreender processos responsáveis pelas dinâmicas e pela evolução dos sistemas naturais e de suas respectivas paisagens, foram adotados preceitos teórico-metodológicos da proposta de Tricart (1977) acerca da análise da capacidade de suporte ecológico, mediante a relação entre morfogênese e pedogênese, contemplada na Teoria da Ecodinâmica, com vistas a identificar potencialidades e limitações naturais do ambiente, a partir de atributos e de aspectos funcionais dos componentes biofísicos (ex.: morfoestrutura, relevo, solos, vegetação, clima). A análise do potencial e/ou da limitação ecológica se baseia nas condições naturais de tendências a estabilidade e/ou a instabilidade dos sistemas naturais, com vistas a mensurar a capacidade de suporte ecológico do meio ambiente natural, para contrapor, posteriormente, a fatores antropogênicos, como subsídio à análise de preceitos do Antropoceno na Amazônia brasileira.

Para auxiliar na análise das condições naturais da Ecodinâmica, foram considerados aspectos de sustentabilidade e de vulnerabilidade do meio ambiente (SOUZA *et al.*, 2000), mediante os ajustes necessários. No entanto, vale ressaltar que, em razão de esta etapa se referir à análise de sistemas naturais, os aspectos considerados dizem respeito ao potencial e/ou à capacidade produtiva do meio, às limitações de uso dos recursos naturais, às condições ecodinâmicas e à vulnerabilidade ambiental, desconsiderando, neste momento, o estado de

conservação destes recursos. Nesse sentido, foram observadas três categorias de sustentabilidade:

- a. Baixa: mínima ou deficiente capacidade produtiva dos recursos naturais (pequeno potencial hídrico, irregularidade/agressividade climática acentuada, estiagem prolongada, solos rasos, elevado potencial erosivo, afloramentos de rocha) e nula ou baixa resiliência, em função da alteração da cobertura vegetal, da ablação dos solos e da agressividade climática;
- b. Moderada: razoável capacidade produtiva dos recursos naturais, com condições satisfatórias, quanto ao potencial hídrico, condições climáticas com moderada agressividade (chuvas regularmente distribuídas e estiagem não superior a três meses), solos moderadamente profundos e bom estado de conservação da cobertura vegetal primária ou derivada de sucessão ecológica com dinâmica progressiva;
- c. Alta: boa capacidade produtiva dos recursos naturais e com limitações simplesmente corrigíveis, condições satisfatórias dos potenciais hídricos superficial e subsuperficial, condições climáticas com moderada a baixa agressividade (úmidas e com chuvas bem distribuídas), solos moderadamente a bem profundos e pouco susceptíveis à erosão, em função do estado de conservação da vegetação.

Após a análise integrada da ecodinâmica natural, procedeu-se à hierarquização dos sistemas naturais, mediante as seguintes classes: meios estáveis; de transição; de transição, tendendo à instabilidade; de transição, tendendo a estabilidade; instável; e fortemente instável (TRICART, 1977; SOUZA, 2000).

O Quadro 2.6 apresenta os conjuntos de parâmetros e de variáveis considerados na análise das condições da ecodinâmica dos sistemas naturais, em consonância com as tendências de estabilidade e/ou de instabilidade do meio ambiente natural.

Quadro 2.6 – Componentes, atributos e parâmetros biofísicos, adotados na análise do potencial/limitação ecológica dos sistemas naturais

Componente	Critério	Variáveis/Atributos	Parâmetros	Condição e tendências ecodinâmicas	Aporte teórico/dados
Morfo estrutura	Coesão litológica e resistência ao intemperismo/ erosão	Sedimentos inconsolidados	- Caráter lítico	Sedimentos do Quaternário, tendência à instabilidade	Adamy (2010)
		Coberturas sedimentares	- Coesão das rochas	Depósito pouco consolidado (quartzito, areno-argilito), tendência à estabilidade	Dantas e Teixeira (2013)
		Rocha vulcanossedimentar	- Resistência ao intemperismo		Maia (2010)
		Metamórfica e ígnea	- Granulometria - Resistência à erosão	Caráter lítico, cristalino, maciços	Bizzi <i>et al.</i> (2002) IBGE (2003)
Relevo	Aspectos morfométricos	Padrão de relevo	Aplainados, tabuleiros, colinas, morros, chapadas, serras	- Plano/suave, declive <5%, tendência à estabilidade	Dantas (2015) Ross (1994, 2012) IBGE (2009a) Miranda (2005)
		Forma da vertente	Convexa, côncava e retilínea	- Ondulado, declive 5-20%, tendência ao equilíbrio	
		Declividade (%)	<5, 5-10, 10-20, 20-50, >50	- Ondulado a forte, declive 20-50%, tendência à instabilidade - Relevo forte ondulado, declive >50%, forte tendência à instabilidade	
Solos	Características pedogenéticas	Nível de intemperismo	Profundo, pouco profundo, raso, litólico	- Solos maduros, equilíbrio pedogenético, tendência à estabilidade	Tricart (1977) Crepani <i>et al.</i> (2001) Ross (2012) Embrapa (2013) IBGE (2015a)
		Textura	Indiscriminada, arenosa, média, argilosa	- Pouco intemperizados, textura média, transição	
		Infiltração/escoamento	Percolação do solo	- Solos rasos, arenosos, afloramentos litólicos	
Cobertura vegetal	Tipologia vegetacional	Floresta densa	Contiguidade fisionômica	Equilíbrio, tendência à estabilidade	Ab'Saber (1971, 2007) Tricart (1977) USGS (2018)
	Proteção do solo	Floresta aberta	Vegetação transicional	Transicional, tendência à instabilidade	
		Enclave fitoecológico	Espécies em disjunção	Disclímax, desequilíbrio, meios instáveis	
Hidroclima	Aspectos climáticos	Precipitação	Agressividade hídrica	- > Precipitação, < estiagem, > potencial hídrico - Médio volume de chuva (baixa concentração), breve estiagem, potencial hídrico moderado	Ross (2012) IBGE (2014a) INMET (2014, 2017)
		Temperatura	Agressividade térmica		
		Períodos secos	Nível de estiagem		
	Potencial hídrico	Superficial	Densidade drenagem, potencial hidrogeológico	- < Volume de chuva (média/alta concentração), elevada estiagem, baixo potencial hídrico	ANA (2016) CPRM (2016)
		Subsuperficial			

Fonte: organizado pelo autor (2021)

2.5.2 Análise de eventos socioespaciais e a definição de sistemas humanos

A retrospectiva da expansão humana na Amazônia considerou evidências arqueológicas, antropológicas, botânicas, geográficas, entre outras, como perspectivas de aspectos antropogênicos. Logo, o ponto de partida se deu, através da espacialização de sítios arqueológicos e das demais evidências antropogênicas (solos antropogênicos, Espécies Florestais Domesticadas, etc.), vislumbrando auxiliar na definição de períodos representativos da relação entre o ser humano e os sistemas naturais, bem como na definição de sistemas humanos.

Vale ressaltar que, em razão da escala adotada, os sistemas humanos foram denominados macrossistemas humanos, em decorrência da necessidade de estabelecer uma compatibilidade escalar com as unidades de paisagens adotadas (domínio e região), assim como pelo fato de que estes macrossistemas são constituídos por conjuntos de fatores e de objetos socialmente construídos, sendo passíveis de serem desdobrados em subclasses, com maiores níveis de detalhes. O Quadro 2.7 apresenta os parâmetros considerados.

Quadro 2.7 – Parâmetros adotados na análise dos eventos socioespaciais e na definição de macrossistemas humanos

PARÂMETRO	DESCRIÇÃO
Período	Escala temporal ampliada, em razão de fatos profundos e decisivos que decretaram a reorganização e expansão do Homem
Época	Eventos socioespaciais dentro de um determinado período, marcado por mudança/adaptação não abrupta da relação Homem-Natureza
Fase	Eventos socioespaciais de uma época, constituindo indicadores divergentes de demandas e formas de uso (técnicas e agentes)
Tipologias de uso	Contexto específico, condicionado por padrões de utilização dos bens naturais, do oferecimento de serviços e da técnica disponível
Técnica	Elemento entre Natureza e Homem, como forma, capacidade e meios instrumentais, criando seu espaço através do uso de recursos
Amplitude tempoespacial	Durabilidade das formas dominantes de uso e a manutenção de cenários paisagísticos e/ou organização socioespacial
Organização socioespacial	Espaço enquanto produto das relações diretas entre as atividades antrópicas e os processos de ocupação e agentes produtores

Fonte: elaborado pelo autor (2021)

As informações acerca das tipologias de uso e de ocupação dos DNAB em contextos anteriores ao da colonização (Pré-Colonial) foram complementadas por dados do período Colonial, compreendido entre os séculos XVI e XVIII, tal qual o contexto mais contemporâneo, denominado período Pós-Colonial, caracterizado a partir de dados espaciais de desmatamento e de uso da terra, adquiridos junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (ferramentas Prodes e TerraClass) e ao MapBiomias Brasil.

A definição e o conjunto de aspectos e de parâmetros mencionados foram organizados e sistematizados, de acordo com as seguintes etapas e procedimentos:

1. Levantamento de indicadores: identificação e agrupamento de evidências antropogênicas temporalmente correlatas, de caracteres arqueológico, geomorfológico, pedológico e botânico, intrínsecas a cada fase, época e período, com os intuitos de caracterizar e de padronizar tipologias de uso predominante dos recursos naturais em cada momento histórico, bem como de qualificar a dinâmica dos processos de ocupação;
2. Periodização: definição de períodos, de épocas e de fases de eventos socioespaciais, vislumbrando estabelecer recortes temporais, em consonância com evidências antropogênicas e com processos de ocupação prevalentes, duradouros e decisivos na condução da trajetória humana na região. Foram definidos três intervalos periódicos (Pré-Colonial, Colonial e Pós-Colonial), quatro épocas (Holoceno Inferior — ≥ 11.500 anos AP a 7.500 anos AP; Holoceno Médio — 7.500 anos AP a 4.000 anos AP; Holoceno Superior — 4.000 anos AP a 150 anos AP; e Holoceno Tardio — ≥ 150 anos AP) e, cinco fases (Paleoindígena, Arcaica, Formativa, Descomplexificação e Diversificação);
3. Cartografia/Espacialização: mapeamento dos grupos de evidências antropogênicas e das suas respectivas épocas e períodos, contextualizadas em cada fase socioprodutiva. Nessa etapa, foram realizados o fatiamento temporal e a espacialização de artefatos, de evidências arqueológicas e de tipologias de uso da terra, ao longo do Holoceno, com o propósito de subsidiar a análise da dinâmica do processo de ocupação, no âmbito dos DNAB. Também nesse momento foram utilizados dados espaciais, recursos metodológicos e variáveis específicas para cada período e para cada fase socioprodutiva, compreendendo:
 - a. Período Pré-Colonial: o levantamento das evidências antropogênicas foi subsidiado, a partir do Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos (CNSA), do IPHAN, complementado com trabalhos científicos. Em razão dos indícios

antropogênicos serem evidenciados pontualmente, tal impossibilitaria a delimitação areal da possível influência das ações humanas sobre o meio e, considerando a provável existência de evidências ainda não desvendadas, recorreu-se a duas variáveis:

- i. Distância média entre os sítios: considerou-se a distância média entre os sítios de cada fase socioprodutiva e a respectiva delimitação da circunferência, a partir dos seguintes raios geométricos: paleoindígena = 100 Km; arcaica = 50 Km; formativa inicial = 30 Km; e formativa final = 15 Km;
 - ii. Pesquisas acerca de indicadores arqueobotânicos: foram considerados dados de pesquisas acerca da ocorrência de indicadores antropogênicos de caracteres fito e pedoecológico (ex.: CLEMENT *et al.*, 2015; LEVIS *et al.*, 2017).
- b. Período Colonial: os dados foram levantados, a partir da localização de núcleos, de vilas, de missões religiosas e de referências bibliográficas. A delimitação da área de influência das ações humanas sobre os recursos naturais partiu da disposição espacial destas localidades, considerando-se, ainda, a matriz de produção econômica predominante neste período, o extrativismo vegetal (Drogas do Sertão). Para a delimitação das possíveis áreas de influência desta atividade, adotaram-se os parâmetros:
- i. Localização de missões e de vilas/núcleos urbanos (séculos XVII e XVIII);
 - ii. Identificação e agrupamento de trechos do rio Amazonas e de tributários, correspondentes às localidades supracitadas;
 - iii. Unidades de relevo: planície litorânea, aluvial, terraço e algumas depressões sedimentares (IBGE, 2009a);
 - iv. Tipologia de vegetação: floresta aluvial, floresta ombrófila densa de terra baixa e floresta ombrófila aberta de terra baixa (IBGE, 2008);
 - v. Sub-bacias hidrográficas intercortadas pelos trechos hídricos acima citados: ottobacias codificadas de nível 4 (PFAFSTETTER, 1989), por julgá-las compatíveis com a escala representada pelos rios e pelos tributários considerados, bem como pelo limite natural, imposto pelas bacias hidrográficas na congregação de aspectos e de processos ecológicos semelhantes;

- c. Período Pós-Colonial: nesse período, foram definidas as fases agroextrativista e agroindustrial. A primeira se refere predominantemente à atividade extrativista, caracterizada pela concentração e pela extração de espécies florestais, como castanha, seringueira e pau-rosa, especializadas em pesquisas bibliográficas (LEITE et al., 1999; SHEPARD; RAMIREZ, 2011; THOMAS et al., 2014; HOMMA, 2014-2016). A segunda fase surge em meados do século XX, caracterizada pela predominância de tipologias de uso, associadas à agropecuária, à mineração e à concentração de estruturas urbanas, delimitadas e caracterizadas por dados espaciais, adquiridos junto ao MapBiomias e ao INPE (Prodes, TerraClass);
4. Definição de sistemas humanos: foram consideradas as evidências predominantes em cada fase socioprodutiva, as semelhanças entre elas e o incremento antropogênico sobre cada sistema natural. A denominação adotada na definição das evidências antropogênicas foi adaptada da classificação de biomas antropogênicos proposta por Ellis (2008, 2010), a qual foi forjada, a partir de um conjunto de evidências, associado às tipologias de uso humano de ecossistemas embutidos nos biomas terrestres, no entanto, mediante algumas adaptações:
- a. Ao invés de adotar o termo bioma antropogênico (ELLIS, 2008), o qual se refere ao conjunto de paisagens e/ou de estruturas essencialmente humanizadas por tipologias de uso predominantes (ex.: assentamentos, agricultura, pecuária, paisagens seminaturais, etc.), optou-se pela denominação domínios antropogenizados, por considerar que as ações humanas são moldadas e são aperfeiçoadas, de acordo com os aspectos ambientais dominantes e vigentes;
 - b. Em substituição ao termo biomas antropogênicos, adotou-se a terminologia macrossistemas humanos.

2.5.3 Caracterização de sistemas ambientais e da estimativa antropogênica

A análise da antropogenização partiu da identificação das causas e efeitos processados sobre os sistemas naturais, fundamentada em uma abordagem geoambiental. Inicialmente, considerou-se a potencialidade e as limitações ecológicas destes sistemas e, em seguida, foram incorporadas as evidências antropogênicas, as ameaças potenciais transformadoras e os seus respectivos eventos socioespaciais, forjando a definição de sistemas ambientais.

Os sistemas ambientais foram definidos, através da correlação entre sistemas naturais e humanos, funcionando como um ambiente, em que coexistem elementos físico-naturais e humano-sociais, condicionando a ocorrência de novos processos e de novas estruturas sobre os sistemas naturais, resultando nas reorganizações da dinâmica ecológica e do espaço geográfico.

A perspectiva de análise foi fundamentada na abordagem sistêmica, a qual considera que, além das morfologias e/ou das estruturas ecológicas, os processos e as dinâmicas de aspectos biofísicos (ex.: geomórfico e fitoecológico) são essenciais na mensuração dos impactos antropogênicos sobre os domínios naturais, bem como auxiliam nas análises da amplitude e da durabilidade de fatores emergentes.

A adoção deste princípio teórico-metodológico, de caráter sistêmico, foi representada pela análise geoambiental. De acordo com Souza (2000), o arcabouço metodológico contemplado na análise geoambiental se baseia em três níveis de abordagem: analítico (domínio natural e macrossistema humano), sintético (sistema ambiental) e dialético (domínio antropogenizado). Os níveis adotados na etapa em questão correspondem aos de síntese e de dialética:

1. Síntese: caracteriza os arranjos espaciais, a partir da correlação entre os componentes biofísicos (subdomínios naturais) e os aspectos socioespaciais (macrossistemas humanos). Em seguida, procedeu-se à confrontação entre os referidos sistemas, vislumbrando o estabelecimento e a delimitação de sistemas ambientais, constituídos por paisagens antroponaturais;
2. Dialético: analisa os impactos antrópicos processados sobre os sistemas ambientais, contextualizados no âmbito dos DNAB (domínios antropogenizados), examinando as causas e efeitos das transformações antropogênicas sobre o meio ambiente, considerando a capacidade de suporte ecológico (potencialidade/fragilidade), frente à ameaça potencial e/ou à capacidade transformadora, representada pelas atividades antrópicas, subsidiando, dessa maneira, as análises da ecodinâmica atual e do grau de antropogenização dos DNAB.

Para o alcance dos objetivos propostos nesta fase, foi adotado um conjunto de aspectos e de parâmetros, obedecendo às seguintes etapas metodológicas:

1. Definição de sistemas ambientais: foram caracterizados pela relevância dos aspectos abióticos (componentes biofísicos) e bióticos (eventos socioespaciais e evidências antropogênicas — tipologias de uso dos recursos naturais). A definição dos sistemas

ambientais subsidiou a avaliação dos aspectos biofísicos e a dinâmica ecológica das paisagens, inerentes aos sistemas naturais, em razão da identificação e da possibilidade de confrontação entre fatores emergentes e as capacidades de suporte e de resposta ecológica, frente às transformações antropogênicas;

2. Estimativa da antropogenização dos DNAB: a análise da antropogenização partiu da identificação das causas e efeitos transformadores na estrutura ecológica das paisagens, inicialmente, no âmbito dos sistemas ambientais, e, em seguida, no contexto espacial dos domínios naturais. Tal análise foi fundamentada por abordagens sistêmica e dialética, através da análise quali-quantitativa das perdas e dos ganho de componentes biofísicos da estrutura ecológica, com vistas a identificar e a mensurar o balanço entre paisagens naturais e antropizadas e a correlacionar aspectos e/ou fenômenos responsáveis pelo surgimento ou perturbação de novas formas e/ou de novos processos ecológicos, como a alteração da cobertura vegetal, possíveis impactos nas propriedades do solo, processos geomórficos e potencial geológico. Inicialmente, considerou-se a capacidade de suporte ecológica, mediante a potencialidade e/ou as limitações dos componentes biofísicos constitutivos, e, em seguida, foram observadas as evidências antropogênicas, em consonância com a ameaça potencial da capacidade transformadora das tipologias de uso dos recursos naturais sobre a estrutura ecológica considerada (vegetação, solo, relevo e estratigrafia).

Para tanto, foram adotados os procedimentos operacionais que seguem:

- a. Análise da dinâmica ecológica: foi executada a análise das transformações das paisagens dos sistemas naturais, através da identificação e da correlação dos macrossistemas humanos, no âmbito dos sistemas ambientais, relativamente à extensão das evidências antropogênicas, à relação percentual destas evidências com a área total de cada unidade observacional (sistemas ambientais) e à profundidade das alterações morfológicas das paisagens, a qual está diretamente relacionada à capacidade transformadora das tipologias de uso dos recursos naturais e ao suporte ecológico dos componentes biofísicos constituintes das paisagens. O Quadro 2.8 apresenta os parâmetros, as variáveis e o arcabouço referencial que subsidiaram as investigações da alteração e da dinâmica ecológicas e auxiliaram na estimativa do grau de antropogenização do DNAB e na identificação de indicadores e/ou de fatores associáveis ao Antropoceno.

Quadro 2.8 – Parâmetros e variáveis de análise da dinâmica ecológica, no âmbito dos subdomínios naturais: componentes biofísicos, critérios, causas e efeitos

COMPONENTE	CRITÉRIO	CAUSA/INTERVENÇÃO	EFEITOS/ASPECTO	DINÂMICA/CONDIÇÃO	APORTE TEÓRICO/DADOS
Cobertura vegetal	1. Densidade cobertura vegetal 2. Espécie atípica/exótica	Ausência de atividade	> Densidade; vegetação primária	Evolução natural e equilíbrio ecológico	Tricart (1977) Ab'Saber (2007) INPE (2014, 2017) IBGE (2004, 2006a) Ellis (2015b)
		Manejo/extratativismo/reflorestamento	~ > Densidade; vegetação nativo-primária a secundária/domesticada	Evolução natural a seminatural; estrutura ecológica conservada; equilíbrio ecológico	
		Agropecuária (pastagem/agricultura/floresta plantada)	< Densidade; vegetação secundária a primária (espécie espontânea/exótica)	Evolução ecológica seminatural a humanizada; < equilíbrio ecológico	
		Supressão (área urbana, lagos artificiais)	< Ou zero densidade; substituição de espécie/estrutura natural	Evolução antropecológica; desequilíbrio ecológico.	
Solos	1. Característica pedogenética 2. Estado de conservação	Ausência de atividade	Em estado de conservação; equilíbrio pedogenético	Evolução natural; solos estáveis a instáveis	Tricart (1977) Guerra (2005) Albuquerque (2014) Howard (2017)
		Agropecuária (desmatamento, agricultura, pecuária, floresta plantada)	< Matéria orgânica; < infiltração; < retenção água; > compactação; > erosão	Evolução natural e seminatural; perturbação pedogenética; solos tendendo à instabilidade	
		Área urbana, mineração, deposição de resíduo, lagos artificiais	< Ou zero matéria orgânica; < infiltração; nula retenção água; > compactação; > erosão	Alteração pedogenética; degradação dos solos; solos fortemente instáveis	
Relevo	1. Morfológico 2. Morfodinâmico	Terraplenagem, urbanização, escavação, mineração, deposição/acumulação	Terreno aplainado, escavado, aterrado, canalizado	Atividade destrutivo-direta; alteração abrupta da morfologia; relevos instáveis	Szabó <i>et al.</i> (2010) Ab'Saber (2002) Goudie (2013)
		Desmatamento, pecuária, agricultura	Aceleração da erosão; sedimentação; subsidência	Atividade construtivo-indireta; processos geomórficos superficiais em desequilíbrio; relevos estáveis a instáveis	
Hidroclima	1. Pluviotérmico 2. Balanço hídrico	Fatores antropogênicos	Variabilidade de intempéries climáticas (estiagem, precipitação torrencial, desequilíbrio hídrico)	Balanço hídrico negativo ou positivo; estado/interferência no potencial hidrológico	Ayoade (1996) INMET (2018)

Fonte: organizado pelo autor (2021)

- b. Índice de Transformação Antropogênica (ITA): a análise da antropogenização se deu, a partir da leitura das evidências e dos indicadores de alteração ecológica dos sistemas naturais, os quais, segundo uma perspectiva retroativa, podem desencadear uma série de consequências negativas e/ou positivas, destruindo ou restabelecendo espaços, com baixa, alta ou nula capacidade de resiliência, de durabilidade longa ou curta. O grau de antropogenização foi definido, considerando o potencial de suporte ecológico e o nível de alteração dos sistemas naturais, bem como a frequência, representada pela quantidade e pela diversidade das evidências antropogênicas.

Para tanto, foram atribuídos pesos (valores), os quais foram definidos e organizados, com base na adoção de uma metodologia, voltada à construção de um índice de antropogenização, considerando a importância de variáveis, em razão da intensidade de alteração da paisagem, da amplitude espacial de evidências antropogênicas e da ameaça potencial/agressividade de transformação ecológica.

Para a construção do ITA, utilizou-se, como referência, o coeficiente de transformação antrópica, proposto por Shishenko (1988 apud RODRIGUEZ *et al.*, 2013, p. 171), representado e adaptado, a partir das seguintes equações:

$$V_{an} = \Sigma (r.q) / 100 \quad (1)$$

$$K_{an} = \Sigma (r.p.q.n) / 100 \quad (2)$$

$$ITA = \Sigma (ta.a.iae) / 100 \quad (3)$$

Em que:

(1)

V_{an} = índice de transformação antrópica

r = taxa de transformação antrópica

q = área de ocorrência das tipologias de utilização da natureza (em %)

(2)

K_{an} = coeficiente de transformação antropogênica

p = área da taxa (em %)

q = índice de profundidade da transformação da paisagem

n = quantidade de indivíduos de mesma tipologia de uso no limite da unidade de paisagem analisada (esta variável foi desconsiderada na Equação 3, em razão de ineficiência, por conta do número excessivo de polígonos)

(3)

ITA = Índice de Transformação Antropogênica

ta = taxa de transformação antrópica, de acordo com as tipologias de uso

a = área superficial da taxa de transformação antropogênica, considerando a extensão territorial total de cada unidade observacional (em %)

iae = intensidade da alteração ecológica, definida a partir de indicadores da profundidade da transformação e da capacidade de suporte ecológico

O **Índice de Transformação Antropogênica (ITA)** mensura a proporção, a intensidade e os efeitos da ação do ser humano sobre a morfologia da paisagem e os respectivos processos de caráter emergente, através da identificação, do dimensionamento e da quantificação das tipologias de uso por período, com vistas a investigar a amplitude têmporo-espacial da dinâmica ecológica, frente às evidências antropogênicas.

A **taxa de transformação antrópica (ta)** corresponde ao peso atribuído, em conformidade com a evidência/tipologia de uso sobre o meio natural, a qual poderá variar de 1 a 10 (Quadro 2.9), distribuído de acordo com a ameaça potencial/capacidade de transformação ecológica (RODRIGUEZ *et al.*, 2013).

A **área superficial (a)** se refere à extensão territorial das tipologias de uso, representadas percentualmente, a qual possibilitou dimensionar a proporção entre paisagens naturais e antropogênicas de cada domínio natural.

A **intensidade da alteração ecológica (iae)** foi adaptada da equação de Shishenko (1988 apud RODRIGUEZ *et al.*, 2013), a qual passa a ser definida, a partir do valor médio de duas variáveis: profundidade de transformação ecológica (PTE) e capacidade de suporte ecológico (CSE). A PTE já constava da equação original, entretanto como variável única na mensuração da alteração ecológica. Os pesos atribuídos variaram de 1,0 a 1,5, em conformidade com a capacidade de alteração ecológica de cada tipologia de uso e/ou de cada macrossistema humano considerado, em que 1,0 representa menor impacto transformador e 1,5, maior impacto (Quadro 2.9). A PTE é analisada e

definida, com base na intensidade de impacto e/ou de degradação ecológica das atividades antrópicas e/ou das demais evidências antropogênicas materializadas nas paisagens (indicadores arqueocológicos), no interior de cada unidade observacional (domínio natural), considerando variáveis e parâmetros da morfologia/estrutura ecológica (Quadro 2.9).

Quadro 2.9 – Evidências antropogênicas e seus respectivos pesos, referentes à taxa de transformação antrópica (TA) e ao indicador profundidade da transformação ecológica (PTE)

EVIDÊNCIAS ANTRÓPICAS	TA	ATRIBUTOS	PTE	ATRIBUTOS
Floresta nativa	1	Cobertura vegetal natural, com aparente ausência de uso relevante	1	Estrutura ecológica preservada
Floresta nativa extrativada	2	Cobertura vegetal natural, com provável ocorrência de extrativismo no período Colonial	1,05	Estrutura ecológica preservada, com possível ocorrência de perturbação florística
Extrativismo florestal	3	Extrativismo florestal em curso e/ou recentemente interrompido, associado ao período pós-Colonial	1,15	Estrutura fitoecológica semipreservada, com possível redução e/ou extinção de espécies
Espécie florestal domesticada	4	Ecossistemas florestais domesticados, integrados a paisagens "naturais", associadas a atividades antrópicas pré-coloniais	1,25	Estrutura fitoecológica seminatural, com prováveis ganho e alteração na densidade e na composição florística
Solo terra preta	5	Solos originários de atividades antropogênicas pré-coloniais	1,3	Estrutura pedoecológica seminatural, com propriedades físico-químicas alteradas
Mosaicos antropogênicos	6	Conjunto de evidências domesticadas pré-coloniais (floresta, solos, relevos)	1,35	Estrutura ecológica seminatural, com mudança nos aspectos fito-pedo-geomorfológicos
Agropecuária	7	Conjunto de atividades rurais, com destaques para a pecuária e para a agricultura	1,3	Estrutura ecológica superficial alterada, com redução/substituição da vegetação nativa e com interferência nos processos pedológicos e geomórficos
Área urbana	8	Conjunto de atividades e de estruturas de natureza socioeconômica, de forte ameaça potencial de alteração	1,45	Estrutura ecológica fortemente alterada, com mudanças drásticas na superfície (vegetação e solo) e substanciais na estrutura (relevo)
Lagos artificiais	9	Atividade e estrutura de elevada capacidade de impacto no meio ambiente, em razão da interferência na dinâmica, na funcionalidade e na evolução ecológica	1,4	Estruturas e processos ecológicos altamente alterados, impactando profundamente as dinâmicas fluvial, sedimentar e estratigráfica, a montante e a jusante
Mineração	10	Atividade de impacto exponencial, com capacidade transformadora altamente agressiva ao ambiente	1,5	Estrutura ecológica profundamente alterada, com substituição e/ou com destruição de todos os níveis de naturalidade ecológica (vegetação, solo, relevo e lito-estratigrafia)

Fonte: organizado pelo autor (2021)

A **capacidade de suporte ecológico (CSE)** corresponde ao potencial e/ou à limitação ecológica dos aspectos biofísicos de cada domínio natural, mediante a capacidade de sustentação de seus processos de evolução natural, frente às atividades econômicas e aos seus fatores emergentes, estimado a partir da análise da ecodinâmica natural (TRICART, 1977), consubstanciada pelas condições do envoltório hidroclimático dos DNAB (potencial hidrogeológico e agressividade climática). A agressividade climática considerou as precipitações, a temperatura e o período de estiagem (IBGE, 2014). A atribuição de pesos oscilou de 1 a 1,3 (Quadro 2.10). Os sistemas naturais classificados como estáveis (maior potencial de suporte ecológico) receberam pesos próximo de 1, os intermediários receberam peso em torno de 1,2 (suporte ecológico transicional) e os caracterizados como instáveis foram contemplados com peso próximo a 1,3 (menor suporte ecológico).

Quadro 2.10 – Sistemas naturais e suas respectivas taxas (pesos), em consonância com a ecodinâmica natural e a capacidade de suporte ecológica (CSE)

DNAB	SDNAB	CSE	INTERPRETAÇÃO
Planície amazônica	1.1. Planície Litorânea	1,28	Instável
	1.2. Planície Alúvio-terracial	1,28	Instável
	1.3. Planície em terrenos cristalinos	1,28	Instável
Depressões sedimentares	2.1. Campinaranas	1,28	Instável
	2.2. Depressões Interplanálticas Tabuleiros	1,15	Transição, tendendo à estabilidade
	2.3. Depressões Interplanálticas Ocidental	1,15	Transição, tendendo à estabilidade
	2.4. Depressões Interplanálticas Sudoeste	1,25	Transição, tendendo à instabilidade
Depressões cristalinas	3.1. Depressões Marginais Norte	1,25	Transição, tendendo à instabilidade
	3.2. Depressões Marginais Fitopluviais Sul	1,25	Transição, tendendo à instabilidade
	3.3. Depressões Marginais Fitotransicional Sul	1,29	Instável
Planaltos e relevos montanos	4.1. Planaltos Residuais Norte	1,3	Instável
	4.2. Planaltos Residuais Oriental	1,3	Instável
	4.3. Planaltos Residuais Fitopluviais sul	1,3	Instável
	4.4. Planaltos Residuais Fitotransicionais sul	1,3	Instável

Fonte: organizado pelo autor (2021)

O **ITA** oscilou de 0 a 10 e foi categorizado, de acordo com a classificação seguinte:

- i. Baixo: o estado de antropogenização é muito baixo ou nulo, com o meio se apresentando em equilíbrio ecológico, em que as tipologias vegetacionais e a morfologia de seu substrato estrutural se encontram conservados, sem a ocorrência de evidências antropogênicas substanciais, não interferindo na dinâmica e nos processos ecológicos prevalentes naquele sistema. Os ambientes apresentam um gradiente antropogênico reduzido, representado por tipologias de uso de baixa ameaça potencial transformadora. Esta classe oscila de 0 a 2,5;
 - ii. Moderado: ambientes, em que a estrutura primária e os fatores emergentes antropogênicos se encontram balanceados, os quais passam a concorrer e a ganhar destaque na paisagem, oferecendo perigo ao equilíbrio ecológico. Esta categoria é caracterizada por atividades antrópicas de média ameaça potencial transformadora, apresentando uma amplitude de 2,5 a 5,0;
 - iii. Alto: ambientes com alto nível de transformação, em que a densidade vegetal e os processos geomórficos foram alterados e/ou foram perturbados (substituição da cobertura vegetal, degradação dos solos, interferência da dinâmica superficial/aumento da erosão, potencial de formação estratigráfica antropogênica), dando lugar a elementos e a aspectos distintos e concorrentes, interferindo na dinâmica e nos processos ecológicos. Esta classe é representada por tipologias de uso de alta ameaça potencial transformadora e apresenta valores entre 5,0 a 7,5;
 - iv. Muito alto: ambientes com alto nível de transformação ecológica, em que a densidade vegetal, os processos geomórficos e as morfoestruturas foram alterados e/ou extintos (substituição da cobertura vegetal, degradação dos solos, interferência da dinâmica superficial/aumento da erosão, formação estratigráfica antropogênica), dando lugar a elementos e a aspectos distintos e predominantes, interferindo tanto na dinâmica quanto na estrutura ecológicas. Esta classe é caracterizada por tipologias de uso de muito alta ameaça potencial e apresenta valores, variando de 7,5 a 10.
- c. Classificação dos domínios antropogenizados: nesta etapa, foram contrapostos os percentuais de sistemas naturais (florestas primitivas), de paisagens seminaturais

(ecossistemas usados/recuperados, embutidos em ecossistemas naturais) e de paisagens em uso (sob processo de antropogenização contemporânea).

Os domínios antropogenizados foram analisados e classificados, em sintonia com a dinâmica e com as condições ecológicas atuais, considerando:

- i. A evolução natural, em termos da estabilidade/instabilidade do meio ambiente;
- ii. O grau de antropogenização impresso sobre os DNAB;
- iii. A variabilidade/dinâmica socioespacial e os seus respectivos macrossistemas;
- iv. Os fatores emergentes, responsáveis pelas interferências na dinâmica ecológica;
- v. A condição atual da ecodinâmica, ressaltando os estados de estabilidade e de instabilidade e as tendências, frente à capacidade de recuperação dos meios alterados e à perspectiva de permanência/durabilidade dos fatores emergentes.

A partir da estimativa e da análise do ITA, foi definida o grau de antropogenização dos DNAB, considerando a Média Ponderada (Mp) dos ITA, mensurada através da relação proporcional entre as áreas dos sistemas ambientais e as dos DNAB, vislumbrando estabelecer as seguintes classes de domínios antropogenizados:

- i. Baixa antropogenização: domínio majoritariamente composto por paisagens naturais, podendo está associada a paisagens seminaturais, com ausência ou com reduzida ocorrência de evidências antropogênicas. A estrutura, a morfologia e os processos ecológicos não foram alterados de maneira significativa, apresentando um equilíbrio ecológico condizente com o balanço morfopedogenético natural. Apresenta baixo ITA. Frise-se, no entanto, que a classificação final do grau de antropogenização dependerá da média ponderada, resultante da proporcionalidade entre as áreas dos sistemas ambientais e a área de cada DNAB.
- ii. Moderada antropogenização: domínio composto por paisagens naturais, associadas a paisagens seminaturais e a paisagens em uso (sob processo de antropogenização contemporânea), com significativa ocorrência de evidências antropogênicas, em que a estrutura, a morfologia ou processos ecológicos apresentam alterações relevantes (mudança na cobertura vegetal, interferência nas propriedades do solo e na dinâmica de processos geomórficos). Nesta classe, o fluxo natural da evolução ecológica poderá apresentar indícios iniciais de desequilíbrio ecológico (alteração na densidade, na dispersão e/ou na

concentração de espécies florestais, depauperamento dos solos, aceleração da erosão), podendo apresentar sinais, que possam tender ao equilíbrio ou desequilíbrio ecológico, além de capacidade resiliente variada. Apresentam ITA predominantemente moderado.

- iii. Alta antropogenização: domínio com elevada e com extensa evidência antropogênica, associada a paisagens seminaturais e aquelas, sob processo antrópico contemporâneo, em que as alterações ecológicas superam predominantemente a morfologia e/ou a estrutura da originalidade ecológica. Esta classe apresenta alta ameaça potencial de transformação e alto potencial de manutenção de fatores emergentes, bem como pode apresentar condições ecodinâmicas de suporte ecológico limitante e progressivamente tendente à instabilidade do meio ambiente. Nestes ambientes, a cobertura natural do solo sofreu mudanças estruturais substanciais (ex.: substituição de vegetação nativa por espécies exóticas, concentração anormal de espécies florestais manejadas, oscilações na densidade/morfologia vegetacional, frente à variabilidade climática), a ponto de desencadear processos geomórficos significativos e a formação de novas estruturas e/ou de comportamento divergente do anterior, contribuindo para o desequilíbrio ecológico, e/ou fortes indícios de evolução ecológica divergente do balanço morfopedogenético natural. Apresentam ITA predominantemente alto a muito alto.

2.5.4 Identificação e proposição de indicadores e/ou de paisagens passíveis de associação a preceitos do Antropoceno

Os sistemas humanos criam novos padrões antropogênicos, interligando e expandindo assentamentos e outras infraestruturas, em que as variações espacial, natural e antropogênica se combinam, para formar mosaicos de paisagens complexas e heterogêneas, com formas ecológicas divergentes das originais e com potenciais indicadores geológicos (ELLIS, 2011).

Nesse sentido, a estimativa do grau de antropogenização dos DNAB, através da análise da dinâmica ecológica dos sistemas ambientais, buscou identificar evidências e indicadores potenciais, que pudessem auxiliar na definição de paisagens passíveis de associação a preceitos do Antropoceno, considerando as alterações ecológicas (aspectos morfológicos, estruturais e processuais) e a perspectiva de durabilidade das transformações.

Esta etapa focou nos sistemas ambientais que apresentaram graus moderado a alto de antropogenização, pois, considerando determinados preceitos, a proposição de paisagens associáveis ao Antropoceno deve apresentar indicadores de caracteres estrutural e/ou processual duradouros, uma vez que esta possível associação se relaciona diretamente com o surgimento, com a intensidade acentuada da transformação e com a permanência dos fatores antropogênicos. Os indicadores priorizados nessa etapa dizem respeito aos aspectos:

1. Cobertura vegetal do solo: alteração na densidade florestal, com recomposição e/ou domesticação de espécies florestais;
2. Indicadores de perturbação de processos geomórficos: substituição da cobertura vegetal e possíveis alterações na taxa de erosão da superfície do relevo;
3. Alteração na estrutura/estratigrafia superficial do terreno: solos antropogênicos, relevos antropogênicos, camadas e/ou depósitos tecnogênicos;
4. Envoltório climático: dinâmica e/ou condição da precipitação e da temperatura, uma vez que o clima funciona como termômetro dos fatores antropogênicos e das tendências favoráveis à permanência e à consolidação de paisagens antropogênicas regionais.

As paisagens e/ou as estruturas antropogênicas passíveis de associação ao Antropoceno, foram determinados, a partir da adaptação das classes de biomas antropogênicos, propostas por Ellis *et al.* (2010), e de aspectos biofísicos, relacionados ao potencial/limitação de suporte ecológico (ecodinâmica) e seus potenciais indicadores geológicos, em escala regional (domínios antropogenizados), a partir de fatores emergente, como indicadores geológico-estratigráficos, vegetacionais e pedogeomorfológicos.

Para tanto, foram utilizados, como referências, trabalhos acerca da antropogenização de biomas terrestres e dos padrões de uso dos recursos naturais (ELLIS, 2008, 2010, 2011, 2012), da geomorfologia (BROWN *et al.*, 2017), da pedologia (CERTINI; SCALENGHE, 2011), da estratigrafia antropogênica (OLIVEIRA; PELOGGIA, 2014; WATERS *et al.*, 2016), com o propósito de correlacionar têmporo-especialmente os fatores e os indicadores dos DNAB a evidências, distribuídas no âmbito dos biomas antropogênicos terrestres.

Do ponto de vista antropocênico, levou-se em consideração o conjunto de evidências antropogênicas com significativa transformação ecológica, considerando que os preceitos antropocênicos incluem o elevado potencial de amplitude espacial e a perspectiva de durabilidade de fatores emergentes, a baixa ou nula capacidade de resiliência e as tendências à

estabilidade e/ou à instabilidade ecológicas, condicionadas pela ecodinâmica atual dos sistemas ambientais. A Figura 2.3 apresenta o fluxograma metodológico adotado no desenvolvimento desta pesquisa, destacando etapas, procedimentos e parâmetros e/ou atributos, no contexto de cada capítulo.

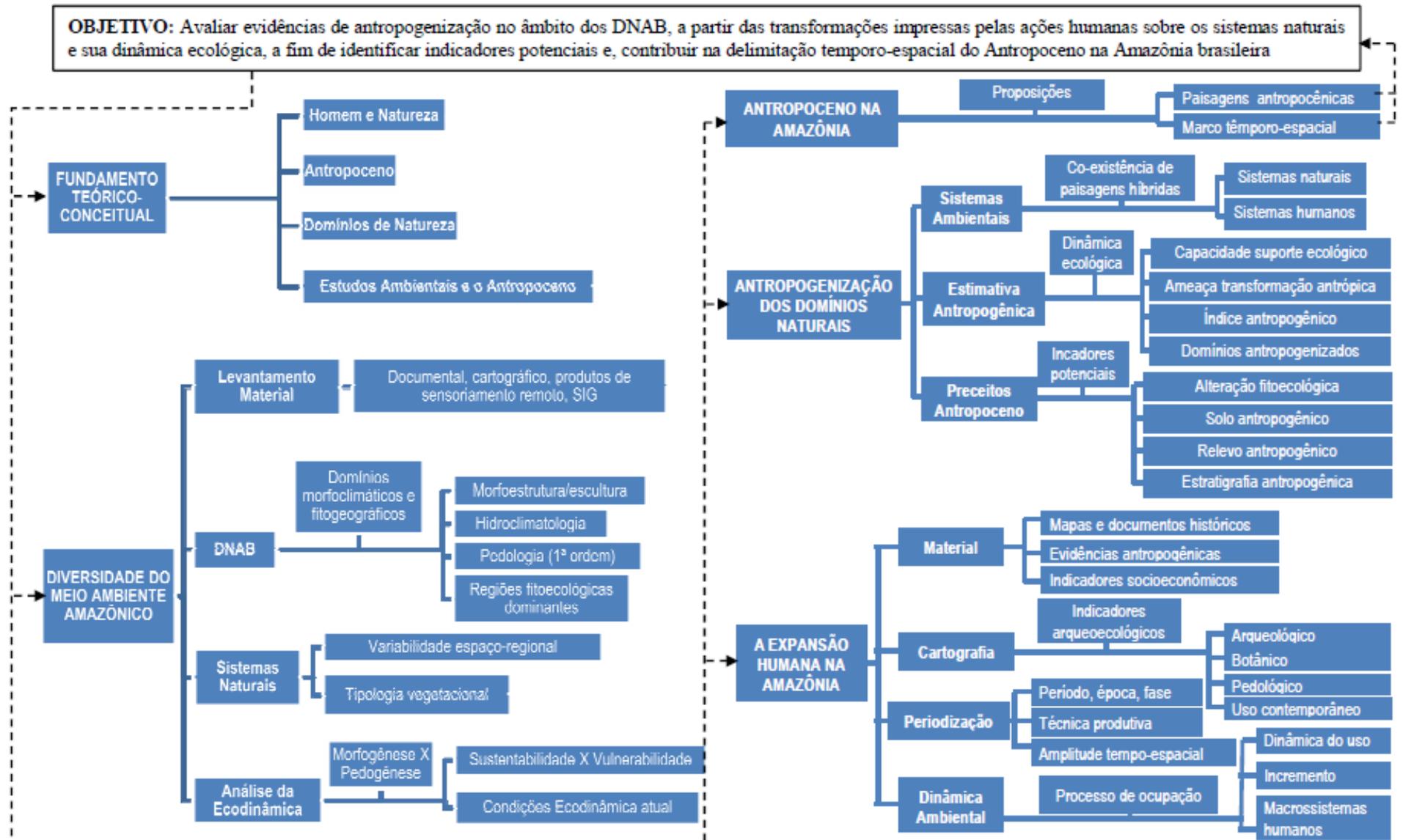


Figura 2.3 – Fluxograma metodológico. Fonte: elaborado pelo autor (2021)

3 A DIVERSIDADE DO MEIO AMBIENTE AMAZÔNICO: DOS DOMÍNIOS A REGIONALIZAÇÃO DE SISTEMAS NATURAIS

Este capítulo versa sobre a definição e sobre a análise de subdomínios naturais, denominados, particularmente, sistemas naturais, no âmbito dos Domínios Naturais da Amazônia Brasileira (DNAB). Estes sistemas foram forjados, a partir da compartimentação biofísica e da análise integrada da paisagem, vislumbrando avaliar o potencial e/ou a limitação ecológica do meio ambiente natural, considerando a relação entre a pedogênese e a morfogênese — Teoria da Ecodinâmica (TRICART, 1977).

O estudo sobre domínios naturais e sobre suas respectivas paisagens se direciona à perspectiva e à análise de processos e de aspectos fisiográficos determinantes na configuração de um conjunto de componentes e de atributos biofísicos, que condicionam a evolução de sistemas naturais. Vislumbra-se, a partir desta análise holística e integrada, compreender e mensurar melhor o potencial de suporte ecológico e as tendências de uma determinada paisagem à estabilidade e/ou à instabilidade do meio natural, diante de fatores biofísicos que possam contribuir com esta relação morfo-pedo-genética e apresentar respostas divergentes, quando expostas a intervenções antrópicas específicas, podendo culminar em maior ou menor sensibilidade ao desequilíbrio ecológico vigente.

Outro ponto fundamental a considerar diz respeito à relevância da abordagem regional na perspectiva de correlações com fatores e/ou com parâmetros projetados e conjecturados, em nível global, quando se pretende, por exemplo, investigar evidências e indicadores que possam ser arrolados em uma relação de causa e efeito entre grandezas escalares diferentes, no entanto conectadas. Nesse contexto, o estudo do Antropoceno pode ter maior eficácia, uma vez que se baseia na prerrogativa da amplitude global da ocorrência de fenômenos naturais catalisadores (ex.: biosfera, atmosfera, etc.) da ação humana, esta, por outro lado, originada em escala local-regional.

O Antropoceno vislumbra a análise e a amplitude do avanço de sistemas humano-naturais sintonizados, em que tais interações não são apenas bidirecionais, mas alcançam diferentes escalas. Verburg *et al.* (2016) enfatizam que, embora as avaliações em escala global sejam importantes, estas precisam estar conectadas às realidades locais e vice-versa, sugerindo, portanto, que abordagens desta natureza devem conciliar diferentes escalas espaciais e temporais.

Ao contrário das pesquisas que antecederam e que propuseram o Antropoceno como uma nova época geológica, fundamentadas, predominantemente, em dados climáticos globais,

recentemente, pesquisadores têm direcionado esforços para reunir informações associáveis a preceitos antropocênicos nos níveis local e regional (SYVITSKI; KETTNER, 2011; BASHFORD, 2013; ROOSEVELT, 2013; PIPERNO *et al.*, 2015; KAWA, 2016), por entender que os pontos de partida na mensuração e de melhor compreensão do termo estão em escalas mais próximas das das ocorrências de eventos socioecológicos.

O estudo de sistemas naturais, no âmbito de domínios da natureza, parte do pressuposto de que estes se apresentam como uma grandeza espacial intermediária entre eventos locais e a dinâmica de sistemas terrestres. Logo, oscilações no comportamento de fenômenos naturais (ex.: variáveis climáticas, vegetacionais, etc.), perceptíveis e de amplitude escalar compatível com macroaspectos dominantes, tendem a significar alterações com fortes tendências à consolidação e, conseqüentemente, a instalação de dinâmicas e de fatores emergentes de caráter mais duradouro e de maior representatividade, em níveis regional e global.

3.1 DOMÍNIOS MORFOCLIMÁTICOS E FITOGEOGRÁFICOS

Os domínios de natureza apresentam uma estreita relação com as faixas/zonas latitudinais, em razão das condições climáticas condicionadas, entre outros aspectos, pela posição da Terra, frente à incidência da radiação solar, ao longo no ano. Os recursos vegetacionais se distribuem entre as grandes, as médias e as baixas latitudes, com destaque para as últimas, dispostas ao longo da linha do Equador e entre os trópicos de Capricórnio e de Câncer, em que estão localizadas as florestas tropicais.

A formação florestal, subdividida em tropical (quente e úmida), tropical (úmida e seca), subtropical (úmida) e temperada, corresponde a uma área de ocorrência, no globo, de aproximadamente 39% de áreas de floresta, dos quais 32% equivalem às florestas tropicais. Entre as florestas tropicais, a Amazônia se destaca, em relação às demais (florestas do Congo e da Nova Guiné), pela sua superioridade territorial e pela sua biodiversidade, representando uma área aproximada de 72% do espaço em questão (MITTERMEIER *et al.*, 2003).

A Amazônia se destaca regional e globalmente por sua grande extensão territorial e por sua rica biodiversidade, as quais a tornam a maior floresta tropical da superfície terrestre e a maior bacia hidrográfica da Terra, na qual se abrigam grande variedade de espécies da flora e da fauna, bem como uma heterogeneidade biofísica, representada por um conjunto de elementos formadores da fisiografia regional.

A vasta heterogeneidade do meio ambiente amazônico, existente sob a aparente uniformidade da cobertura florestal, compõe uma dinâmica em constante evolução, com fluxos permanentes de energia e de matéria, contribuindo com serviços ambientais críticos para a região, para o continente e para o planeta (SILVA; HOMMA, 2015).

Desde o seu descobrimento, por colonos europeus, a Amazônia sempre foi concebida como sinônimo de exuberância e de grandeza, ora em razão de sua magnitude territorial, ora pela presença imponente de sua vasta e densa floresta. Muitos relatos vêm demonstrando concepções adversas acerca da biodiversidade amazônica (AB'SABER, 2010), de suas potencialidades e/ou suas limitações ecossistêmicas (SANCHEZ, 2012), de sua capacidade produtiva e de seus serviços ambientais (GOCH, 2012).

Santos *et al.* (2012) sublinham o fato que vários mitos já foram atribuídos à região amazônica, como a aparente homogeneidade por baixo da cobertura vegetal, a riqueza de sua exuberante floresta, entretanto, após alguns fracassos, relacionados a projetos de colonização agropecuária na região (1960-70), retoma-se a ideia equivocada de que os solos da região são pobres, produtivamente.

A Amazônia se insere na porção Norte da plataforma continental da América do Sul, estendendo-se, no sentido Norte-Sul, desde o rio Orinoco (Colômbia e Venezuela) e as Guianas, até as planícies da bacia Beni-Mamoré, na porção central da Bolívia, e, no sentido Leste-Oeste, alonga-se da porção central do estado do Maranhão, no Brasil, até o sopé da cordilheira dos Andes (Equador e Peru). No entanto, vale ressaltar que a região amazônica é subdividida, político (ex.: Amazônia Legal, Pan-Amazônia) e naturalmente (o Bioma Amazônico e a bacia amazônica). O primeiro é condicionado e representado por uma fitogeografia típica da região — a floresta equatorial quente úmida —, com área em torno de 6.950.000 km² (IBGE, 2004a), e o segundo é composto por corpos hídricos, representados por um conjunto de afluentes e de subafluentes, com uma área aproximada de 6.000.000 km² (SO HYBAM, 2018).

Os domínios de natureza, forjados no contexto do Bioma Amazônico, em razão da riqueza de sua biodiversidade, de sua dimensão espacial e de seus serviços ecossistêmicos, representam uma importância ímpar para a América do Sul e, particularmente, para o território brasileiro. Trata-se de uma região de proporções continentais, fato que justifica sua importância fundamental na busca por uma maior compreensão acerca de sua origem, de sua evolução e de sua dinâmica macrorregional, segundo um olhar centrado na análise integrada dos aspectos morfoclimáticos e fitogeográficos.

3.1.1 Aspectos morfoclimáticos

Os aspectos morfoclimáticos são definidos, a partir da correlação entre a estrutura geológica, as macrounidades do relevo e as condições climáticas prevalentes. Tais fatores, ao interagirem, proporcionam uma evolução biofisiográfica específica, em razão dos atributos morfogenéticos herdados pelas paisagens, a partir de um conjunto de processos geomórficos e de morfologias do relevo, que determina as características morfoestruturais e hidroclimatológicas dominantes de uma região ou zona específica.

3.1.1.1 Morfoestrutura

A Amazônia é produto de um vasto conjunto de eventos naturais, os quais iniciam no período Triássico da era Mesozoica (~200 Ma), a partir da fragmentação do supercontinente Pangeia, e, mais adiante, no período Jurássico (~130 Ma), pelo fracionamento do megacontinente Gondwana (MOULIN *et al.*, 2010). As porções Norte, Oeste e Sul desta região passam a ser sucessivamente acrescidas, nas suas periferias, pelas orogenias paleozoicas e meso-cenozoicas, além de alguns terrenos de diversas naturezas, de proveniência do Pacífico (SCHOBENHAUS; NEVES, 2003). Tais eventos tectônicos resultaram na conformação do continente Sul-Americano, que se formou de um maciço estrutural, herdado da fração litosférica de uma massa continental bem mais extensa — o supercontinente Gondwana Ocidental — da era Neoproterozoica Superior (NEVES, 1999).

Mendes (2012) observa que os eventos tectônicos encarregados da formação geológica da Amazônia remontam a alguns bilhões de anos (Arqueano e Proterozoico), sendo responsáveis pelas suas estruturas cratônicas, complementadas posteriormente (500 Ma — Paleozoico), quando novos eventos de afastamento romperam o continente em dois, provocando uma fissura na direção sudeste-noroeste. Tais eventos ocasionaram o surgimento de dois escudos cristalinos (Guiana Francesa e Brasil Central), interconectados pela depressão, que se constituiria em vários ambientes sedimentares — entre eles, a bacia amazônica —, sucedidos pela abertura da porção Norte do oceano Atlântico — abertura do *rift* do Marajó (~200 Ma) (MENDES, 2012).

Os acontecimentos tectônicos (soerguimento e colisão) representaram marcos no estabelecimento da configuração atual dos continentes terrestres, particularmente, o Sul-Americano, representado pelos escudos cratônicos do Atlântico, das Guianas e do Brasil Central (Figura 3.1). De acordo com Schobbenhaus e Neves (2003), estas faixas geralmente

estão encobertas por depósitos modernos, nos quais se formaram as bacias sedimentares, ao longo do Neocenoico. Nesse contexto, Miranda (2007) menciona que rios equatoriais corriam no sentido oposto ao atual (Leste-Oeste), desaguardo no oceano Pacífico, em que se desenvolveram e evoluíram plantas e animais muito particulares, dando origem ao domínio neotropical.

A plataforma continental Sul-Americana, após a segregação de seu supercontinente "genitor", vivencia um processo derivacional, durante algumas dezenas de milhões de anos (Jurássico ao Cretáceo Superior), quando um novo evento tectônico se manifesta: o soerguimento da cordilheira dos Andes (Cretáceo Superior), redesenhando a configuração geológica, particularmente, na sua porção mais ocidental, em que se formaram as bacias subandinas (MIRANDA, 2007).

Nesse contexto, a bacia amazônica emerge e assume os aspectos estruturais de sua contemporaneidade. O soerguimento dos Andes imprimiu uma reconfiguração altimétrica de aproximadamente 4.000 metros na parte mais ocidental do continente, resultando na reestruturação geológica da extremidade ocidental da cobertura sedimentar da porção setentrional e no represamento de cursos d'água, que desaguardavam no Pacífico (NEVES, 1999; MIRANDA, 2007). Os rios tiveram seus fluxos alterados para o sentido Oeste-Leste e sofreram o chamado abaciamento, formando a maior bacia hidrográfica da Terra.

A proeminência da Cordilheira dos Andes interferiu diretamente na dinâmica dos aspectos morfoestruturais (processos geomórfico e litoestratigráfico), climáticos (reorientação de massas de ar, com mudanças na temperatura, na precipitação e na umidade), hidrológicos (gradiente hidrográfico, balanço hídrico) e fitogeográficos da região. Tais aspectos oportunizaram as evoluções ecológica, ecossistêmica e paisagística atual, atribuindo morfologias e condições peculiares à região, frente à aglutinação dos fenômenos naturais vigentes e de suas representações preponderantes, denominadas, particularmente, domínios de natureza.

Toda essa diversidade é condicionada pela estrutura geológica e pelo seu envoltório climático, os quais imprimiram à Amazônia uma multiplicidade físico-natural, fruto de um longo e dinâmico processo evolutivo e da combinação de potencialidades e de fragilidades biofísicas e, por conseguinte, de vulnerabilidades a fatores modificadores, isto é, à variabilidade de fenômenos naturais e não naturais.

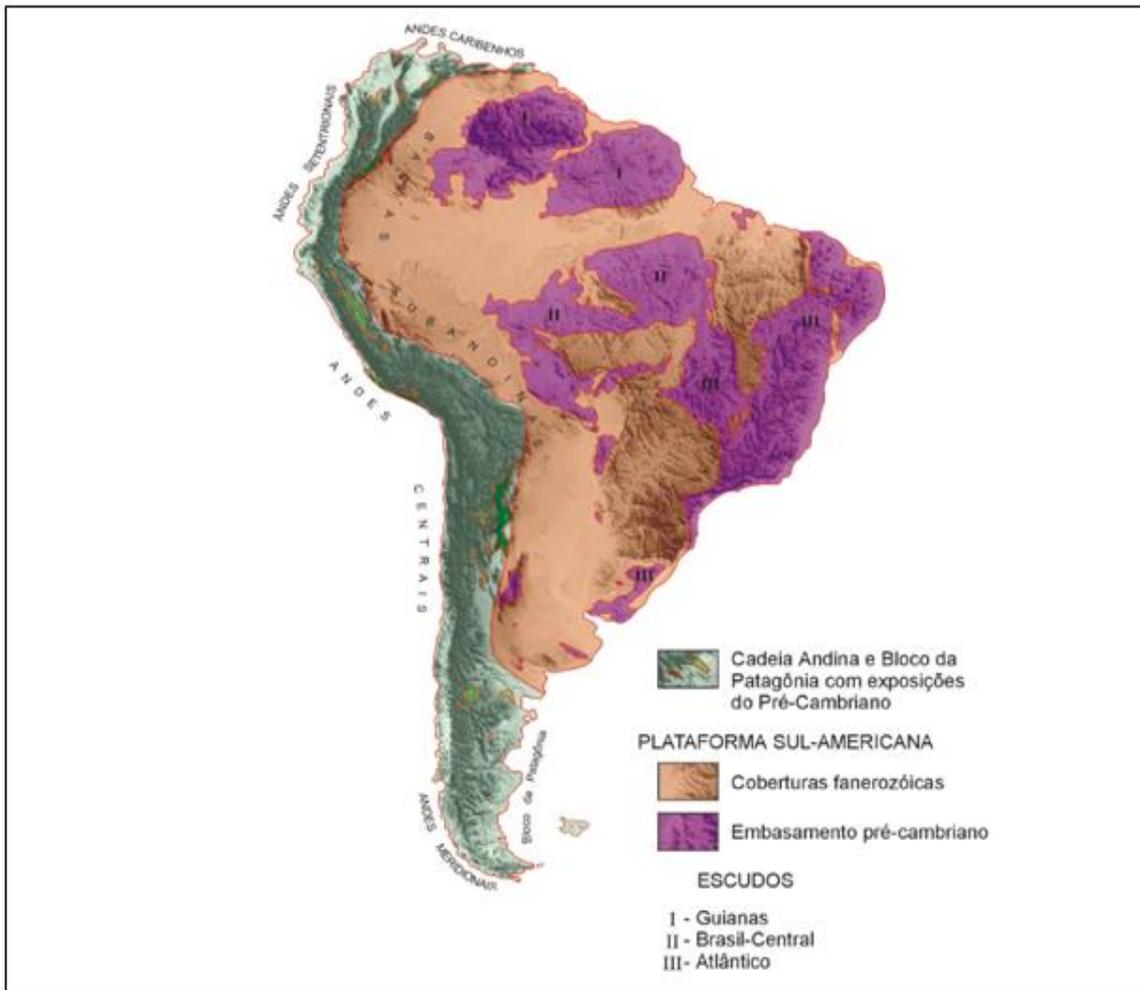


Figura 3.1 – O continente Sul-Americano, destacando a área estável (Pré-Cambriano), a área instável plataformal (Fanerozoico) e a área instável não plataformal (Andes). Fonte: Schobbenhaus e Neves (2003)

Os aspectos geológicos, associados às condições climáticas, desencadeiam um conjunto de processos geomorfológicos, que, por sua vez, favorece ao estabelecimento de padrões na dinâmica e na modelagem do relevo. Para Sanchez (2012), a Geomorfologia pode possuir um caráter integrador, na medida em que procura compreender a evolução espaço-temporal dos processos do modelado terrestre, considerando as escalas de atuação destes processos, em que os desequilíbrios ambientais se originam, muitas vezes, da visão setorizada dos elementos, que compõem a paisagem.

As unidades de relevo e as suas particularidades imprimem a uma dada região os aspectos que irão caracterizar uma diversidade geomorfológica condizente com a estrutura imposta pelas configurações tectônicas. Nesse sentido, os processos geomórficos são condicionados pela associação entre os controles estruturais, as condições climáticas vigentes, os padrões de drenagem e a variabilidade altimétrica, agindo conjuntamente e determinando o volume e a velocidade de sedimentos transportados.

A estrutura, sobre a qual os relevos da região amazônica estão assentes, pode ser descrita, a partir da sua porção Oeste (montanhas orogênicas dos Andes), com altitudes superiores a 3000 metros, das extremidades Norte e Sul (planaltos dos escudos cristalinos Guianas e Brasil Central), com elevações chegando a 1000 metros, e da porção central (sentido Leste-Oeste), cujas planícies apresentam relevos menos elevados. É aqui que está localizada a bacia sedimentar amazônica, com formações que remontam ao Paleozoico-Mesozoico (porção oriental) e ao Cenozoico (porção ocidental) (ROSS, 2013).

Apesar de a Amazônia apresentar uma estrutura geológica de escala temporal bastante profunda, os relevos e seus modelados datam de um período mais recente. Para Ross (2013), as formas do relevo do espaço amazônico foram inicialmente produzidas pelos desgastes erosivos, que sempre ocorrem e que continuam ocorrendo, ou seja, estão sendo permanentemente reafeiçoadas, tendo, como mecanismo genético, de um lado, as formações litológicas e os arranjos estruturais antigos e, de outro, os processos mais recentes, associados à movimentação das placas tectônicas e ao desgaste erosivo de climas anteriores e atuais.

Nesse contexto, o controle estrutural e os seus consequentes processos erosivos têm conduzido a modelagem da superfície amazônica, resultando na formação de um conjunto de unidades de relevo com diversas formas, amplitudes interfluviais, declividades e altimetrias, enquanto produtos de processos esculturais. Com os intuitos de qualificar e sistematizar a origem e a evolução do relevo, classificações genéticas foram propostas para o território brasileiro, particularmente, para a Amazônia, como as de Ab'Saber (1958) (planície, terras baixas e planaltos); de Ab'Saber (1972) (depressões periféricas, monoclinais e marginais); e de Ross (1990) (Planície Amazônica (fluvial e marinha), depressões Norte e Sul da Amazônia (marginais e periféricas) e Planaltos Residuais Norte e Sul amazônicos (cinturões orogênicos e núcleos cristalinos) e rebaixado amazônico (bacias sedimentares)).

Ross (2016), ao contextualizar o relevo brasileiro, a macrocompartimentação e a geodinâmica do continente Sul-Americano, considerou as estruturas geológicas antigas e recentes, bem como seus efeitos nas formas e na gênese do relevo, descrevendo os relevos do cráton e da cobertura sedimentar amazônica. O autor salienta que as coberturas sedimentares amazônicas apresentam particularidades tectônicas e geomorfológicas, pois comportam sequências estratigráficas mais recentes, associadas a colinas e a superfícies aplainadas de elevação abrandada (Cenozoico — porção ocidental), e mais antigas, ligadas a planaltos rebaixados (tabuleiros) (Paleomesozoico — bacia amazônica oriental), ambas circundadas por formações cratônicas, associadas a depressões marginais e a planaltos testemunhos (Arqueano-Neoproterozoico — Norte e Sul).

A Figura 3.2 apresenta os aspectos morfoestruturais, evidenciando as estruturas geológicas e suas respectivas macrounidades do relevo.

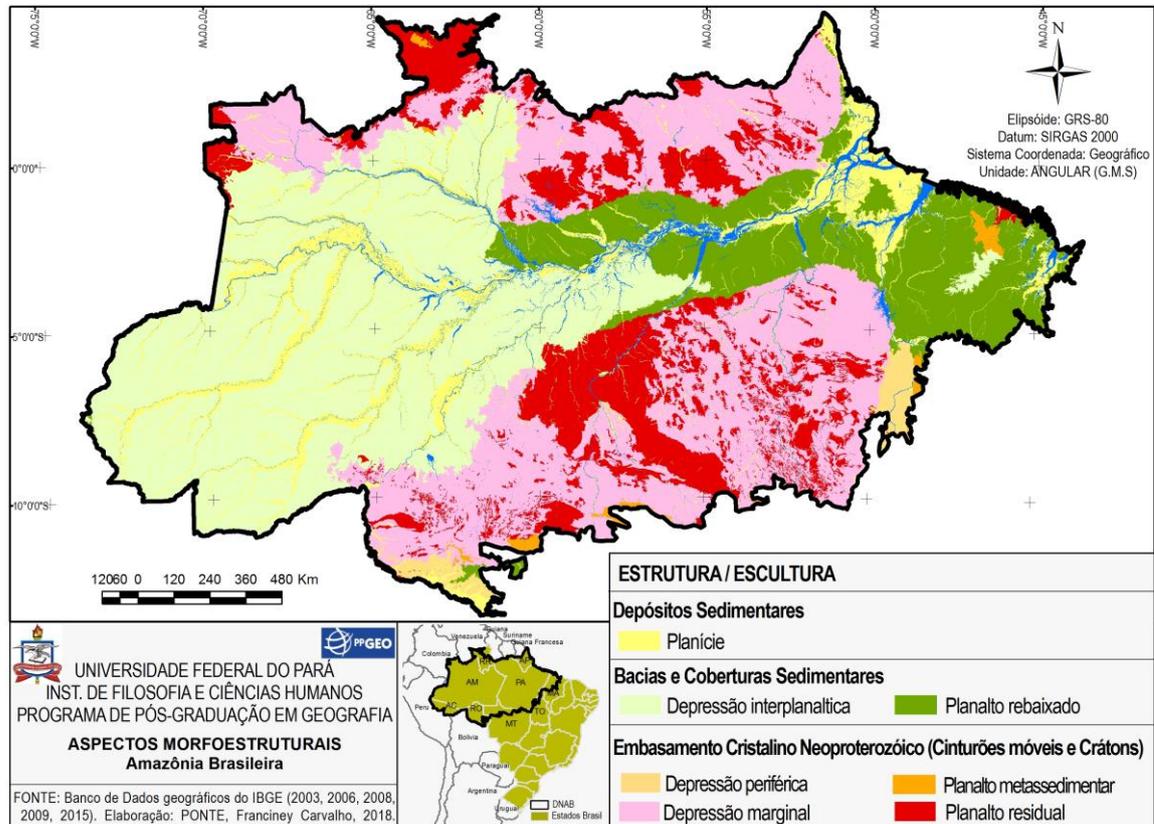


Figura 3.2 – Aspectos morfoestruturais da Amazônia brasileira. Fonte: adaptado de IBGE (2003, 2006c, 2008, 2009a, 2009b, 2015a)

3.1.1.2 Hidroclimatologia

A água desempenha um papel fundamental nos processos geomórficos, responsáveis pela modelagem da superfície, em que os parâmetros estruturais, associados às condições geomorfológicas e às variáveis meteorológicas, determinam os aspectos hidroclimatológicos.

Os aspectos hidroclimáticos fazem menção às condições climática e hidrológica de um determinado espaço ou região geográfica. A primeira determina o regime termopluiométrico, os sistemas atmosféricos prevalentes e as respectivas faixas sazonais, bem como constitui um fator decisivo na caracterização biofisiográfica da superfície. A segunda apresenta grande relevância nas análises do regime e do balanço hídricos (superficial e subterrâneo), particularmente, aqueles associados aos processos geomórficos (hidrologia superficial) e aos seus consequentes padrões de drenagem (genética dos rios, densidade, etc.) controlados pela estrutura geológica (formas, dissecação, erosividade).

O clima também impacta decisivamente em todo o mecanismo que comanda a dinâmica do meio ambiente natural. O conhecimento das intempéries climáticas e/ou meteorológicas possibilita a análise do ciclo hidrológico e o conhecimento da dinâmica climática, em níveis zonal, regional e local, bem como permite a avaliação do potencial dos recursos hídricos e das condições climáticas, que definem os regimes fluviais, a recarga dos aquíferos e a disponibilidade de águas superficiais e subterrâneas (SOUZA; OLIVEIRA, 2011).

Entre as variáveis meteorológicas, a precipitação assume lugar de destaque, pois funciona como um termômetro, frente às dinâmicas e/ou às variabilidades morfoestruturais, uma vez que sua intensidade e sua frequência condicionam alterações significativas sobre os processos geomórficos e sobre os regimes fluviais. Sanchez (2012) salienta que chuvas concentradas, associadas a declives mais acentuados, podem criar áreas potenciais de erosão e de movimento de massa, fornecendo sedimentos para os leitos fluviais.

As condições climáticas, associadas aos ventos e às correntes oceânicas, estabelecem tipologias climáticas específicas, ao longo de faixas latitudinais. Nesse contexto, considera-se a situação geográfica da Amazônia, disposta entre os trópicos de Câncer e de Capricórnio (latitude equatorial-tropical), a qual, associada a fatores geotectônicos (Cordilheira dos Andes), favoreceu ao estabelecimento de um sistema atmosférico (entrada intensa e constante de calor) decisivo na caracterização de sua tipologia climática — tropical equatorial quente-úmido. Tais fatores condicionaram a evolução e a manutenção da grandeza de sua biodiversidade regional, sua influência na dinâmica climática continental e sua importância, em nível global.

O clima constitui fator de suma importância na caracterização biofisiográfica da superfície, uma vez que determina o regime termo-pluviométrico da região, condicionando os aspectos sazonais e, conseqüentemente, a formação e as particularidades dos domínios naturais. Ab'Saber (2003) se refere à Amazônia como um gigantesco domínio de terras baixas florestadas, enclausurado entre a grande barreira, imposta pelas terras cisandinas e pelas bordas dos planaltos guianenses e brasileiro, contemplado com uma fortíssima entrada de energia solar, acompanhada de um abastecimento quase permanente de massas de ar úmido, com baixa amplitude térmica anual, com ausência de estações secas pronunciadas, com temperaturas altas, porém suportáveis, e com chuvas rápidas e concentradas.

A região amazônica apresenta uma tipologia climática caracterizada pela convecção tropical, regulada, principalmente, por características atmosféricas, em grande escala, com destaque para os ventos alísios equatoriais, para a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT),

para a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), para os processos meteorológicos (temperatura, pressão, umidade) e para a variabilidade na temperatura dos oceanos tropicais (Atlântico e Pacífico). Por outro lado, Nobre *et al.* (2009) salientam que as florestas amazônicas exercem um papel fundamental no funcionamento e na regulação dos climas regional e global, através da intensa evapotranspiração bombeada pela vegetação à atmosfera para equilibrar o forte calor radiativo na superfície.

A Amazônia brasileira recebe precipitações anuais da ordem de 1600 mm a 3600 mm, destacando-se três núcleos de alta pluviosidade: Fachada Atlântica (nordeste paraense, golfo Marajoara e Amapá), em que predominam precipitações anuais de 2000 mm a 3500 mm; Norte de Mato Grosso, até nordeste de Rondônia, com precipitações de 2500 mm a 2800 mm; e faixa Oeste-noroeste do estado do Amazonas, em que as precipitações variam de 2500 mm a 3600 mm (AB'SABER, 2003). O autor também destaca que, entre estes núcleos, ocorrem algumas transversais de atenuação pluviométrica, como o corredor noroeste-sudeste (de Roraima ocidental ao Norte de Tocantins), com precipitações entre 1700 mm e 1800 mm; o sudoeste-nordeste do estado do Amazonas, com precipitações que variam de 2200 mm a 2500 mm; e a faixa de fronteira entre Brasil e Bolívia, em que as precipitações decrescem de 2000 mm para 1700 mm (Figura 3.3).

A média da temperatura do ar não apresenta muita variação em grande parte da região, em razão dos altos valores de radiação solar, incidente ao longo do ano, oscilando entre 24°C e 26°C, com amplitude anual de 1°C a 2°C, diferente da porção meridional (Rondônia, Mato Grosso), em que o ciclo anual de temperatura é mais pronunciado (forçante solar e frentes frias extratropicais), atingindo uma amplitude anual de 3°C a 4°C (NOBRE *et al.*, 2009).

Nesse contexto, as condições climáticas, associadas ao controle estrutural e aos processos modeladores do relevo, caracterizam os aspectos hidrológicos de uma determinada região, cujos fatores pluviais e altimétricos se destacam no condicionamento da configuração fisiográfica dos padrões de drenagem, do regime fluvial e do balanço hídrico; este, condicionado, principalmente, pela tipologia e pelas condições fitogeográficas. Entretanto, há de se considerar que, apesar das dimensões territoriais relativamente distintas entre a Floresta Amazônica e sua Bacia, estas apresentam estreita relação de retroalimentação, em razão da intensa e necessária interação entre ambas.

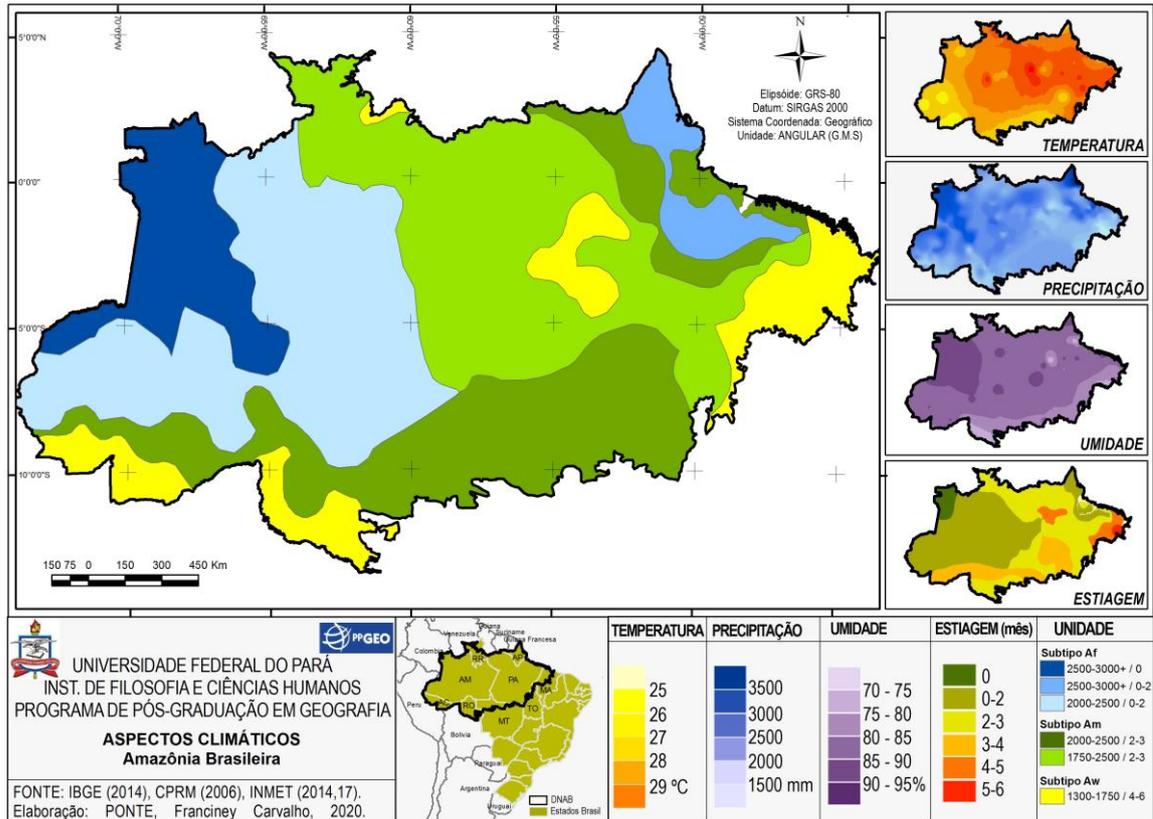


Figura 3.3 – Aspectos climáticos, no âmbito dos DNAB. Fonte: elaborado pelo autor, a partir de IBGE (2014a), de CPRM (2016) e de INMET (2001, 2018)

A combinação entre tais fatores favoreceu à formação de um conjunto de recursos hídricos responsável pelo desenvolvimento da bacia amazônica. No âmbito do continente Sul-Americano, esta atravessa vários países e abrange dezenas de tributários de primeira ordem e centenas de outros, de ordens inferiores, em sua maioria, nascendo nos escudos cristalinos circundantes à bacia. No Brasil, faz parte de oito bacias hidrográficas, com uma extensão interestadual equivalente a 46% do território nacional (ANA, 2018). Internamente, a bacia amazônica comporta, em território brasileiro, total ou parcialmente, dez sub-bacias, com uma área média em torno de 600.000 km² cada (Figura 3.4).

A Figura 3.4 apresenta alguns aspectos, relacionados ao potencial hidrogeológico, no âmbito dos domínios naturais da Amazônia brasileira, destacando as sub-bacias hidrográficas de nível 2, conforme classificação do DNAEE/ANEEL (ANA, 2018), sua disponibilidade hídrica superficial, seus sistemas aquíferos (ANA, 2016) e sua capacidade de infiltração (CPRM, 2016).

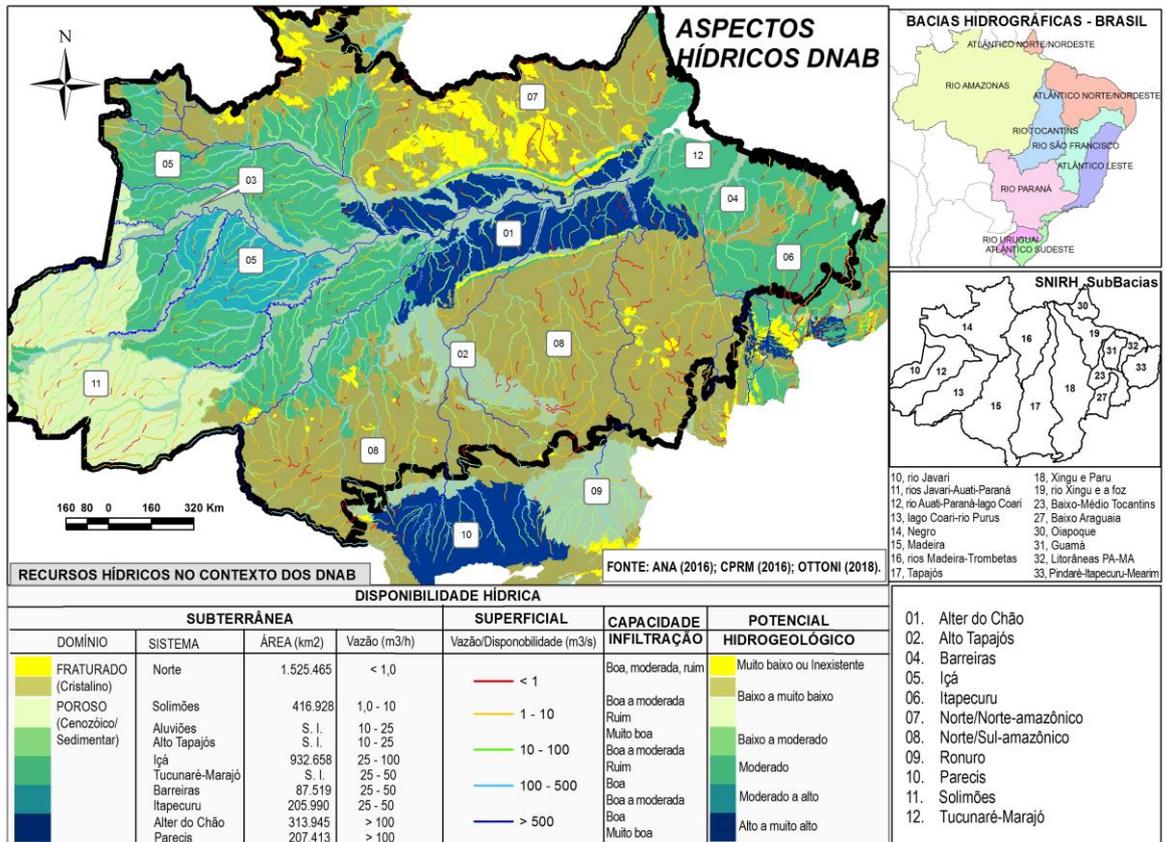


Figura 3.4 – Aspectos hidrogeológicos, no contexto dos DNAB. Fonte: elaborado pelo autor (2021), a partir de ANA (2016, 2018), de CPRM (2016) e de Otton *et al.* (2018)

A estrutura geológica da região amazônica proporcionou uma configuração topográfica favorável à dinâmica e à evolução biofisiográficas marcadas pela forte interação entre atmosfera, litosfera e biosfera. A bacia amazônica apresenta uma densa rede de drenagem, resultado da forte interação entre o clima e a superfície do relevo, esculpindo vales e desenhando leitos largos e extensos, com uma rede de drenagem, cujos rios são, quase na sua totalidade, perenes, com um escoamento de regime fluvial exorreico, prevalecendo o padrão de drenagem geometricamente dentríco.

Com relação ao potencial hídrico, a bacia amazônica apresenta grande importância, por constituir o maior reservatório de água doce, pelo seu grande potencial energético, pela forte pluviosidade, que atinge sua topográfica — composta por extensas depressões (estrutura sedimentar), envolvidas por planaltos divisores proeminentes (Guianas, Brasil Central e Andes) —, e pela grande capacidade de armazenamento superficial e subterrânea de água atmosférica.

A interação entre a incidência de energia solar, a pluviosidade e o relevo desencadeia um conjunto de fatores, que controla a erosão hídrica. Trindade *et al.* (2016), ao quantificarem e ao espacializarem a variabilidade da erosividade das chuvas no Brasil, demonstram que os

maiores índices de precipitação estão na Região Norte e que as maiores taxas de erosividade estão na bacia amazônica.

3.1.2 Aspectos fitogeográficos

Os aspectos fitogeográficos dizem respeito à distribuição geográfica de uma determinada comunidade vegetal, intimamente relacionada às condições prevalentes em uma zona climática específica. No contexto global, a distribuição fitogeográfica comumente se refere aos biomas específicos e característico de determinada região, como as florestas tropicais, as florestas temperadas, as savanas, os desertos, entre outros.

Vale ressaltar que a fitogeografia dominante de determinada área representa a máxima expressão da dinâmica e da evolução ecológicas, desencadeadas particularmente pelas intensa e extensa interações entre as variáveis atmosféricas e os processos de intemperismo do substrato rochoso. Tais fatores implementam e desenvolvem um conjunto de atributos e de processos, que determinam uma morfogênese e uma pedogênese favoráveis ao desenvolvimento de uma vegetação dominante específica.

As florestas tropicais estão distribuídas em faixas de baixa latitude, cortadas ou próximas à linha do Equador, ocupando uma área equivalente a 16% dos biomas terrestres (MITTERMEIER *et al.*, 2003). Entre as florestas tropicais, equatoriais, quentes e úmidas, a Amazônica se destaca, pela sua magnitude territorial e pela sua biodiversidade, constituindo o maior bioma tropical da Terra.

No âmbito do território brasileiro, a fitogeografia predominante na Amazônia está compreendida na zona neotropical, podendo ser dividida em dois territórios: amazônico e extra-amazônico. O primeiro é caracterizado por uma floresta ombrófila (pluvial), em que o sistema fitoecológico apresenta um clima de temperatura média em torno de 25°C, chuvas torrenciais bem distribuídas e sem déficit hídrico, enquanto o segundo é caracterizado pela ocorrência de florestas ombrófila e estacional, sendo caracterizado pela presença de dois climas: tropical, com temperatura média de 22°C e com precipitação marcada por um déficit superior a 60 dias; e extensas interações subtropical, com temperaturas suaves no inverno, com chuvas moderadas e sem déficit hídrico mensal (IBGE, 2004b).

O domínio amazônico se caracteriza por um clima, em que prevalecem intensos processos de sedimentação, decorrentes das grandes influências pluvial e fluvial, apresentando baixa amplitude térmica e elevada umidade do ar. Tais condições

condicionaram e são mantidas pela grande biodiversidade dos ecossistemas amazônicos, com destaque para a floresta pluvial.

O clima da Amazônia, mesmo considerado um dos mais homogêneos de todo o Brasil intertropical, baseado em uma íntima associação entre calor e umidade bastante extensiva, conseguiu gerar e preservar grande área contígua de florestas biodiversas, que se estende do nordeste do Pará aos sopés do Andes e dos arredores da Serra dos Carajás às encostas do Pico da Neblina e das serranias ocidentais de Roraima (AB'SABER, 2003).

Nesse sentido, partindo do conceito e dos aspectos morfoclimáticos, Ab'Saber (1967, 2003) propôs a definição de grandes domínios das paisagens morfológicas e fitogeográficas do Brasil, incluindo entre eles o domínio das Terras Baixas Florestadas da Amazônia, denominado, posteriormente, Macrodomínio Amazônico. Segundo o autor, este macrodomínio é caracterizado por planícies de inundação, por tabuleiros com vertentes semimamelonizadas, por morros baixos nas áreas cristalinas circundantes, por terraços, por rios negros e por drenagens perenes, sob uma cobertura vegetal composta por floresta de terra firme (fisionomicamente mais densas), por várzeas e por igapós, os quais circundam as planícies fluviais. A Figura 3.5 apresenta as principais formações florestais dominantes na Amazônia.

Para Ab'Saber (2004), o limite do domínio de natureza na Amazônia deve partir da vegetação predominante, a qual se estende das terras baixas, até a continuidade das matas tropicais da província fitogeográfica amazônica, deparando-se com interflúvios recobertos por vegetação de cerrado ou cerradões, constituindo-se em áreas ou faixas de transição. No entanto, o autor ressalta que o domínio fitogeográfico poderá, ainda, ser subdividido, em razão da ocorrência de tipologias vegetacionais nas áreas nucleares de domínios vizinhos (ex.: savana e formações estacionais).

Os aspectos pedogenéticos são fundamentais na dinâmica e na evolução das florestas amazônicas. A vegetação é o produto da interação entre as condições climáticas e a superfície topográfica, intermediada pela camada mais intemperizada da superfície — o solo. A evolução fitoecológica está diretamente condicionada aos aspectos pedológicos dos solos (ex.: textura, profundidade, fertilidade, matéria orgânica, maturidade, etc.). No caso dos solos amazônicos, apesar da vasta e diversificada ocorrência na região, prevalecem solos bastantes intemperizados, em razão das altas taxas de precipitação, fato que se mostra desfavorável à sustentabilidade da própria floresta. Logo, ao contrário do que se pensava no passado, a Floresta Amazônica não é produto sustentado pelo solo, e, sim, o contrário: é ela quem o

protege e disponibiliza os elementos essenciais à dinâmica, à evolução e à estabilidade pedogenética.

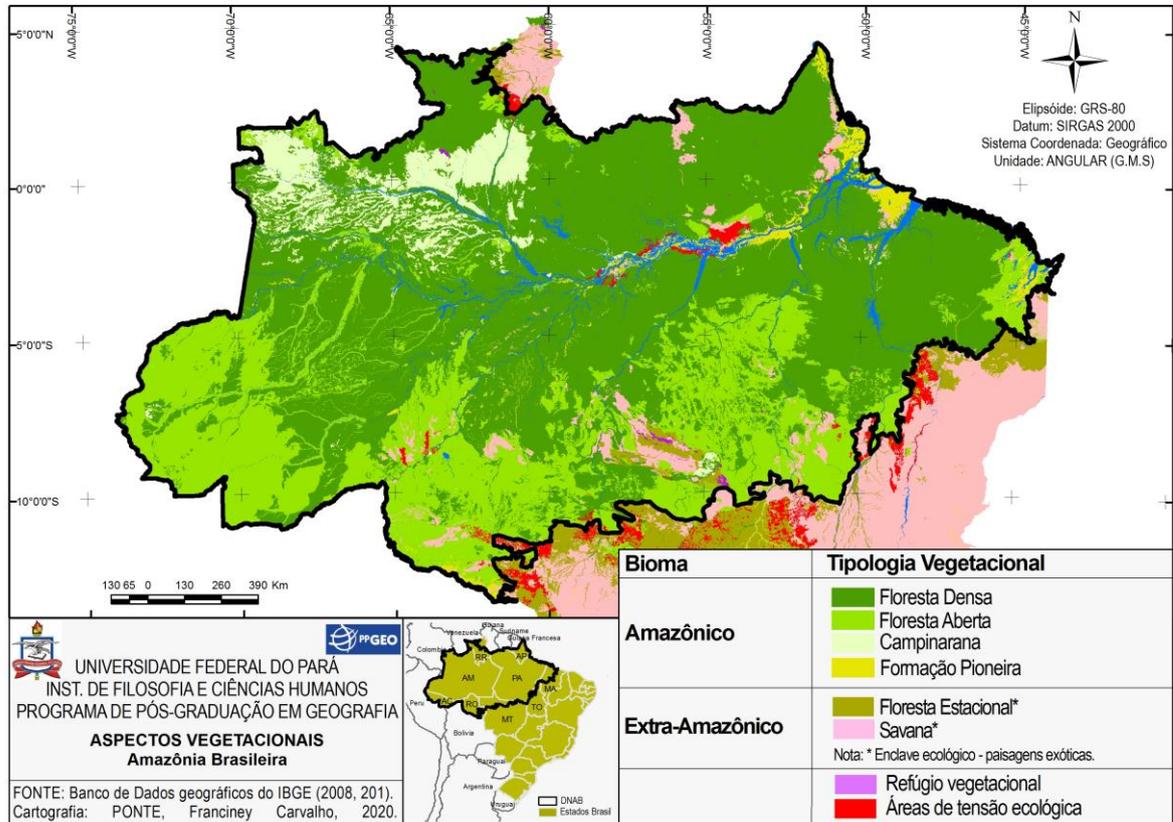


Figura 3.5 – Aspectos vegetacionais dominantes da Amazônia brasileira. Fonte: adaptado de IBGE (2008, 2011)

A consideração e a análise dos aspectos fitopedológicos são essenciais para a melhor compreensão dos processos e das dinâmicas que regem a evolução fitoecológica das florestas amazônicas, bem como contribuem diretamente nas percepções holística e relacional entre aspectos morfoclimáticos e fitogeográficos, com vistas à definição dos domínios naturais da Amazônia brasileira.

3.2 OS DOMÍNIOS NATURAIS DA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Os domínios de natureza apresentam uma estreita relação com os aspectos estruturais, pois é a partir deste recurso, associado às condições climáticas, que um conjunto de processos geomórficos e de condições fitoecológicas é estabelecido. Tais domínios, especificamente, aqueles forjados no contexto da macrorregião amazônica, apresentam elevada diversidade biogeográfica, favorecidos por um substrato geológico complexo e por um clima do tipo equatorial/tropical.

A Região Amazônica se caracteriza como um macrodomínio de terras baixas florestadas, disposto em anfiteatro (entre os Andes e os planaltos Brasileiro e Guianense), o qual, por longo tempo, foi considerado um conjunto paisagístico similar, em razão do relevo rebaixado, dos aspectos climáticos relativamente homogêneos e da floresta exuberante e aparentemente uniforme (AB'SABER, 1966, 2003). No entanto, levantamentos e pesquisas têm demonstrado a ocorrência de variações, em termos de solo, de tipologia vegetal, de morfologia do relevo e de variabilidade climática.

Os Domínios Naturais da Amazônia Brasileira (DNAB) denotam um conceito, baseado em aspectos fisiográficos, traduzido a partir de parâmetros morfoclimático e fitogeográfico. Os DNAB são definidos, a partir da correlação de componentes fisiográficos (relevo, clima, solo, vegetação, hidrologia), tendo, como substratos de análise e de delimitação, a semelhança e a homogeneidade entre aspectos da compartimentação topográfica (unidades de relevo), a distribuição fitogeográfica e o envoltório climático (temperatura, precipitação, umidade, etc.).

A geomorfologia se configura como um substrato na distribuição fitogeográfica, podendo ser caracterizada, a partir da classificação do relevo. A geomorfologia amazônica apresenta a ocorrência de macrounidades de relevo dominante, tais como: Planície Amazônica e planalto (AZEVEDO, 1949); planície, terras baixas e planalto (AB'SABER, 1958, 2003); Planície Amazônica, escudos cristalinos e litoral amazônico (MOREIRA, 1977); e Planície Amazônica, depressões e planaltos (ROSS, 1985, 1990).

A Amazônia esta assente, basicamente, sobre duas estruturas geológicas: crátons e bacias sedimentares. Os crátons pertencem à estrutura mais antiga e de maior estabilidade, representando o embasamento cristalino na região, enquanto os ambientes sedimentares apresentam uma estrutura mais moderna e com maiores tendências à instabilidade, em razão de seu elevado potencial de recebimento de material sedimentar, proveniente de áreas com maiores altimetrias. Além destas estruturas, merecem destaque as áreas de depósitos sedimentares, caracterizadas pelo transporte e por deposições recentes, associadas a períodos e a épocas do Cenozoico (Quaternário).

Os domínios de natureza são responsáveis e condicionam o estabelecimento de processos geomórficos e as morfologias do relevo, os quais, combinados com o envoltório climático, ditam a dinâmica hidrológica e a evolução fitogeográfica da região. Nesse sentido, foram considerados e delimitados quatro domínios naturais na Amazônia brasileira, já apresentados no Quadro 3.1 e na Figura 3.6, os quais são descritos nos itens que seguem.

3.2.1 Domínio das planícies amazônicas

O domínio das planícies amazônicas está assente sobre depósitos sedimentares, remontando a formações do Cenozoico, principalmente, do período do Quaternário, sendo representado pelos depósitos estratigráficos mais recentes e inconsolidados, desencadeados a partir do término da última era glacial.

Espacialmente, sua disposição ocorre da zona litorânea, compreendida entre os estados do Amapá, do Pará e parte do Maranhão (porção ocidental), até o interior da porção continental amazônica, estendendo-se, no sentido Leste-Oeste, através dos canais Norte e Sul (entre Pará e Amapá), que conectam as águas marítimas ao rio Amazonas, bem como pela baía do Marajó e pelos corpos hídricos das bacias hidrográficas do Atlântico Norte/nordeste (rios Mojú, Acará, Guamá, Gurupi, etc.) e do rio Tocantins (ANA, 2018).

O rio Amazonas funciona como o eixo condutor dos principais corpos hídricos dos DNAB, subdividindo-se em baixo (entre os rios Madeira e Xingú) e médio curso (fronteira com Peru, até o rio Madeira). Boa parte de seus afluentes e de seus subafluentes se origina em terrenos mais elevados, dispostos a partir do eixo Norte-Sul, os quais, somados aos demais tributários, situados em relevos de menor altitude, representam uma área correspondente ao percentual de aproximadamente 12% (492.000 km²) dos DNAB. Destaca-se que este percentual se refere aos terrenos planos, que margeiam os cursos d'água, tanto sobre as formações sedimentares quanto os embasamentos cristalinos. Ou seja, considerando a escala de dados utilizada (IBGE, 2009a), sua área de ocorrência pode apresentar uma extensão ainda maior.

Estruturalmente, este domínio perpassa embasamentos geológicos sedimentares e cristalinos, associados às coberturas fanerozoicas e aos crátons neoproterozoicos, respectivamente (IBGE, 2019). São áreas essencialmente planas, formadas por sedimentos sucessivos, de origens marinha, lacustre ou fluvial, predominando processos agradacionais (ROSS, 1985). Este domínio é constituído por áreas de acumulação, representadas pelas planícies e pelos terraços de baixa declividade e, eventualmente, pelas depressões, modeladas sobre depósitos de sedimentos horizontais a sub-horizontais, dispostos na zona costeira ou no interior do continente (IBGE, 2009b).

A altimetria deste domínio oscila exponencialmente, em razão da diversidade topográfica, imposta pela estrutura geológica, variando de 0 a 500 metros. Nas extremidades Norte e Sul, tais níveis se apresentam mais acentuados, reduzindo expressivamente seus

valores, à medida que se desloca para o interior dos DNAB. Inicialmente, perpassa as depressões das formações cristalinas, em que variam de 300 a 200 metros, seguindo pelas depressões das bacias e das coberturas sedimentares, com uma oscilação entre 200 e 100 metros e, finalmente, alcançam as planícies do rio Amazonas, as quais apresentam uma variabilidade altimétrica em torno de 100 m na extremidade ocidental dos DNAB, até valores mínimos na porção costeira, ao nível do mar.

Tal domínio inclui terrenos, que estão diretamente sujeitos ao controle do rio Amazonas, com suas áreas alagadas e inundáveis, incluindo, também, uma série de aspectos do quadro potamográfico, tais como furos, paranás, igarapés, rias fluviais, lagos de múltiplas formas, diques aluviais, canais e cordões arenosos, brejos e igapós (RADAMBRASIL, 1974).

Os aspectos fitopedológicos estão sujeitos à morfologia e à dinâmica deste domínio, os quais imprimem uma variabilidade condicionada pela dinâmica hídrica, caracterizada pelo regime de excesso de água, permanente ou temporário, refletindo na composição de um material inconsolidado e volúvel, marcado por processos geomórficos constantes de transporte e de deposição de sedimentos. Pedologicamente, é representado por solos hidromórficos, predominantemente, o Gleissolo Háptico, nas planícies continentais, e o Gleissolo Sáfico, na zona costeira.

A tipologia vegetacional apresenta uma estreita relação com a morfoestrutura, destacando-se dois grupos: vegetações pioneira e aluvial. A primeira tem ocorrência predominante na faixa litorânea, bem como em áreas planas, circundantes a rios e a lagos, sendo constituída por uma estratigrafia superficial mais moderna. A segunda ocorre ao longo dos cursos de água, ocupando planícies e terraços, periódica ou permanentemente inundados.

De acordo com IBGE (2012), a vegetação pioneira é frequentemente alicerçada sobre terrenos instáveis, em constante sucessão, constituindo uma vegetação de primeira ocupação, de caráter edáfico, sobre deposições de areias marinhas, nas praias e nas restingas, sobre aluviões fluviomarinhas, nas embocaduras dos rios, e sobre os solos ribeirinhos aluviais, destacando-se as restingas, os manguezais e os campos salinos. Com relação à vegetação aluvial, denomina-se formação ribeirinha ou “floresta ciliar”, mata-de-várzea ou mata-de-igarapé, intercalando-se entre a floresta ombrófila densa aluvial e a aberta aluvial, apresentando, com frequência, um dossel emergente uniforme, com a formação de muitas palmeiras, em seu estrato, e de um grande número de palmeiras de grande porte, respectivamente.

O domínio das planícies amazônicas, considerando sua diversidade morfológica, seus aspectos fitopedológicos e sua estrutura estratigráfica, foi compartimentado em três categorias: planície litorânea, planície flúvio-terraccional e planície de terrenos cristalinos.

3.2.2 Domínio das depressões sedimentares

O domínio das depressões sedimentares está disposto sobre as bacias e sobre as coberturas sedimentares, associadas ao Fanerozoico, sendo representado no contexto da província estrutural da Amazônia, através das bacias do Solimões, do Amazonas, de parte do Marajó e da província costeira (BIZZI *et al.*, 2002). Santos (2003) demonstra que, ao longo dos sedimentos fanerozoicos, existe uma variabilidade geocronológica, que acompanha toda a depressão circundante das bacias do domínio, como formações, associadas ao Paleozoico (relevos residuais, que bordeiam depressões e planaltos cristalinos), ao Mesozoico (patamares e planaltos do Tapajós), ao Cenozoico (tabuleiros paraenses, associados ao Barreiras, e depressões do Solimões) e ao Cenozoico (Quaternário) (depressões de menores altitudes, situadas no médio curso do rio Amazonas).

Guerra e Guerra (2005) ressaltam que as bacias e as coberturas sedimentares estão assentes sobre depressões com elevado potencial de deposição de material, originário de áreas circunjacentes mais elevadas, deprimidas e recobertas por sucessivos avanços e por retrações marítimas (transgressão marinha). A estrutura dessas áreas é geralmente composta de estratos concordantes ou quase concordantes, que mergulham normalmente da periferia para o centro da bacia, cujas camadas se dispõem umas sobre as outras, resultando em um pacote de sedimentos em camadas empilhadas (TORRES *et al.*, 2012).

As coberturas sedimentares apresentam uma morfologia topográfica marcada por planaltos rebaixados, por patamares, por tabuleiros e por depressões. Desenvolvem-se sobre rochas sedimentares horizontais a sub-horizontais, eventualmente, dobradas e/ou falhadas, em ambientes de sedimentação diversos, dispostos, predominantemente, em depressões, as quais são traduzidas em um conjunto de relevos planos ou ondulados, situados abaixo do nível das regiões vizinhas, elaborados em rochas de classes variadas (IBGE, 2009b).

Tal domínio ocupa uma área territorial de aproximadamente 1.230.000 km², equivalente a 38% dos DNAB, estendendo-se, no sentido Leste-Oeste, sendo subdividido em relevos rebaixados, na Amazônia oriental (patamares, planaltos e tabuleiros paraenses), e em depressões interplanálticas, situadas na porção ocidental amazônica, compreendendo parcialmente os estados do Maranhão, do Pará, do Amazonas e, na sua totalidade, o estado do Acre.

A altimetria deste domínio apresenta acentuada amplitude, com variação de 20 a 300 metros, com áreas menos elevadas representadas pelos tabuleiros paraenses, localizados na

porção extrema da Amazônia oriental, perpassando planaltos residuais, que oscilam de 100 a 200 metros, situados no baixo Amazonas, atingindo as depressões interplanálticas, associadas à Bacia do Solimões, com uma amplitude oscilando de 50 metros (no centro do médio curso do rio Amazonas) a 300 metros (na extremidade sudoeste do Acre).

De acordo com IBGE (2019), a província estrutural Amazonas-Solimões, "a qual representa quase a totalidade do referido domínio", representa a grande província sedimentar, que separa o Cráton Amazônico em dois grandes escudos: ao Norte, o Escudo das Guianas e, ao Sul, o Escudo do Brasil Central. Dela fazem parte as bacias sedimentares paleozoicas do Amazonas e do Solimões, a parte aflorante, no Brasil, da Bacia do Acre, a Bacia Mesozoica Alter do Chão e a Bacia Cenozoica Içá. A Bacia do Amazonas (em grande parte) e a Bacia do Solimões (em sua totalidade) se encontram recobertas pelas demais bacias mesozoicas e cenozoicas.

Pedologicamente, ocorre a predominância de solos marcados por processos elevados de pedogenização, ou seja, solos maduros e bem desenvolvidos, destacando-se o Latossolo, predominante no baixo curso do rio Amazonas, na porção oriental do domínio, e o Argissolo, compreendendo hegemonicamente as depressões interplanálticas da Bacia do Solimões (Amazônia ocidental). Em segunda instância, no que se refere à extensão territorial, outros solos se apresentam de maneira mais modesta, como os luvisolos háplicos, situados no extremo sudoeste, e os plintossolos, localizados em depressões das margens do médio rio Amazonas e em parte do extremo nordeste paraense.

De acordo com Embrapa (2013), os argissolos constituem os solos mais maduros e mais desenvolvidos do território brasileiro, podendo ser bem a mal drenado, com baixa atividade da fração argila, de profundidade variada e com ocorrência do horizonte B textural, que é caracterizado pelo acúmulo de argila, em detrimento de sua redução na camada mais superficial. Com relação ao Latossolo, trata-se de solo com evolução muito avançada, sobre o qual há atuação expressiva do processo de latolização, resultando em intemperização intensa dos constituintes minerais primários e secundários, sendo representado pelo horizonte B latossólico, prevalecendo concentrações de óxido e de hidróxido de ferro e alumínio, com distribuição textural gradativa e aparentemente uniforme, ao longo do perfil.

Do ponto de vista vegetacional, ocorrem as predominâncias da floresta ombrófila densa, a qual se estende do extremo nordeste paraense, até as depressões mais acentuadas da Bacia do Solimões, e da floresta ombrófila aberta, a qual, predominantemente, ocupa parte das depressões do domínio, localizadas na extrema porção sudoeste dos DNAB, contemplando o estado do Acre e parte do estado do Amazonas.

Ao longo da extensão do domínio das depressões sedimentares, divergências vão surgindo, principalmente, do ponto de vista pedo-geo-morfológico, fato que imprime particularidades regionais a este domínio. Nesse sentido, o referido domínio pôde ser compartimentado em quatro subdomínios: campinarana, Depressão Interplanáltica dos Tabuleiros, Depressão Interplanáltica Ocidental e Depressão Interplanáltica Sudoeste.

3.2.3 Domínio das depressões cristalinas

O domínio das depressões cristalinas se assenta sobre a formação cratônica e sobre as faixas de cinturões móveis adjacentes, representadas, na Amazônia, pelos escudos estruturais das Guianas e pela periferia Norte do escudo central brasileiro. Os escudos se constituem em formações antigas e mais estáveis, datando do Pré-Cambriano, sendo profundamente metamorfizados e constituídos, essencialmente, de rochas cristalinas, de formação ígnea e de consolidação intrusiva, ou de material sedimentar dobrado, arrasado e metamorfizado (PENTEADO, 1983). Nesse contexto, os crátons constituem maciços litosféricos, que sofreram pouca ou nenhuma deformação, não apresentando margem ativa, podendo ser circundados por uma camada marginal de rochas sedimentares, que sofreram pequenas alterações (GUERRA; GUERRA, 2005).

O embasamento cristalino deste domínio contempla formações, associadas aos cinturões móveis e aos crátons neoproterozoicos. Os primeiros compreendem extensas áreas, representadas por planaltos, por alinhamentos serranos e por depressões interplanálticas, elaborados em terrenos dobrados e falhados, incluindo, principalmente, metamórfitos e granitoides associados, e os segundos correspondem a planaltos residuais, a chapadas e a depressões marginais, com embasamento semelhante ao daqueles, incluindo, como cobertura, rochas sedimentares e/ou vulcano-plutonismos, deformados ou não (IBGE, 2009b).

Ocorrem, predominantemente, nas províncias geológicas da Amazônia central, na confluência Tapajós-Parima, nos rios Negro e Carajás, em que se destacam os grupos estruturais Iriri-Xingú e Curuá-Mapuera, Tapajós e Uaimiri, rio Negro e Imeri e Carajás, respectivamente (SANTOS, 2003). O domínio está disposto sobre terrenos de significados tectônicos incertos, tanto na porção Norte (FARIA *et al.* 2004) quanto na porção Sul (FARACO *et al.*, 2004), ambos associados à faixa orogênica paleoproterozoica, marcada pela associação de rochas granítico-gnáissicas.

A morfologia do relevo é representada por terrenos rebaixados, esculpidos sobre embasamento cristalino, circundados por planaltos residuais, submetidos a processos antigos

de erosão, com elevação inferior, com relação à área circunvizinha, denominada depressão. As depressões podem ser caracterizadas como um conjunto de relevos planos ou ondulados, situados abaixo do nível das regiões vizinhas (de relevos mais elevados), elaborados em rochas de classes variadas (IBGE, 2009b).

Há décadas, houve várias propostas de sistematização das unidades de relevo do Brasil. Com relação às depressões, Ab'Saber (1972) salienta que os terrenos intermontanos ou interplanálticos, embutidos em estruturas cristalinas e/ou em rochas metassedimentares antigas, correspondem às grandes depressões, que bordeiam as bacias sedimentares, as quais representam superfícies antigas exumadas, para as quais propôs uma classificação, com base em princípios genéticos (estrutural), caso das depressões marginais, com forte eversão (esculpidas em rochas cristalinas e/ou metassedimentares antigas).

Ross (1985) compartilha da classificação de Ab'Saber, no entanto, adaptando-a e aplicando-a a todo o território brasileiro, segundo uma perspectiva regional, como, por exemplo, no caso das depressões marginais Norte e Sul da Amazônia. Tais depressões apresentam uma ocorrência expressiva nos DNAB, perpassando estruturas significativamente variadas. Correspondem às superfícies aplanadas por ciclos erosivos muito antigos, sepultadas pelos depósitos paleomesozoicos das grandes bacias sedimentares, parcialmente exumados pelos processos erosivos circundenudacionais, esculpidas pelas atividades erosivas, com alternância de ciclos secos (pediplanação) e úmidos (meteorização), ao longo do Terciário e do Quaternário (ROSS, 2013).

Altimetricamente, apresenta uma amplitude que oscila entre 100 e 300 metros, distribuídos regularmente, tanto na porção Norte quanto na Sul. Predominantemente, ocupa os terrenos de menor elevação, no contexto da morfoestrutura cratônica, geralmente, disposto nas periferias das depressões e, de maneira mais modesta, entre os planaltos residuais, fato que demonstra estreita relação da floresta densa com relevos menos ondulados e com processos mais acentuados de pediplanação.

Compreende, parcialmente, tanto o embasamento cristalino do escudo das Guianas (Norte amazônico) quanto a periferia do escudo do Brasil Central (Sul da Amazônia), estendendo-se longitudinalmente, em sincronia com a tectônica estrutural dos referidos escudos, considerando a sobreposição entre os aspectos morfoesculturais e fitogeográficos prevalentes, representados pelas depressões marginais e pela ocorrência da floresta ombrófila densa, respectivamente.

A pedologia apresenta solos maduros, com desenvolvimento pedogenético avançado, profundos a muito profundos, com estruturas bem-desenvolvidas, podendo apresentar boa ou

má drenagem, contemplando duas classes predominantes: Latossolo e Argissolo. Os latossolos se apresentam mais expressivamente na porção Norte do domínio, com textura argilosa a muito argilosa, com pequena variabilidade, ao longo do perfil, e com boa drenagem (IBGE, 2015a). Já os argissolos apresentam maior ocorrência na porção Sul do referido domínio, caracterizando-se como solos desenvolvidos e bastante intemperizados, profundos, com gradiente textural perceptível, ao longo do perfil (concentração de argila em horizonte subsuperficial — horizonte B textural), podendo imprimir um progressivo comprometimento na condição de drenagem (IBGE, 2015a).

A vegetação é representada pela floresta ombrófila densa, caracterizada como tipologia típica do Bioma Amazônia, cuja ocorrência e evolução fitoecológicas são condicionadas pelo clima equatorial/tropical. Segundo IBGE (2012), trata-se de uma vegetação, em que a característica ecológica principal reside nos ambientes ombrófilos, que marcam muito a “região florística florestal”, estando condicionada a fatores climáticos tropicais de elevadas temperaturas (médias de 25° C) e de alta precipitação, bem distribuída, durante o ano.

Por outro lado, a porção Sul deste domínio apresenta algumas particularidades e divergências fisionômicas, basicamente, em razão de variabilidades vegetacional e climática. Estas singularidades advêm de distintas condições climáticas e vegetacionais, de ocorrência em terrenos mais centrais das depressões marginais, os quais são recobertos majoritariamente por floresta ombrófila aberta e apresentam elevada agressividade ecológica.

O clima prevalente na porção Sul deste domínio se evidencia como um componente singular, pois apresenta aspectos e uma variabilidade que o distingue do subclima predominante. Considerando a proposta de Köppen–Geiger (AYOADE, 1996), o domínio em questão se situa parcialmente em uma faixa climática de transição entre os subclimas equatorial e de monção, característicos da área central do Bioma Amazônico, e o subclima semiúmido, característico e dominante do Bioma Cerrado. Logo, trata-se de uma região influenciada pela dinâmica de um comportamento climático transicional, cuja variabilidade é marcada pela coexistência de fatores intrínsecos, tanto ao clima zonal equatorial quanto ao tropical central brasileiro. De acordo com IBGE (2014a), tal domínio apresenta uma variabilidade climática predominantemente próxima de um subclima úmido a semiúmido, em razão de temperaturas com amplitude entre 24°C e 26°C, precipitação reduzida, entre 1500 mm e 2500 mm, e um período de estiagem anual que varia de três a seis meses.

Com relação à tipologia vegetacional, destaca-se a grande influência destas singularidades na delimitação do domínio, em razão de sua ocorrência espacial e de sua

estreita relação com aspectos condicionadores de particularidades climáticas, intrínsecas a porção Sul dos DNAB. A vegetação prevalente se refere à floresta ombrófila aberta, a qual, segundo IBGE (2019), teve essa definição adotada no projeto RADAMBRASIL, no entanto também é considerada, por muitos, como uma tipologia vegetacional de transição (MARQUES *et al.*, 2019) entre a floresta amazônica e as áreas extra-amazônicas. Caracteriza-se pela fisionomia florestal, composta por árvores mais espaçadas e com estrato arbustivo pouco denso, bem como pela presença de faciações florísticas, que alteram a fisionomia da floresta densa, imprimindo clareiras, em razão da ocorrência de palmeiras, de cipós e de bambus (IBGE, 2004, 2012).

Este domínio compreende uma área de aproximadamente 485.000 Km², correspondendo a 11% da área total dos DNAB, concentrado predominantemente na porção Sul da Amazônia. Ressalta-se que uma pequena parcela desta extensão se encontra distribuída em outras regiões dos DNAB, no entanto, considerando o fato de que sua quase totalidade está localizada na Amazônia meridional, tal o caracteriza como um domínio natural singular da região Sul-amazônica.

As particularidades regionais, presentes ao longo da extensão deste domínio (vegetação e condições climáticas), possibilitaram particioná-lo em três categorias e/ou subdomínios: depressões marginais fitoplúvias Norte, depressões marginais fitoplúvias Sul e depressões marginais fitotransicionais Sul.

3.2.4 Domínio dos planaltos e dos relevos montanos

O domínio dos planaltos e dos relevos montanos está inserido no âmbito morfoestrutural dos planaltos esculpidos sobre embasamento cristalino, interpenetrando nas depressões marginais, tanto na porção setentrional quanto na meridional dos DNAB. A faixa deste domínio, localizada ao Norte da área de estudo, estende-se, de maneira descontínua, das colinas do Amapá, situadas a Leste, expandindo para Oeste, paralelamente e em contato com os patamares setentrionais da borda da bacia do Amazonas e com os países vizinhos do extremo Norte (Guianas e Suriname), até alcançar as depressões dos rios Branco e Negro, o Sul do estado de Roraima e o Norte do estado do Amazonas, estando situado na porção noroeste dos DNAB. A faixa desta tipologia morfoescultural na porção Sul amazônica se configura como um conjunto de planaltos residuais em descontinuidade, assemelhando-se à faixa Norte, sendo, entretanto, um pouco maior em extensão territorial e apresentando um aumento de ocorrência fragmentária. Sua presença é mais pronunciada nas porções central e

Leste do Cráton Sul-Amazônico, estando representada pelos planaltos do rio Sucunduri e do Cachimbo, bem como pelos planaltos residuais e pelas serras, respectivamente, enquanto, à Oeste, reside no estado de Rondônia e no noroeste de Mato Grosso, ainda que com manifestação mais modesta.

A extensão territorial do referido domínio corresponde a uma área de aproximadamente 580.000 Km², o equivalente a 14% da área total dos DNAB, dos quais 6,5% representam os planaltos residuais da faixa Norte e 7,5% se referem a sua ocorrência na faixa Sul. Vale ressaltar que, apesar da proporção semelhante da ocorrência deste domínio nas faixas Norte e Sul, naquela área, os planaltos residuais se manifestam em unidades mais amplas e menos fragmentadas, enquanto, nesta, tais unidades apresentam menores dimensões espaciais e uma maior descontinuidade, com a presença de tipologias vegetacionais do bioma extra-amazônico (Cerrado), constituindo-se em encraves ecológicos (ex.: savana e floresta estacional).

Os cinturões móveis e os crátons representam os escudos e/ou os embasamentos cristalinos estruturais mais antigos e mais estáveis da formação geológica, sendo predominantemente marcados por rupturas topográficas, em relação às formações sedimentares, e por uma declividade mais acentuada, condicionando a dinâmica e a morfologia do relevo. Nesse contexto, os planaltos residuais se inserem e são representados por uma compartimentação topográfica, caracterizada pela prevalência de processos erosivos e pela esculturização do relevo, mediante o controle estrutural. Tais ambientes compreendem extensas áreas de planaltos, de planaltos residuais, de alinhamentos serranos e de chapadas, incluindo, como cobertura, rochas sedimentares e/ou vulcano-plutonismos (IBGE, 2009a).

Os planaltos são conjuntos de relevos planos ou dissecados, de altitudes elevadas, limitados, pelo menos em um lado, por superfícies mais baixas, em que os processos de erosão superam os de sedimentação, enquanto as serras constituem relevos acidentados, elaborados em rochas diversas, formando cristas ou bordas escarpadas de planaltos (IBGE, 2019). Para Torres *et al.* (2012), a compartimentação do relevo amazônico fica mais nítida nos terrenos cristalinos do Planalto das Guianas e do Planalto Brasileiro, em que as elevações topográficas, sobretudo nas zonas interfluviais, quebram a monotonia topográfica e imprimem certa diversificação ao relevo da Hileia florestada.

Os planaltos residuais, situados na faixa Sul amazônica, constituem vasta área fragmentada, representada por relevos em forma de morros, de topos convexos, com distribuição espacial descontínua, e de topos retilinizados e planos, chegando, em alguns casos, a configurar chapadas e serras (ex.: Cachimbo e Carajás). Tais relevos são constituídos

por coberturas sedimentares residuais de diversos ciclos erosivos, bem como por um pontilhado de serras e de morros isolados, associados a intrusões graníticas, a derrames vulcânicos antigos e seus dobramentos, datadas do Pré-Cambriano (ROSS, 1985).

Tais relevos correspondem a maciços dissecados, alguns, conhecidos como serras, que alcançam altitudes variáveis entre 400 e 700 metros, em geral, constituídos por rochas cristalinas, apresentando cristas, vertentes ravinadas e colinas, encontrando-se, algumas vezes, isoladas, com escarpas de forte declive e com a presença de afloramentos rochosos e de cristas alongadas (FURTADO; PONTE, 2013). De acordo com os autores, existem formas em colinas, em vales e em ravinas, o que sucede com maior frequência nos planaltos dissecados do Norte da Amazônia (ex.: as colinas do Amapá, os patamares de Roraima e as serras de Tumucumaque, de Pacaraima e de Imeri), enquanto os presentes ao Sul são representados, por exemplo, pelo planalto do Cachimbo (serras e chapadas), pelas serras dos Carajás e do Cubencranquém, entre outros.

Representam os maiores valores altimétricos, no contexto dos DNAB, com amplitudes oscilando, predominantemente, de 200 a 600 metros, no entanto, podendo alcançar elevações superiores a 2000 metros (Pico da Neblina). A faixa Norte contém os planaltos mais elevados, podendo ser retratados pelas serras dos estados de Roraima e do extremo Norte do Amazonas (ex.: Parimá, Tapirapecó e Imeri). Por outro lado, os planaltos menos elevados são representados pelas colinas do Leste do Amapá e por alguns acidentes residuais, situados na porção central da referida faixa (de 300 a 500 metros).

Na faixa Sul amazônica, as elevações topográficas se apresentam relativamente menores, em relação às da faixa Norte, em que as mais pronunciadas podem ser expressas pelos planaltos residuais, representados por serras e por chapadas (ex.: Pacaás, Carajás, Cubencranquém, Cachimbo), oscilando de 500 a 900 metros.

Considerando o fato de que sua ocorrência se dá, tanto na faixa setentrional quanto na meridional dos DNAB, o referido domínio apresenta um aspecto climático condicionado pelos climas equatorial (no Norte amazônico) e equatorial/tropical (no Sul amazônico), caracterizados, respectivamente, por umidades relativas médias anuais de 85% e de 80%, por temperaturas médias anuais em torno 26,5°C e de 25°C, por precipitações médias anuais em torno de 2.500 mm e de < 2000 mm, e por períodos de estiagem de 0 a 2 meses e de 2 a 4 meses (INMET, 2001; IBGE, 2014a).

Pedologicamente, é caracterizado pela ocorrência de solos, cuja estrutura geológica exerce forte controle geomórfico, seja em relação às coberturas sedimentares antigas sobre rochas intrusivas, em que ocorre a presença de latossolos e de argissolos sobre relevos com

dissecação colinosa, seja em relação aos planaltos residuais, representados por serras e por chapadas, em que predominam solos pouco desenvolvidos, como os neossolos litólicos e quartzarênicos (EMBRAPA, 2013; IBGE, 2015a).

A vegetação se caracteriza pela presença predominante das tipologias floresta densa e aberta, bem como pela ocorrência modesta de encaves fitoecológicos (ex.: savana). A distribuição dessas tipologias apresenta estreita relação com os aspectos morfoestruturais e, principalmente, com as condições climáticas predominantes nas faixas Norte e Sul. Na porção Norte, há a presença hegemônica da floresta densa, fato explicado pela predominância de planaltos residuais, revestidos por coberturas sedimentares antigas, associados a solos medianamente profundos (latossolos), condicionados por um clima, marcado por altas temperaturas e por precipitações elevadas. Na faixa Sul, existe uma intercalação entre a floresta densa e a aberta, em que aquela se destaca, em razão de sua predominância em planaltos residuais, revestidos por camadas sedimentares antigas, representados por relevos de dissecação colinosa. Nesse contexto, ocorre a presença de espécies vegetacionais extrínsecas ao bioma amazônico, como as savanas, por exemplo, cujas presença e distribuição estão diretamente relacionadas aos aspectos pedológicos e às variabilidades climáticas da zona de transição entre a Amazônia e o Cerrado.

O domínio dos planaltos e relevos montanos das depressões, considerando divergências em aspectos vegetacionais e climáticos, imprime particularidades, ao longo de sua extensão, que possibilitaram a compartimentação e o desdobramento do domínio em cinco categorias e/ou subdomínios: Planalto Residual Fitopluvial Norte, Planalto Residual Fitopluvial Oriental, Planalto Residual Fitopluvial Sul, Planalto Residual Fitotransicional Sul e Encrave Fitoecológico (floresta estacional/savana).

Quadro 3.1 – Componentes elementares na definição dos Domínios Naturais da Amazônia Brasileira (DNAB)

Domínios morfoclimáticos					Domínios Fitogeográficos		DNAB	
Morfoestrutura		Hidro-clima			Solo	Vegetação		
Estrutura	Escultura	Precipitação (mm)	Temperatura (°C)	Clima/ Tipo				Hidrogeologia
Depósitos sedimentares do Quaternário	Planície	1750-3000	27-28	Af/Am (até três meses secos)	Aquíferos porosos, com baixo a moderado potencial hídrico	Gleissolo sálico/háplico (hidromórfico)	Aluvial, Pioneira	Planícies amazônicas
Bacias e coberturas sedimentares do Fanerozoico	Depressão	> 3000	26-27	Af/Am (até três meses secos)	Aquíferos porosos, com baixo a moderado potencial hídrico	Espodossolo/ Neossolo flúvico	Campinarana	Depressões sedimentares
		1500-2500	25-26			Argissolo	Floresta densa e aberta	
		2000-3000	26-28			Latossolo		
Embasamento cristalino Neoproterozoico (Cinturões móveis e Crátons)	Depressão	1500-2500	26-28	Af/Am /Aw (dois a seis meses secos)	Aquíferos fissurais, com baixo a muito baixo potencial hídrico (predominante)	Argissolo e Latossolo	Floresta densa e aberta	Depressões cristalinas
	Planalto							Planaltos e relevos montanhosos

Fonte: organizado pelo autor (2021)

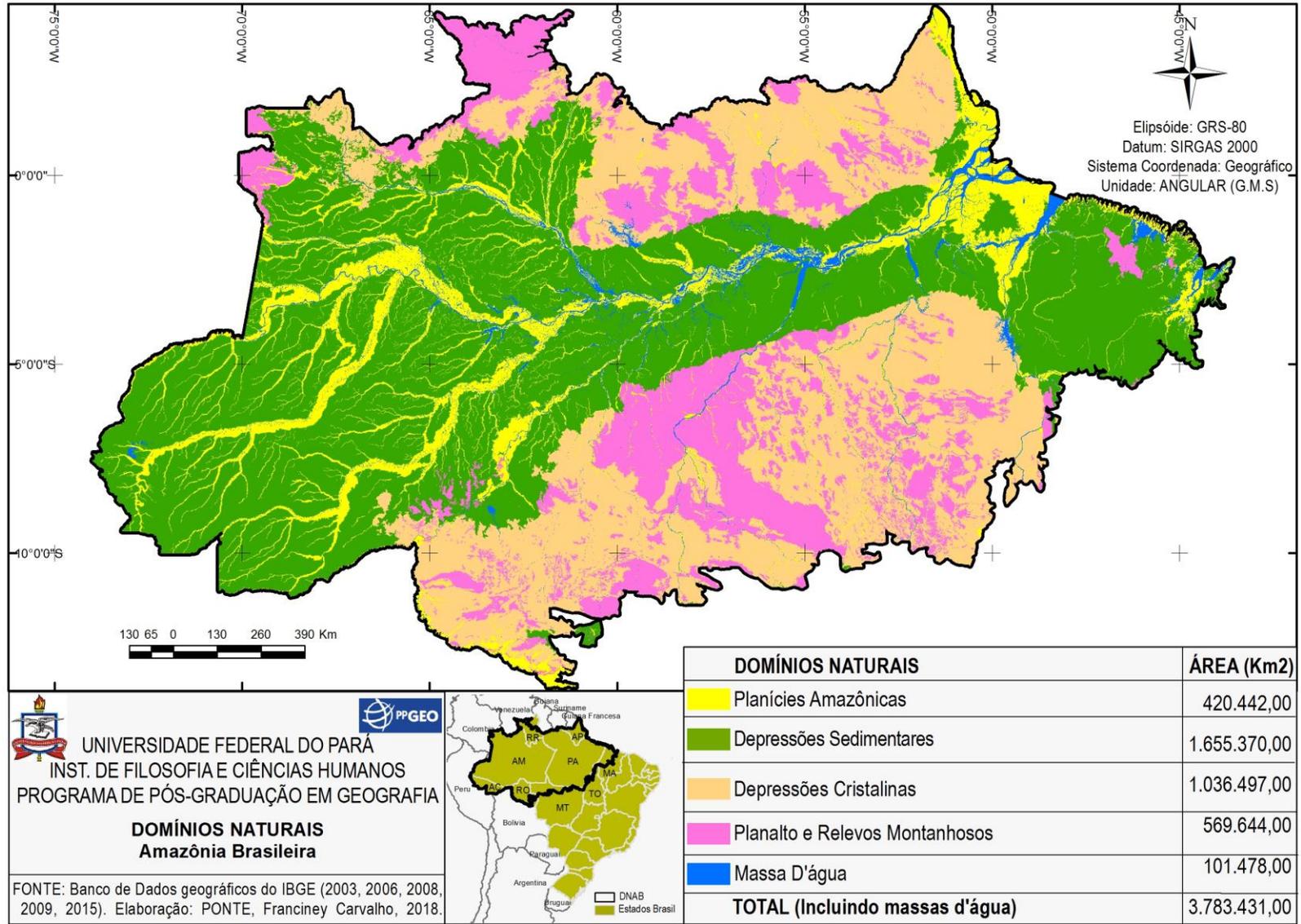


Figura 3.6 – Domínios Naturais da Amazônia Brasileira (DNAB). Fonte: elaborado pelo autor (2018), a partir de IBGE (2003, 2006, 2008, 2009, 2015)

3.3 SISTEMAS NATURAIS: REGIONALIZAÇÃO DOS DOMÍNIOS E ANÁLISE DA ECODINÂMICA NATURAL

A compartimentação de macrounidades da paisagem geralmente parte do princípio de que todo ambiente natural condiciona variadas paisagens e/ou ecossistemas. Esta diversidade é fruto das relações mútuas de similaridade e de função, oriundas das tipologias e das qualidades dos componentes bióticos (solo e vegetação) e abióticos (geologia, geomorfologia, clima), herdados de longos processos evolutivos e regidos por um conjunto de macroaspectos prevalentes, que os controlam e que os forjam, regionalmente: os sistemas naturais.

Os sistemas naturais se referem a unidades de paisagens, resultantes do agrupamento de componentes, os quais desempenham relações mútuas e funções específicas, no contexto dos aspectos morfoestruturais e fitogeográficos, basicamente representados, estes, pelas classes de solos e pelas tipologias da cobertura vegetal.

Em razão das extensas áreas de ocorrência dos DNAB, estes geralmente perpassam várias regiões. Por esta razão, foram constadas particularidades, principalmente, em relação às condições climáticas e à cobertura vegetal, as quais possibilitaram a definição de subdomínios naturais, particularmente, denominados sistemas naturais (Quadro 3.2 e Figura 3.7), com vistas a facilitar a descrição, a sistematização e a adoção de escalas mais compatíveis com estudos regionalizados e, conseqüentemente, mais próximos dos eventos socioespaciais.

Os sistemas naturais serviram de base para a investigação e para a sistematização de evidências antropogênicas, pois possibilitaram uma maior compatibilização escalar com a dinâmica de processos de ocupação espacial. Estes sistemas foram utilizados como substrato de análise dos eventos socioespaciais, em razão da maior proximidade escalar com os fenômenos sociais, os quais, posteriormente, foram confrontados e interpretados, no âmbito dos Domínios Naturais da Amazônia brasileira.

Entre os sistemas naturais considerados, destaca-se a ocorrência de Encraves Fitoecológicos (EFE), os quais constituem espécies originárias de bioma extra-amazônico. No entanto, apresentam-se dispersos e territorialmente discretos, em sua quase totalidade, concentrados na porção Sul dos DNAB, predominantemente sobre os planaltos e sobre os relevos montanhosos (figuras 3.7 e 3.8).

Quadro 3.2 – Domínios e sistemas naturais da Amazônia brasileira

DNAB	ÁREA (Km ²)	ÁREA (%)	SISTEMAS NATURAIS	CLASSE	ÁREA (Km ²)	ÁREA (%)
Planícies amazônicas	421.973	11,38	Planície Litorânea	1.1. PL	55.901	1,51
			Planície Aluvio-Terracial	1.2. PAT	342.298	9,24
			Planície em Terrenos Cristalinos	1.3. PTC	23.773	0,64
Depressões sedimentares	1.657.346	44,71	Depressão Interplanáltica Campinarana Noroeste	2.1. DIC NO	153.075	4,13
			Depressão Interplanáltica dos Tabuleiros Fitoplúviais	2.2. DITFP	481.330	12,99
			Depressão Interplanáltica Fitoplúvial Ocidental	2.3. DIFP OC	649.948	17,54
			Depressão Interplanáltica Fitotransicional Sudoeste	2.4. DIFT SO	372.991	10,06
Depressões cristalinas	1.051.475	28,37	Depressão Marginal Fitoplúviais Norte	3.1. DMFP N	357.543	9,65
			Depressão Marginal Fitoplúvial Sul	3.2. DMFP S	170.203	4,59
			Depressão Marginal Fitotransicional Sul	3.3. DMFT S	523.729	14,13
Planaltos e relevos montanos	575.709	15,53	Planalto Residual Fitoplúvial Norte	4.1. PRFP N	199.322	5,38
			Planalto Residual Fitoplúvial Oriental	4.2. PRFP OR	7.548	0,20
			Planalto Residual Fitoplúvial Sul	4.3. PRFP S	141.455	3,82
			Planalto Residual Fitotransicional Sul	4.4. PRFT S	136.234	3,68
Domínio Extra-Amazônico			Encrave Fitoecológico (floresta estacional/savana)	5.1. EFE	91.148	2,46
TOTAL	3.706.505	100,00			3.706.505	100,00

Fonte: organizado pelo autor (2021)

Para Nascimento (2006), a identificação das condições naturais fornece indicações aos tipos viáveis de uso e ocupação da terra e de exploração dos recursos naturais, proporcionais ao balanço entre ofertas e limitações de recursos naturais. A análise holística da qualidade dos atributos dos meios naturais é imprescindível para uma melhor percepção das limitações e das potencialidades destes sistemas, funcionando como indicadores da capacidade de suporte e de resposta, frente a fatores antropogênicos, que possam vir a comprometer, com maior ou menor intensidade, seus processos, suas morfologias e suas dinâmicas.

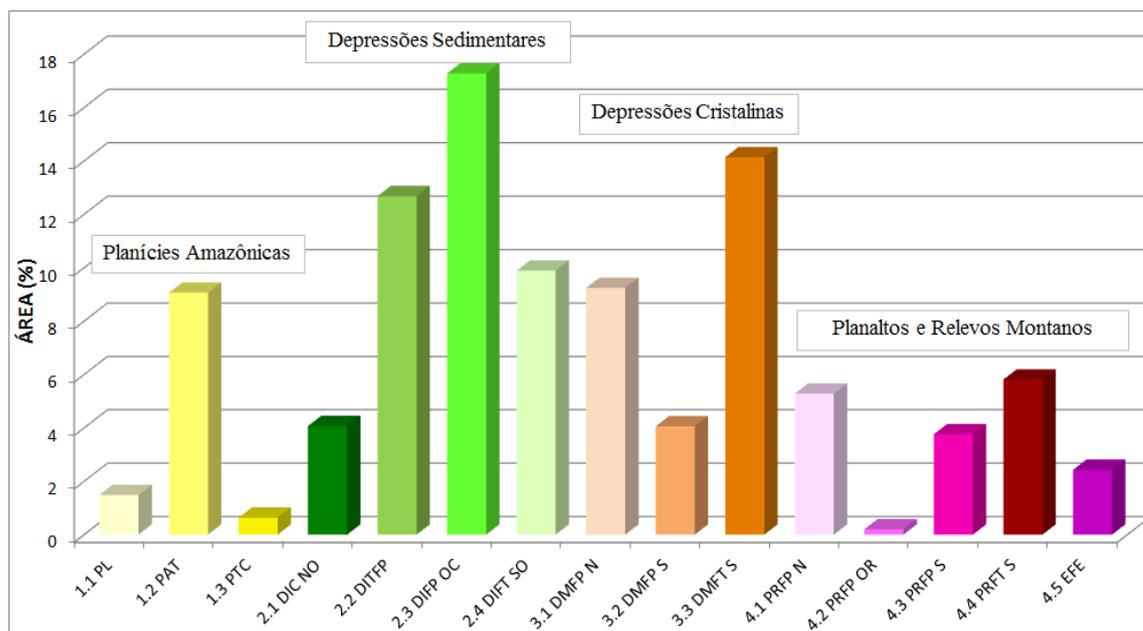


Figura 3.7 – Percentual de ocorrência dos sistemas naturais, no âmbito dos DNAB. Fonte: organizado pelo autor (2021), a partir de IBGE (2003, 2006c, 2008, 2009a, 2015a)

Legenda: Planícies amazônicas: Planície Litorânea (PL), Planície Aluvio-Terracial (PAT), Planície em Terreno Cristalino (PTC); depressões sedimentares: Depressão Interplanáltica das Campinaranas Noroeste (DIC NO), Depressão Interplanáltica dos Tabuleiros Fitopluviais (DITFP), Depressão Interplanáltica Fitopluvial Ocidental (DIFP OC), Depressão Interplanáltica Fitotransicional Sudoeste (DIFT SO); depressões cristalinas: Depressão Marginal Fitopluvial Norte (DMFP N), Depressão Marginal Fitopluvial Sul (DMFP S), Depressão Marginal Fitotransicional Sul (DMFT S); Planaltos e relevos montanos: Planalto Residual Fitopluvial Norte (PRFP N), Planalto Residual Fitopluvial Oriental (PRFP OR), Planalto Residual Fitopluvial Sul (PRFP S), Planalto Residual Fitotransicional Sul (PRFT S), Enclave fitoecológico (EFE).

Nesse contexto, os sistemas naturais foram forjados, a partir dos aspectos morfogenéticos dominantes, neste caso específico, as macrounidades do relevo, representadas pelo 2º nível taxonômico de Ross (1994) (ex.: planície, depressão, planalto), as quais serviram de substrato de análise, de recorte espacial e de estabelecimento de sistemas naturais. As macrounidades, associadas aos demais aspectos e aos demais componentes biofísicos (hidroclimatologia, solos e vegetação), consubstanciaram a interpretação e a representação de paisagens naturais, através da aglutinação de atributos, de morfologias e de processos similares e inerentes às unidades de mapeamento, com considerável grau de homogeneização.

O conhecimento dos ambientes naturais constitui a base do desenvolvimento, que visa a criar melhores percepções, condições e respostas mais eficazes às ações negativas do ser humano sobre o meio. A compreensão da capacidade potencial de suporte de paisagens naturais passa pelas perspectivas sistêmica e holística da dinâmica, da intensidade, da frequência e da amplitude do comportamento dos fenômenos naturais, constituindo o caminho adequado para um melhor entendimento de suas mudanças e da profundidade de seus impactos, em níveis local, regional ou global.

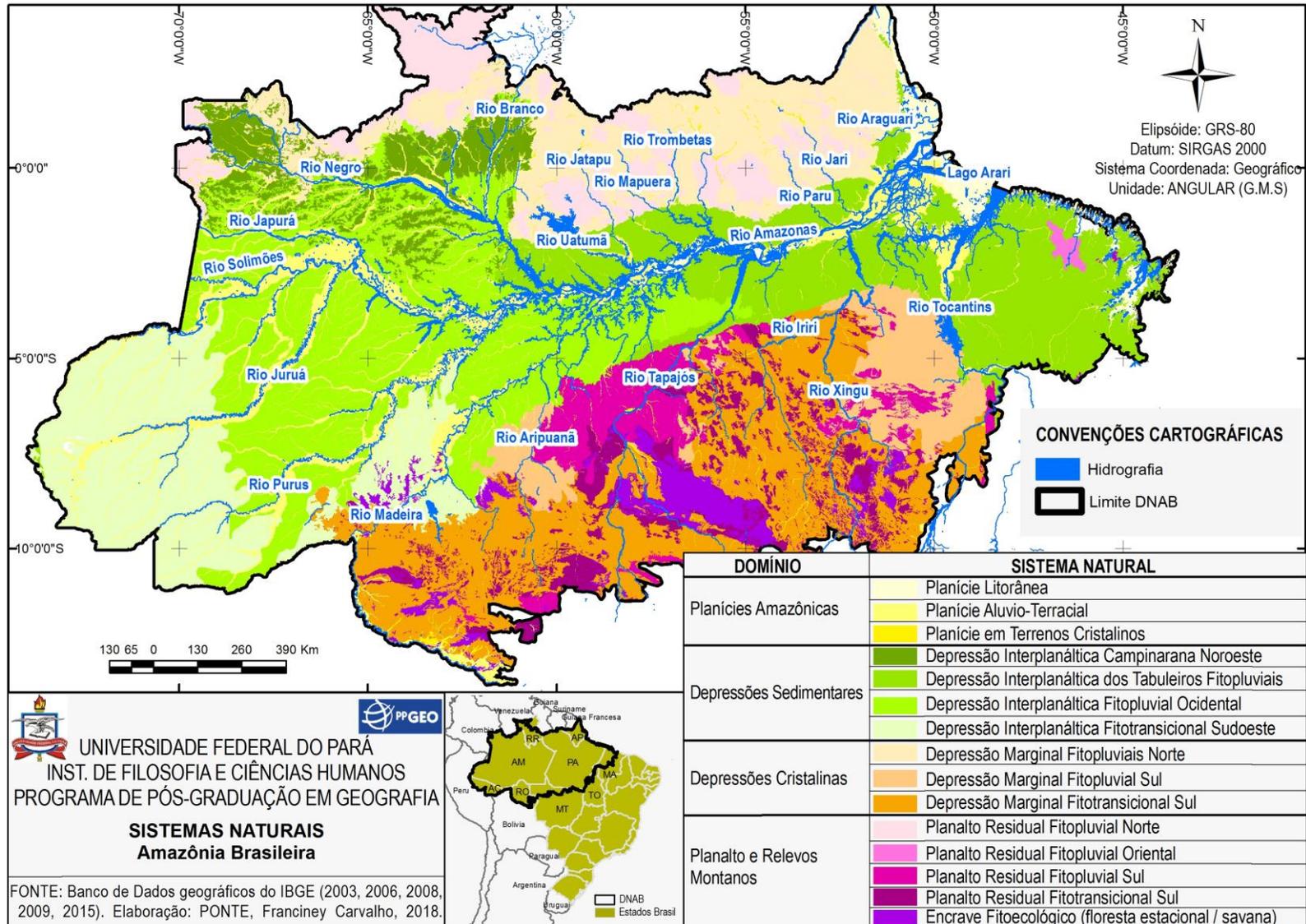


Figura 3.8 – Sistemas naturais no contexto dos DNAB. Fonte: elaborado pelo autor (2018), a partir de IBGE (2003, 2006c, 2008, 2009a, 2015a)

Os sistemas naturais representam a síntese da congruência e da interdependência de componentes naturais, munidos, estes, de uma carga genética, que condiciona a evolução das paisagens inerentes. Nesse sentido, a concepção de tais sistemas possibilitou melhor conhecer os aspectos mais relevantes de processos e de dinâmicas correntes no interior dos DNAB, suas potencialidades e suas limitações, para melhor avaliar sua capacidade de suporte, frente às intervenções humanas, mediante a análise da ecodinâmica natural.

A análise das potencialidades e das limitações dos meios naturais evidencia a capacidade de suporte destes sistemas às mudanças desencadeadas pelos fatores antropogênicos (uso da terra) e pelos possíveis fenômenos naturais, ao longo do processo de ocupação e da evolução das paisagens de uma determinada região. Logo, o conhecimento acerca das condições da ecodinâmica natural foi subsidiado pelos indicadores biofísicos, os quais foram analisados, segundo as perspectivas da vulnerabilidade e da sustentabilidade do meio ambiente, considerando o potencial e/ou a capacidade de suporte produtivo dos recursos naturais, a dinâmica e a limitação de uso, frente às possíveis alterações impostas pelas ações do ser humano.

Para tanto, foi considerada a Teoria da Ecodinâmica do meio ambiente, através da análise geoambiental das condições de estabilidade e/ou de instabilidade ecológica dos sistemas naturais (morfogênese x pedogênese), de acordo com as classificações dos meios em: estáveis; de transição; de transição, com tendência à estabilidade; de transição, com tendência à instabilidade; instáveis; e fortemente instáveis (TRICART, 1977; SOUZA, 2000).

O Quadro 3.3 apresenta os atributos biofísicos, os aspectos dominantes e as condições da ecodinâmica do meio ambiente dos sistemas naturais, enquanto a Figura 3.9 apresenta a proposição da classificação dos sistemas naturais, segundo a análise da ecodinâmica natural do meio ambiente da Amazônia brasileira.

Quadro 3.3 – Sistemas Naturais, atributos biofísicos dominantes e as condições naturais da ecodinâmica

Domínios naturais	Sistemas naturais	Atributos biofísicos			Aspectos dominantes	Condições da ecodinâmica natural
		Morfoestrutura	Fitopedologia	Hidroclima		
Planície amazônica	Planície Litorânea	Sedimentos inconsolidados (areia, argila, cascalho), de influência marinha e com forte deposição orgânica. Relevos planos, planície de acumulação	Solos arenosos (praias) e sálicos (mangues), com vegetação pioneira e arbóreo-arbustiva	Significativa precipitação, aquífero poroso, pouco profundo	Relevos planos de acumulação, solos pouco profundos, mal drenados, textura indiscriminada. Compreende ecossistemas de uso limitado	Meios instáveis, vulnerabilidade alta à ocupação, baixa a moderada sustentabilidade
	Planície Flúvio-terracial	Sedimentos inconsolidados a moderadamente consolidados, de influência aluvio-acumulativa e periodicamente inundados. Relevo plano (declive < 5%)	Solos hidromórfico (Gleissolo) e Argilo-arenoso (Latossolo, Plintossolo), com vegetação aluvial	Precipitação variada, aquífero poroso raso a moderadamente profundo	Relevos planos de acumulação, intercalado com superfície mais proeminente (terraço), solos pouco a moderadamente profundos, moderadamente drenados. Ecossistemas de uso controlado	Meios instáveis e de transição (terraço), os meios de transição tendem a estabilidade sob equilíbrio ecológico. Alta a moderada vulnerabilidade e sustentabilidade
	Planície sobre Terreno Cristalino	Sedimentos inconsolidados, modelados por processos erosivo-deposicionais, esculpidos em terrenos cristalinos. Relevo plano com vertentes abruptas	Solos aluviais (Neossolo Flúvico, Gleissolo Háplico), vegetação aluvial e pioneira	Precipitação irregular e aquífero poroso pouco a moderadamente profundo	Relevos planos de acumulação, solos pouco profundos, mal drenados, textura indiscriminada, moderada a alta agressividade climática (noroeste e Sul), baixo a moderado potencial hidrogeológico	
Depressão sedimentar	Campinarana	Depósitos sedimentares do Quaternário assente sobre bacias sedimentares Fanerozoicas. Relevo plano	Solo francamente arenoso, lixiviado/hidromorfizado (Espodossolo), com vegetação campestre-arbórea	Precipitação e temperatura elevadas, aquífero poroso raso, infiltração deficiente	Sistemas naturais com limitações edáficas (restrição pedológica), em razão do solo com textura franco-arenoso. Elevada limitação ecológica, alta a moderada agressividade climática, baixo potencial hidrogeológico	Meios instáveis, vulnerabilidade alta, em razão da predominância de solos arenosos e limitação hidroclimática
	Depressões Interplanálticas dos Tabuleiros Fitoplúviais	Bacias e coberturas sedimentares fanerozoica (Cenozoica), com deposição de material diverso originário	Solo maduro com elevada pedogenização (Latossolo), com vegetação de floresta	Moderada a alta precipitação e temperatura, aquífero poroso de	Superfícies planas, baixo a moderado potencial hídrico superficial e moderado potencial hidrológico, solos maduros e	Meios de transição tendendo a estabilidade, vulnerabilidade

		de áreas adjacentes. Relevo plano a ondulado	densa	profundidade moderada a alta	floresta ombrófila densa, moderada agressividade climática. Baixa restrição ecológica,	baixa, com moderada a alta sustentabilidade
	Depressões Interplanálticas Fitopluviais Ocidental	Bacias e coberturas sedimentares Fanerozoica, com deposição de material diverso de áreas adjacentes. Relevo plano a suave ondulado (tabuleiro e colinas suaves)	Solo pouco (Gleissolo, Espodosolo) a desenvolvido (Argissolo), com pedogênese variada e vegetação densa	Precipitação e temperatura elevada, e aquífero poroso altamente profundo	Moderada agressividade climática, moderado a alto potencial hidrogeológico, baixa a moderada limitação ecológica (pedogenética), imprimindo necessidades pontuais de correções restritivas	Meios estáveis, vulnerabilidade baixa, alta a moderada sustentabilidade, com eventuais limitações pedológicas
	Depressões Interplanálticas Fitotransicionais Sudoeste	Bacias e coberturas sedimentares Fanerozoica (Cenozoica), com deposição de material diverso. Relevo suave ondulado a ondulado (colinas dissecadas e morros)	Solo pouco (Luvisolo) a bem desenvolvido (Argissolo), com baixa pedogênese, recoberto com vegetação aberta	Precipitação reduzida e temperatura abrupta/sazonal, aquífero poroso raso a moderado	Alta agressividade climática, baixo potencial hidrogeológico, moderada a alta limitação ecológica (fitopedoclimática)	Meios de transição tendendo a instabilidade, em função do relevo e da agressividade climática
Depressão cristalina	Depressões Marginais Fitopluviais Norte	Coberturas vulcano-sedimentares fanerozoicas, esculpadas sobre rochas cristalinas/metassedimentares, modeladas por antigos processos erosivos. Relevo plano a ondulado	Solos desenvolvidos e profundos (Argissolo, Latossolo), recobertos com vegetação densa	Precipitação variada e alta temperatura, aquífero fraturado, agressividade climática variada	Relevo predominantemente composto por depressões, colinas e morrotes, baixo potencial hidrogeológico, agressividade climática variada, vegetação densa, pedogênese variavelmente elevada (pediplanação)	Meios de transição tendendo a estabilidade, baixa vulnerabilidade, moderada a alta sustentabilidade
	Depressões Marginais Fitopluviais Sul					
	Depressões Marginais Fitotransicionais Sul	Aspectos morfoestruturais e morfoesculturais semelhantes aos das Depressões Marginais Norte, todavia, apresentando maiores restrições fitopedológicas, em razão das condições climáticas	Prevalece a floresta aberta (transicional). Clima sazonal, com reduzida precipitação, temperatura moderada, estiagem 3 a 6 meses.	Lençol freático variável, baixa a moderada infiltração (baixa porosidade), aquífero fraturado	Pedogênese variável, intercalada com testemunhos de controle estrutural, alta agressividade climática (longo período de estiagem), baixo potencial hidrogeológico, restrições ecológicas pedo-hidroclimáticas	Meios de transição, com áreas tendendo a instabilidade, em razão de restrições hidroclimáticas
Planalto e	Planaltos	Embasamento cristalino	Solos pouco	Lençol freático	Morfogênese elevada (prevalência	Meios instáveis a

relevo montano	Residuais Fitopluviais Norte	Neoproterozoico, coberto eventualmente por sedimentos pouco espesso e/ou vulcânico, estratigrafia diversa, intercalada com testemunhos de controle estrutural. Relevo plano (platô/chapada) a forte e ondulado (morros e serras)	desenvolvidos (Neossolo) a	profundo a variável.	de processos erosivos), moderada agressividade climática, potencial hidrogeológico muito baixo, principalmente nas áreas com maior declividade e controle estrutural	fortemente instáveis, exceto nos platôs e chapadas recobertos por sedimentos vulcânicos e vegetação densa
	Planaltos Residuais Fitopluviais Oriental		desenvolvidos (Latosolo), de textura argilosa a argilo-arenosa, com drenagem irregular, sob vegetação densa	Vegetação densa. Precipitação variada e alta temperatura. Aquífero fraturado		
	Planaltos Residuais Fitopluviais Sul					
	Planaltos Residuais Fitotransicionais Sul	Aspectos morfoestrutural, morfoescultural e pedológico, semelhante aos Planaltos residuais Norte, entretanto, tendendo a maiores restrições climáticas e fitopedológicas	Prevalece a floresta aberta, intercalado com vegetação de savana e/ou refúgio em morros e serras (Encrave ecológico)	Clima com tendência sazonal, precipitação reduzida, estiagem de 3 a 6 meses. Aquífero fraturado	Elevada morfogênese, moderada a alta agressividade climática, vegetação variada, com predominância para as menos densas (transição), baixo potencial hidrogeológico	Meios fortemente instáveis, em função da vegetação aberta e da agressividade hidroclimática

Fonte: organizado pelo autor (2021)

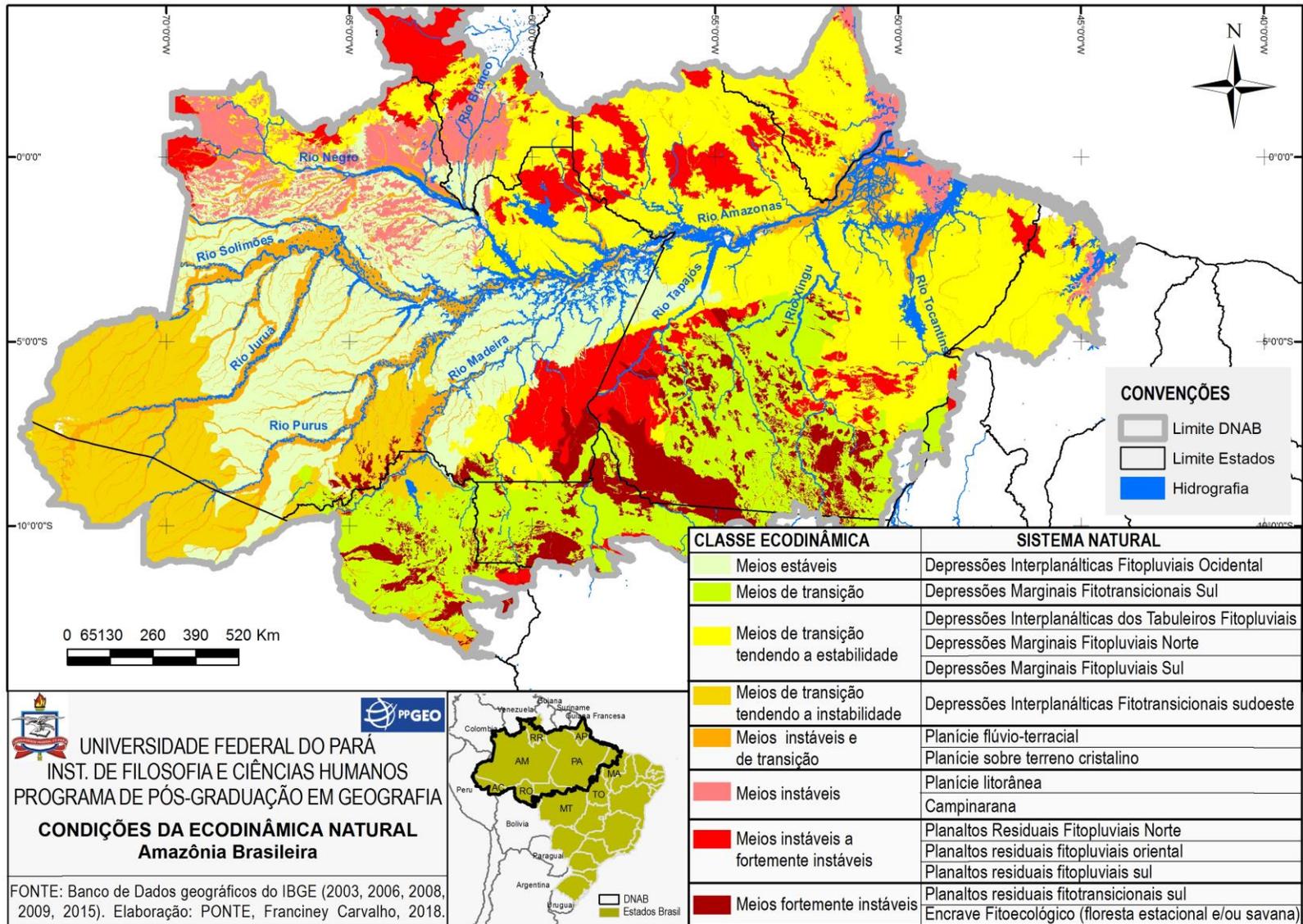


Figura 3.9 – Ecodinâmica do meio ambiente dos sistemas naturais da Amazônia brasileira. Fonte: elaborado pelo autor (2018), a partir de IBGE (2003, 2006c, 2008, 2009a, 2015a)

4 A EXPANSÃO HUMANA NA AMAZÔNIA: DINÂMICA E EVENTOS SOCIOESPACIAIS, NO ÂMBITO DOS DOMÍNIOS NATURAIS

A dinâmica dos processos de ocupação vivenciados na região amazônica constitui tema de muitas, e controversas, pesquisas (MAGALHÃES, 2009; ROOSEVELT, 2013; PRATES, 2016), principalmente, nas últimas décadas, quando estudos arqueológicos (HECKENBERGER; NEVES, 2009) e botânicos (CLEMENT *et al.*, 2010; LEVIS *et al.*, 2017) têm revelado que a presença do ser humano remonta a períodos concomitantes com o final do Pleistoceno (~12.000 anos AP) e com início do Holoceno (~11.500 anos AP).

A retrospectiva da expansão humana na Amazônia brasileira partiu de trabalhos de naturezas antropológica e arqueológica, pois se considera que o estudo do Antropoceno deve ser realizado, segundo uma escala temporal profunda, na perspectiva do ser humano, enquanto agente morfológico da natureza. A referência a estudos sobre períodos da história do ser humano na Amazônia, ao longo do Holoceno, foi primordial na busca por indícios e por indicadores da relação entre ser humano e natureza, em que autores, como Magalhães (2006), Neves (2006), Piperno *et al.* (2015), Clement *et al.* (2015), Levis *et al.* (2017), entre outros, foram primordiais na busca por evidências antropogênicas.

Evidências humanas têm se mostrado cada vez mais numerosas e diversificadas por toda a Amazônia, fortalecendo proposições de que os impactos das ações antrópicas sobre o meio apresentam dinâmicas e complexidades marcadas por uma acentuada variabilidade geográfica (NEVES, 2006; LUI; MOLINA, 2009).

O avanço de pesquisas, de técnicas e de métodos inter e transdisciplinares tem possibilitado o levantamento de dados arqueológicos na região Amazônica, desvendando e potencializando o compartilhamento destas informações com diversas áreas do conhecimento. Evidências arqueobotânicas têm revelado a ocorrência de sociedades com diferentes níveis de complexidade e com impactos ambientais divergentes na Amazônia, ao longo do Holoceno.

Clement *et al.* (2015) observam que, atualmente, ecologistas sugerem que a Amazônia é um mosaico complexo de sistemas humano-naturais acoplados, típico de biomas antropogênicos, ocorridos antes da conquista europeia. A esse respeito, abordagens e perspectivas recentes propõem a eclosão de uma **nova época geológica**, como consequência das profundas e das duradouras transformações, impostas pelas ações humanas sobre o meio — o Antropoceno —, cogitando-se a possibilidade de que esta nova época tenha iniciada, na região, com as primeiras ocupações humanas e com seus respectivos impactos sobre comunidades florestais e pedo-estratigráficas (ROOSEVELT, 2013).

Na busca por evidências, que possam ser associadas à origem da relação entre ser humano e natureza na Amazônia, torna-se imperativo considerar a adoção de uma escala temporal, que remete há milhares de anos (época holocênica). Nesse contexto, a análise da expansão humana na Amazônia deve ser iniciada, através de evidências arqueológicas, presentes em várias regiões, consubstanciadas pelos aspectos ambientais e por suas possíveis implicações na variabilidade e na evolução de componentes e/ou de fenômenos da natureza, materializados no contexto dos DNAB.

A retrospectiva do povoamento da Amazônia tem despertado o interesse de pesquisas, voltadas a entender o processo de ocupação humana na região, através de indicadores arqueológicos (NEVES, 2006), pedológicos (McMICHAEL *et al.*, 2014) ou vegetacionais (LUI; MOLINA, 2009; LEVIS *et al.*, 2017). Entretanto, tais indicadores apresentam uma acentuada gama de aspectos, de significados e de possibilidades interpretativas, entre elas, a dinâmica e a amplitude dos eventos socioespaciais, no âmbito dos DNAB.

O ser humano tem alterado a composição e a estrutura de muitas paisagens na Amazônia, ao longo de todo o Holoceno, entretanto de maneira descontínua, têmporo-espacialmente, como observado por Roosevelt (2013) e por Eriksen (2011). De acordo com estes autores, as populações pré-históricas tiveram um papel importante na formação de determinadas paisagens e seus efeitos passados contribuem para os padrões das paisagens atuais, muitas vezes, desencadeando sistemas complexos, geralmente, em razão do aumento populacional e da antropogenização ambiental.

A abordagem desta temática se justifica, não, somente, pelo substancial volume de dados arqueológicos já levantados na região, os quais têm sinalizado para um potencial histórico ainda maior, mas, principalmente, pela relativa lacuna de pesquisas, voltadas ao mapeamento e à análise da evolução ambiental com maior amplitude têmporo-espacial, uma vez que a maioria dos trabalhos prioriza escalas menos abrangentes. Nesse sentido, ressalta-se que, apesar de as principais fases da ocupação humana e das mudanças ambientais terem surgidos, a partir de pesquisas locais e disciplinares, torna-se mister conduzir uma abordagem mais abrangente da expansão humana na Amazônia, a partir da congregação de evidências antropogênicas de uso dos recursos, conectadas aos eventos socioespaciais e aos seus respectivos substratos biofísicos (DNAB).

A configuração atual das paisagens e/ou dos territórios sociais na Amazônia brasileira, constituída historicamente, apresenta um conjunto de evidências antropogênicas, acumuladas ao longo de boa parte do Holoceno Inicial (11.500 a 7.500 anos AP), Médio (7.500 a 4.000 anos AP), Superior (4.000 a 150 anos AP) e Tardio (1.800 d.C. ao presente),

consubstanciando proposições de que a presença do ser humano na região vai muito além dos grandes centros populacionais da atualidade.

Apesar do vasto conjunto de dados já levantados, com informações acerca do povoamento amazônico do final do Pleistoceno, até a chegada dos colonos europeus, lacunas ainda persistem, como, por exemplo, a necessidade de análise da dinâmica socioespacial, associada à diversificação do meio ambiente, vislumbrando propositar trajetórias de ocupação, ao longo do Holoceno.

A retrospectiva da ocupação humana tem sido dificultada por lacunas acerca da aparente ausência de evidências antropogênicas em algumas partes da Amazônia holocênica (PIPERNO *et al.*, 2015), obstando o estabelecimento de uma cronologia, que reflita a relação mais realista da dinâmica antropogênica e de seus respectivos processos de ocupação e de organização socioespacial, no contexto dos DNAB.

4.1 DO NORTE AO SUL DAS AMÉRICAS: A CHEGADA DO HOMEM NA AMAZÔNIA

Não há um consenso, quanto à chegada dos primeiros grupos humanos no continente americano. Diversas áreas do conhecimento têm buscado elucidar a dinâmica destas trajetórias, com proposições em torno de 12.000 anos AP — no último estágio glacial da época do Pleistoceno, na América do Norte (Teoria de Bering, de Dixon (2001)) — ou em torno de 50.000 anos, com a chegada dos primeiros grupos na América do Sul, originários das ilhas da Polinésia (Teoria das Rotas Oceânicas, de Hopkins (1982)).

Reconstruções paleoambientais, associadas aos vestígios dos primeiros ancestrais do continente americano, resultaram na formulação do Modelo da Permanência na Beríngia, que propõe que a colonização das Américas aconteceu nas seguintes etapas (TAMM *et al.*, 2007 apud DA-GLORIA, 2019):

- a. Ocupação da Beríngia por uma população asiática (24.900 anos AP a 18.400 anos AP);
- b. Período de permanência na Beríngia, com ausência de troca gênica com a população asiática original, gerando trechos de DNA exclusivos da população americana (9.000 anos AP a 2.400 anos AP);
- c. Rápida migração pelo continente americano, após o último máximo glacial (16.000 anos AP a 13.000 anos AP), quando o recuo das geleiras do extremo Norte da América do Norte permitiu a entrada destas populações nas Américas.

O estreito de Bering tem sido considerado a principal rota entre Ásia e América do Norte, em razão de evidências biológicas e arqueológicas. O estreito era uma rota contínua de terreno no Pleistoceno Tardio, resultado do nível mais baixo do mar. No entanto, a presença humana inicial na América do Sul tem sido datada entre 13.000 anos AP e 11.500 anos AP, significando que os primeiros povoadores estavam presentes na América do Norte já havia milênios (DA-GLORIA, 2019).

Dados paleoambientais mostram que o corredor de terra entre as geleiras da América do Norte ainda não estava aberto há 15.000 anos, sugerindo que a migração pela costa do oceano Pacífico é a rota mais provável para a entrada nas Américas (DIXON, 2013). Nesse contexto, Araújo (2004) observa que tais modelos de migração podem ser divididos em dois grandes grupos:

- a. Pós-Clóvis, que propõe uma entrada relativamente "tardia" para o ser humano na América (~12.000 anos AP);
- b. Pré-Clóvis, que sugere entrada(s) anterior(as) há 12.000 anos AP.

Dixon (2001) sugere que, do ponto de vista tecnológico, parece haver dois grandes eventos colonizadores nas Américas. O primeiro foi uma migração precoce dos ancestrais da cultura Clóvis, antes de cerca de 11.500 anos a.C., possivelmente, até 13.500 anos a.C. O segundo evento teria incluído povos portadores da tradição paleoártica americana, ocorrendo por volta de 10.500 anos AP.

As culturas paleoindígenas do Norte parecem começar com Clóvis e com Folsom, 11.200 anos AP a 10.900 anos AP e 10.900 anos AP a 10.200 anos AP, respectivamente, terminando no Holoceno Inicial (8.500 anos AP). Os paleoindígenas eram considerados caçadores especializados em espécies de grande porte, adaptados a habitats abertos, fato que dificultaria sua sobrevivência, ao chegarem à América do Sul, em que a floresta tropical funcionaria como barreira ecológica e como escassa fonte de recursos (ROOSEVELT *et al.*, 1996).

Evidências de sítios arqueológicos na América do Sul não se encaixam nas teorias Pré-Clóvis e Pós-Clóvis. As primeiras culturas datadas com segurança são contemporâneas aos complexos paleoindígenas da América do Norte, mas têm padrões distintos de subsistência (megafauna rara ou ausente), no entanto ferramentas de pedra se assemelham às encontradas no final do Pleistoceno, perto do Estreito de Bering (ROOSEVELT *et al.* 1996). Na área do Orinoco-Guiana, sítios, como Taima-Taimae Muaco, na Venezuela (15.000 anos AP), Tibitó, na Colômbia (11.800 anos AP), e Pitch Lake, em Trindade e Tobago (11.000 anos AP), têm

sido considerados complexos arqueológicos pré-Clóvis (Pleistoceno Tardio), reforçando a teoria de uma ocupação anterior a Clóvis (NEVES; HUBBE, 2003).

Outro aspecto que contribui para a hipótese da chegada do ser humano na porção Norte da América do Sul, ainda, no Pleistoceno Tardio, diz respeito a fatores ambientais favoráveis à sustentação de grupos caçadores-coletores. Eriksen (2011) comenta que, neste período, a Guiana Central apresentava extensas áreas de savana, superiores às atuais, as quais podem ter constituído um corredor da Venezuela, até as Guianas. Com relação à região da Guiana, o autor a divide em três períodos pré-coloniais: o primeiro, pré-histórico, denominado Paleoíndio (11.000 anos AP a 7.200 anos AP), caracterizado por sociedades de caça-coleta-pesca; o segundo, denominado Arcaico (7.200 anos AP a 3.300 anos AP), caracterizado pela subsistência focada na coleta marinha; e o último, chamado Horticultura, iniciado por volta de 3.000 anos AP (~1500 anos a.C.).

O modelo de colonização humana das Américas mais aceito é o da migração costeira, com movimentação e com assentamento no interior de amplas zonas ecológicas (DIXON, 2001). Segundo este modelo, grupos humanos teriam se movimentado mais rapidamente para o Sul, através da costa do Pacífico, enquanto outros estavam colonizando mais lentamente, em direção ao Leste. Segundo o autor, o modelo de expansão de grupos humanos, baseado nas zonas ecológicas, destaca-se, sendo caracterizado por linhas mais verticais, adjacentes às principais zonas (ex.: costa do Pacífico, cordilheira ocidental), perpassando ecótonos, possivelmente, em razão de serem mais produtivos do que os biomas vizinhos, quanto à possibilidade de acesso aos seus recursos.

Até o momento, o modelo de Dixon (2001) parece ser o mais adequado para explicar as possíveis rotas de expansão humana nas Américas. Entretanto, Araújo (2004) e Bueno (2010) sugerem algumas modificações, propondo que, ao invés de a rota ter ocorrido apenas pela costa do Pacífico, as populações humanas seguiram dois rumos: um, pelo Atlântico e outro, pelo Pacífico, com a ocupação do interior ocorrendo mais tardiamente.

Da-Gloria (2019) menciona que não há consenso acerca do momento, em que os humanos colonizaram as Américas pela primeira vez, entretanto afirma existir uma concordância generalizada de que o complexo Clóvis fornece uma data-limite mínima. Tais evidências podem ser representadas por sítios arqueológicos encontrados no Brasil — Lagoa Santa, no estado de Minas Gerais (PROUS, 1997), e pinturas rupestres da Pedra Pintada, em Monte Alegre, no estado do Pará (ROOSEVELT, 2013), ambas com datações anteriores há 10.000 anos a.C. (NEVES; HUBBE, 2003).

As rotas costeiras e fluviais parecem ter sido os caminhos dessas primeiras ocupações. No Brasil, sítios paleoindígenas anteriores há 12.000 anos AP (serra da Capivara (PI) e esqueletos de Luzia, em Lagoa Santa (MG)) mostraram que os grandes rios eram locais preferenciais de assentamento (BUENO *et al.*, 2013 apud DA-GLORIA, 2019).

Evidências arqueológicas foram registradas em várias regiões da Amazônia, incluindo a região do baixo Amazonas, desde a foz do rio Tapajós, até Belém (PA). A caverna da Pedra Pintada (Monte Alegre, PA) reúne um complexo de artefatos arqueológicos com datações milenares, apresentando uma estratigrafia de evidências, associada ao Pleistoceno Tardio (ex.: restos animais, plantas carbonizadas, pontas uni e bifaciais), bem como ao Holoceno Inicial (ROOSEVELT *et al.*, 1996).

A existência de uma tradição cultural distinta, contemporânea da tradição Clóvis, há mais de 8.000 km ao Sul (ROOSEVELT *et al.*, 1996), não se encaixa na noção de que os caçadores de megafaunas Norte-americanos eram a única fonte de migração para a América do Sul. Para estes autores, a cultura Clóvis é evidentemente apenas uma das várias tradições regionais. Claramente, os indígenas foram capazes de se adaptar a uma ampla gama de habitats, como o da floresta tropical úmida.

Os seres humanos podem ter povoado as Américas em pequenos números e por longos períodos, em que algumas migrações podem ter sido bem-sucedidas e ceifado pequenos grupos anteriores. À medida que os humanos se mudavam, deparavam-se com habitats divergentes e se mostravam capazes em transformá-los, bem como de serem transformados por eles. A evidente incapacidade de adaptação a condições ambientais adversas resultou em abandonos regionais (DIXON, 2001).

Araújo (2004) menciona um conjunto de sítios arqueológicos na borda do bioma Amazônico, evidenciado pela presença significativa de indícios e de artefatos, associados a grupos humanos de caçadores-coletores do final do Pleistoceno e do início do Holoceno (Quadro 4.1 e Figura 4.1).

Quadro 4.1 – Localização de alguns sítios arqueológicos no entorno dos DNAB, no Pleistoceno Tardio

SÍTIO	DATAÇÃO (AP)	REGIÃO/PAÍS	EVIDÊNCIA
Tequendama, Tibitó, Sueva e El Abra	12 e 8.000 anos	Colômbia	Líticas uni-bifaciais
Taima-Taima	13 e 11.000 anos	Venezuela	Restos de megafauna com material lítico
El Inga	11 e 9.000 anos	Equador	Indústria lítica bifacial
Pikimachay, abrigo Quirihuac	15 e 13.000 anos, 12,8 e 8.600 anos	Costa do Pacífico - Peru	Pontas bifaciais
Monte Verde, Quereo e Tágua-Tágua	12.500 e 11.100 anos	Chile	Líticos unifaciais

Fonte: adaptado de Araújo (2004)

A partir da década de 1950, a hipótese de uma colonização anterior (pré-cultura Clovis), de coletores e de caçadores generalizados, começa a ganhar espaço, tendo em vista a grande quantidade de sítios mais antigos, ao Sul do continente, potencializando proposições de migrações por vias marítima e costeira, como alternativas às rotas de Bering (SCHAAN, 2007).

Entretanto, considera-se que as evidências, até então descobertas, não são suficientes para estabelecer trajetórias humanas mais precisas para a América do Sul, em razão da dispersão espacial e da pouca densidade de sítios pré-Clovis, especificamente, na porção Sul do continente. Nesse contexto, as lacunas, produzidas pela ausência de dados, associados aos primeiros povos amazônicos, podem ser compensadas por outros fatores e/ou por outros aspectos, como os costumes culturais, indicadores de paisagens antropogênicas, e/ou as condições físicas do ambiente.

Eriksen (2011) ressalta que a Amazonia colombiana foi palco de uma dinâmica ocupacional, que desencadeou reflexos importantes no processo de continentalização de grupos humanos, destacando a região do sítio Peña Roja, na margem Norte do médio rio Caquetá.

A expansão e o povoamento das Américas foram provavelmente marcados por mais de uma leva migratória, segundo o conjunto de evidências dispersas, ao longo da trajetória humana no continente. A Figura 4.1 apresenta um mapa do continente americano, com hipóteses acerca das possíveis trajetórias dos primeiros grupos humanos, destacando rotas, associadas a sítios pré e pós-Clovis. Tais ocorrências sugerem que a hipótese de as primeiras expansões humanas nas Américas estarem associadas à cultura Clóvis é pouco provável,

fomentando a proposição de que os primeiros fluxos migratórios antecederam às datações preliminares, associadas ao povo Clóvis.

Por volta de 13 a 12.000 anos AP (Pleistoceno Tardio), a zona no entorno do bioma amazônico já se encontrava povoada por grupos humanos de caçadores-coletores, mesmo que, aparentemente, de maneiras esporádica e dispersa. Tais sugestões são conjecturadas, com base em um conjunto de evidências arqueológicas, distribuídas, predominantemente, nas bordas Norte, noroeste e sudoeste da Amazônia brasileira.



Figura 4.1 – Modelos de rotas de povoamento para a América do Sul. Fonte: adaptado de Dixon (2001), de Wade (2017), de Posth *et al.* (2018) e de Moreno-Mayar *et al.* (2018)

4.2 INDICADORES ARQUEOECOLÓGICOS NA AMAZÔNIA PRÉ-COLONIAL

Evidências arqueológicas têm demonstrado que a colonização humana na Amazônia, além de ter coincidido com o início do Holoceno, resultou na formação de padrões ecológicos típicos, no cerne da floresta tropical. Tais padrões estão relacionados às sociedades de caçadores-coletores, as quais forjaram as bases das sociedades agricultoras posteriores, inicialmente, sobre as terras firmes interfluviais e, posteriormente, sobre as várzeas (MAGALHÃES, 2016).

Para Neves (2006), a Amazônia é ocupada, desde mais de 10.000 anos a.C., em alguns casos, por populações de milhares de pessoas, pressupondo-se, nesse sentido, que a floresta atual, que recobre sítios arqueológicos, tenha, além de uma história natural, uma história cultural, impossibilitando entender os aspectos naturais, sem considerar a influência humana e vice-versa.

Uma das fortes evidências da ação humana na Amazônia compreende as chamadas Florestas Culturais, Antropogênicas ou Domesticadas. Tais florestas ocorrem em terras interfluviais e em planícies de inundação (ROOSEVELT, 2013). Algumas florestas amazônicas apresentam evidências, que sugerem elevado grau de domesticação. Tais formações foram altamente modificadas, como aquelas, com altas concentrações de castanheiras e de cipós, situadas no interflúvio dos rios Purus e Madeira, nas florestas de Carajás e no médio e baixo curso do rio Amazonas.

As trajetórias percorridas por grupos humanos, dentro da floresta, representam fortes indícios das transformações, impostas às composições vegetacionais. Durante as caminhadas, as atividades destes grupos humanos promovem mudanças na distribuição e na abundância das espécies desejadas, para que estas plantas estivessem distribuídas, ao longo das rotas de movimento humano.

Restos botânicos paleoindígenas sugerem que os primeiros colonos iniciaram o desenvolvimento de florestas culturais na Amazônia, na forma de florestas menos densas e com elevada concentração de palmeiras de terras altas e de várzeas, configurando-se como evidência antropogênica, associada a grupos humanos antigos na região (SHOCK; MORAES, 2019), assim como na Ilha de Marajó e em Santarém, em que florestas mais abertas sugerem aumento da pressão antrópica (ROOSEVELT, 2013). Para Levis *et al.* (2017), a domesticação de plantas na Amazônia (ex.: castanha do Brasil, ingá, uva da Amazônia, abiu, cacau) teve início, antes de 8.000 a.C., principalmente, na periferia da bacia.

Roosevelt (2013), com base em evidências arqueobotânicas, levantadas na caverna Pedra Pintada (Monte Alegre, PA), afirma que a floresta amazônica era uma formação antrópica dinâmica, que foi parcialmente arborizada, cultivada e manejada pelos grupos humanos de caçadores-coletores. Os primeiros impactos humanos nessa paisagem foram, provavelmente, alterações na composição de espécies das florestas, sugerindo que a população indígena estava favorecendo certas espécies de plantas úteis, através da dispersão de sementes (ROOSEVELT *et al.*, 1996).

Balée (2013) estabelece que pelo menos 11,8% da floresta de terra firme da Amazônia brasileira (390.000 km²) possui origem antrópica, mensurados através da distribuição espacial

de formações vegetais, que não ocorreriam, naturalmente, como florestas de bambu, de cipós e castanhais. Magalhães (2008) estima que 60% da floresta possa ter vivenciado algum nível de manejo antrópico no período Pré-Colonial.

Em sítios arqueológicos situados na porção Sul da Serra de Carajás, a vegetação constitui uma floresta ombrófila submontana, com alta incidência de cipós e claramente distinta da cobertura vegetal do entorno, com dossel mais baixo e mais aberto, com ausência de árvores emergentes e com ocorrência de concentrações de castanheiras (MAGALHÃES, 2016). Balée (2013) se refere a esses padrões de vegetação como florestas antropogênicas, sublinhando que a ocorrência elevada de concentrações de castanhais possui estreita relação com solos de Terra Preta do Índio.

Levis *et al.* (2017) realizaram pesquisa sobre a dispersão de espécies florestais antropogênicas na Amazônia Pré-Colonial e detectaram que as florestas mais próximas de sítios arqueológicos ou rios abrigam um conjunto maior de espécies domesticadas. Um dos maiores impactos da ação humana foi detectado em florestas localizadas em sítios arqueológicos, no sudoeste e no Leste da Amazônia. Para os autores, a abundância de espécies domesticadas foi maior na periferia Sul da bacia, favorecida pela sazonalidade do nível das chuvas da Amazônia, em que as florestas sazonais e as florestas abertas em zonas de transição foram importantes ecossistemas para os primeiros seres humanos.

Outras transformações antrópicas na cobertura vegetal estão registradas sobre as Terras Pretas do Índio (TPI), em que há alta variedade e concentração de espécies úteis. Sociedades holocênicas na Amazônia pré-histórica formaram extensos depósitos de resíduos e de construções, como, por exemplo, na paisagem das planícies de inundação do Marajó, nas planícies costeiras das Guianas, nos llanos de Mojos, na Bolívia, bem como no médio e no baixo rio Amazonas (COSTA *et al.*, 2010). A TPI é resultado de enormes depósitos de lixo, de práticas de campo e de plantios de árvores, configurando-se como um solo cultural profundo, escuro e rico em nutrientes (ROOSEVELT, 2013).

Entre as cidades de Santarém e Manaus, no estado do Pará, aparecem muitas TPI, algumas, datadas em torno de 2.500 anos AP, cujos sítios ocupam a borda de rios e de lagoas entre as referidas localidades (PROUS, 2006). Magalhães (2016) ressalta que atividades humanas que modificam o solo na Amazônia também incluem atividades domésticas cotidianas, como queima, descarte de lixo e cultivo (MAGALHÃES, 2016).

Para Clement *et al.* (2015), quase 1% dos solos amazônicos são compostos por TPI, sobre os quais crescem aproximadamente 83 espécies nativas, que contêm populações com algum grau de domesticação, concluindo que plantas domesticadas ocorrem em paisagens

domesticadas. Estimativas da extensão da TPI sugerem totais populacionais ainda maiores. Sombroek *et al.* (2003 apud CLEMENT *et al.*, 2015) estimaram uma média de 0,2% de TPI na Floresta Amazônica, entretanto ressaltam que esta estimativa possa ser muito conservadora, considerando que alguns tributários do rio Amazonas têm altas densidades deste tipo de solo (ex.: Madeira, Tapajós, Xingu).

Além da TPI, outros indícios têm sido utilizados como evidências antrópicas, tal qual a ocorrência de assentamentos de grandes proporções, a construção de montículos e tesos e de estruturas de terra em formato geométrico (geoglifos) (DENEVAN 2003; SCHAAN *et al.*, 2007).

Os montes ou montículos representam relevos antropogênicos, construídos para elevar superfícies, para fins residenciais, sociais, rituais, simbólicos, defensivos, de transporte ou agrícolas. Todas essas estruturas apresentam evidências sedimentológicas de suas origens e de uso como artefatos humanos (ROOSEVELT, 2013). Nas porções central e oriental da Ilha de Marajó (PA), a quantidade dessa forma de relevo ultrapassa 400 unidades (ROOSEVELT, 1991; SCHAAN, 2007). A maioria dos montes formava plataformas, que sustentavam vilarejos acima do nível de inundação, constituindo uma anomalia na topografia, geralmente plana, da ilha (ROOSEVELT, 2013), tendo sido construídos, na sua maioria, entre 400 e 1300 d.C.

Na confluência dos rios Negro e Solimões, mais de 100 sítios arqueológicos indicam grandes modificações na paisagem (NEVES, 2006). Pesquisas realizadas nas margens das paisagens arqueológicas do baixo rio Trombetas e na área interfluvial Trombetas/Nhamundá indicam feições similares às do alto rio Xingu e da Amazônia central, com ocorrência de áreas circulares, ao redor dos montículos (GUAPINDAIA, 2008 apud MAGALHÃES, 2016).

Com relação aos geoglifos, Roosevelt (2013) enfatiza que se tratam de monumentos bem diferentes das demais evidências do ser humano pré-histórico, constituindo construções artificiais em terras secas e não inundadas, com datações associadas ao início da Era Cristã. Tais aterros se estendem, desde o estado do Acre, até às proximidades da fronteira com a Bolívia, seguindo, a Leste, sobre a Bolívia, atingindo o Oeste de Rondônia, bem como a várzea amazônica na confluência dos rios Acre e Purus (SCHAAN, 2007).

Para Schaan (2004), os geoglifos parecem ter sido locais de encontro, de realização de cerimônias ou, ainda, centros de intercâmbio, tendo em vista a baixa densidade de vestígios (cerâmicas, líticos, carvão). As primeiras datações para esses trabalhos de terraplenagem apontam para a marca de 1.200 anos a.C., mas a maior parte das construções parece ter sido realizada durante o primeiro e o segundo milênios d.C. (MANN, 2005).

Outras ocupações também revelam evidências precoces de produção ceramista e de intervenção intensa do ser humano nos ecossistemas amazônicos, associadas a indícios faunísticos, líticos e cerâmicos. Entre estes indicadores, destacam-se os sambaquis do sítio Taperinha no baixo rio Amazonas (7.500 anos AP e 4.000 anos AP), sítios cerâmico-sambaquis no litoral do estado do Pará (5.000 anos AP) (ROOSEVELT *et al.*, 1991), registros paleoecológicos de sedimentos de carvão vegetal no morro dos Seis Lagos, no noroeste da Amazônia (5.600 anos AP) (BUSH *et al.*, 2007), além de outros sambaquis no baixo rio Amazonas (~7.000 anos AP) e ao longo do rio Xingu (5.000 anos AP a 3.000 anos AP) (SCHAAN, 2009).

As evidências antropogênicas têm apresentado uma estreita relação com as condicionantes do meio ambiente que as circundam, no entanto ambas acabam se retroalimentando, seja através da evolução natural da biodiversidade, seja pela diversificação de paisagens antropogênicas, impulsionadas pela forma, pela qual o ser humano vem manejando tais recursos naturais. A Figura 4.2 apresenta um mosaico de indicadores antropogênicos pré-coloniais.

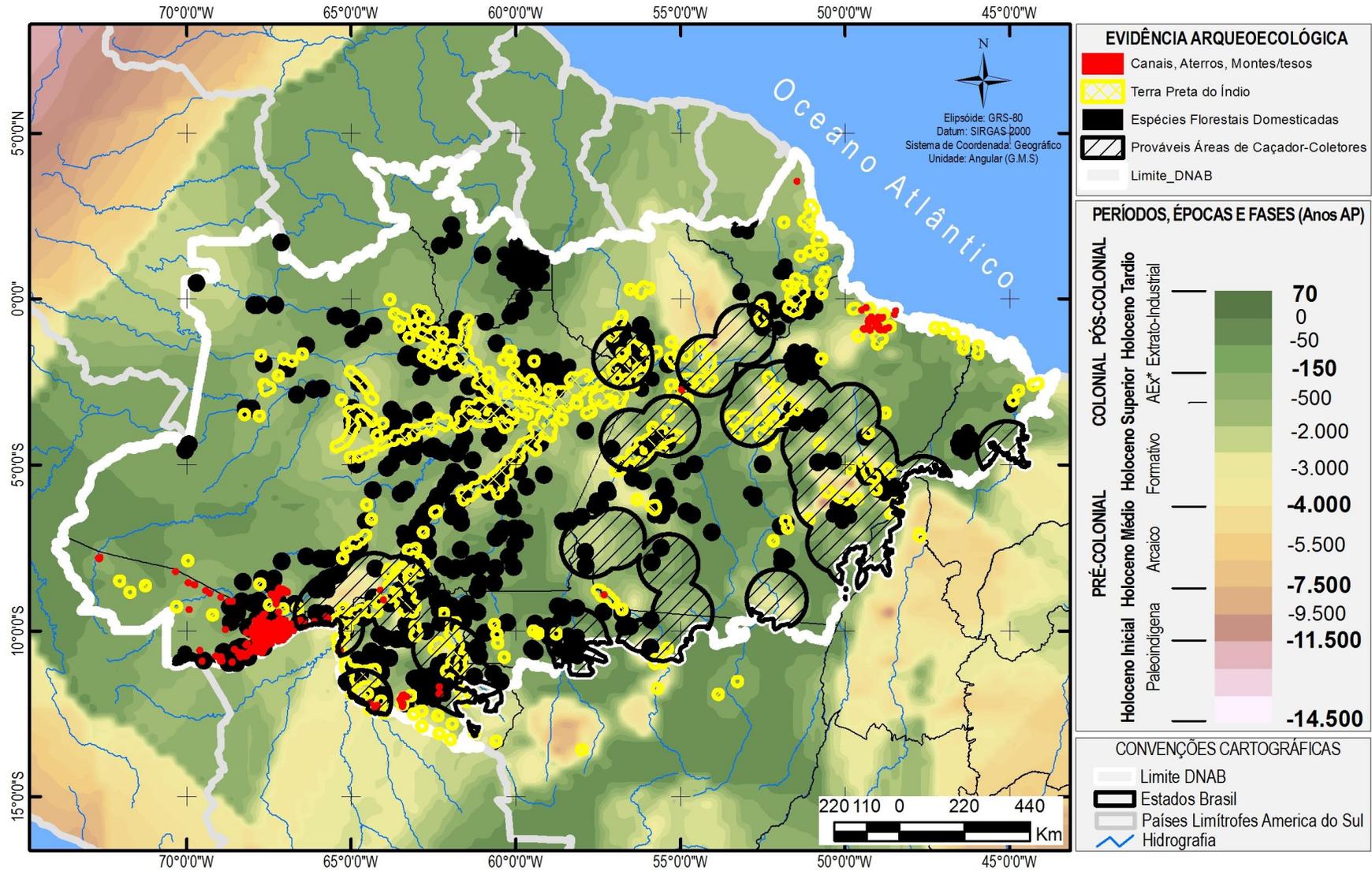


Figura 4.2 – Evidências arqueológicas na Amazônia brasileira Pré-Colonial. Fonte: elaborado pelo autor (2021), a partir de IBGE (2016), de Schaun (2007), de Costa *et al.* (2010), de McMICHAEL *et al.* (2014), de Clement *et al.* (2015), de Levis *et al.* (2017), de Bandeira (2018) e de IPHAN/CNSA (2018)

4.3 CONTINENTALIZAÇÃO E POVOAMENTO: PERIODIZAÇÃO DA EXPANÇÃO HUMANA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Sítios arqueológicos situados em locais distantes têm demonstrado significativas correlações temporais na Amazônia, evidenciando que a ação humana vem operando e perpassando uma diversidade de ecossistemas. Perspectivas divergentes têm se consolidado nas últimas décadas, apontando para a eclosão de conjuntos de eventos e de manifestações socioespaciais na floresta amazônica, em razão, principalmente, da descoberta e do adensamento de evidências cada vez mais contundentes.

Shock e Moraes (2019) afirmam que a realidade dos primeiros grupos humanos na região era diferente, que as pessoas não se deslocavam diariamente para áreas mais distantes, mas, sim, estabeleciam rotas de aquisição de recursos, permitindo o conhecimento dos locais e do pulso da vida ecológica, iniciando os processos de manejo de plantas e de ocupação espacial.

Os primeiros grupos situados na borda da floresta amazônica (Pleistoceno Tardio) apresentavam um estágio socioeconômico “marginal” à floresta tropical, em razão de condições ecológicas limitantes a sua expansão, impostas por uma floresta densa e por ecossistemas provavelmente pouco conhecidos (PROUS, 1992). A autora ressalta que houve um movimento migratório de populações subandinas, que saiu da Colômbia, rumo ao litoral atlântico, deparando-se com a foz do rio Orinoco, aonde teria ocorrido uma separação em dois grupos: um, rumo às Antilhas; outro, rumo ao litoral das Guianas, até à foz do Amazonas.

Evidências no Norte da Amazônia apontam para a ampliação e para a diversificação do processo inicial de ocupação (~11.000 anos AP a 8.000 anos AP), corroborando a ideia da presença de grupos humanos no médio e no baixo rio Amazonas, possivelmente, através de rotas, iniciadas ao Norte do Planalto das Guianas, entrando no Brasil, através de afluentes do rio Amazonas e do corredor savânico do baixo Amazonas (BUENO; DIAS, 2015).

Os primeiros seres humanos a ocuparem a Amazônia chegaram, possivelmente, através das savanas, localizadas sobre os baixos platôs, quando o clima regional era menos úmido e menos quente, relativamente ao da atualidade (PROUS, 2006). Este autor observa que, entre 18.000 anos AP e 12.000 anos AP, a Amazônia apresentava um clima mais seco, frente às condições atuais, o que teria resultado no recuo moderado da floresta e, possivelmente, na abertura de um “corredor” de vegetação, semelhante ao de uma savana.

Durante o último máximo glacial², a floresta pluvial estaria representada por algumas dezenas de refúgios, circundados por savanas ou apenas por ilhas de fragmentos florestais (AB'SABER, 1977, 1979). Muitos destes nichos de savanas perduram em alguns locais da Amazônia, com abundantes evidências de ocupação humana, ainda na fase de caçadores-coletores, como Santarém, Monte Alegre, Alenquer e Marajó Oriental. Posteriormente, no Holoceno Médio, com a estabilização de um clima mais quente e mais úmido, a floresta pluvial volta a predominar (KAMPF; KERN, 2005 apud COSTA *et al.*, 2010).

Magalhães (2016) acrescenta que a colonização se firmou por quase toda a região amazônica, feita por populações que manejavam intensamente os recursos da floresta, contrapondo-se à hipótese de incapacidade de suporte ecológico a grupos de caçadores-coletores (PROUS, 2006), em razão da longa permanência de grupos no cerne da floresta — caverna da Pedra Pintada (ROOSEVELT, 1996).

Com base em evidências arqueológicas e nas tipologias de uso contemporâneo, foi possível estabelecer, para a Amazônia brasileira holocênica, três períodos históricos (Pré-Colonial, Colonial e Pós-Colonial), cinco fases socioprodutivas (Paleoindígena, Arcaica, Formativa, Descomplexificação e Diversificação) e quatro épocas temporais (Holoceno Inferior (≥ 11.500 anos AP a 7.500 anos AP), Holoceno Médio (7.500 anos AP a 4.000 anos AP), Holoceno Superior (4.000 anos AP a 150 anos AP) e Holoceno Tardio (≥ 150 anos AP)).

4.3.1 Período Pré-Colonial: dos caçadores-coletores às sociedades complexas e à diversidade ambiental

O período Pré-Colonial tem início com as ocupações espaciais, promovidas pelos primeiros grupos humanos, até o contato entre as sociedades indígenas amazônicas e os colonizadores europeus. Este espectro temporal foi forjado, a partir do agrupamento e da contextualização de evidências da ação do ser humano materializadas nas paisagens, compreendendo as fases e os eventos socioespaciais, associados aos primeiros grupos humanos de caçadores-coletores da fase Paleoindígena, seguidas dos grupos ceramistas da fase Arcaica, culminando nas sociedades complexas agrícolas da fase Formativa.

Para Roosevelt (2017), os primeiros grupos humanos na Amazônia apresentavam elevada mobilidade socioespacial, partindo da premissa de que se constituíam em caçadores-

² Evento climático ocorrido há aproximadamente 20.000 anos AP, caracterizado pela redução da insolação, pela retração do nível do mar e pela expansão da superfície das calotas polares (LABEYRIE *et al.*, 2003).

coletores. Sob a perspectiva da diversidade ambiental, tais grupos teriam tido amplo espectro de recursos, especialmente, em ecótonos ecológicos (SHOCK; MORAES, 2019), marcando, assim, a primeira fase socioprodutiva da Amazônia: a Paleoindígena.

4.3.1.1 Fase Paleoindígena

Os primeiros grupos humanos de caçadores-coletores tiveram um papel fundamental no desbravamento e no estabelecimento de rotas, no contexto da Floresta Amazônica, o que teria possibilitado e/ou facilitado o desencadeamento de processos migratório futuros e condicionado uma relação contínua e evolutiva do ser humano com paisagens cada vez menos desconhecidas.

Bueno e Dias (2015) ressaltam que a interação com paisagens tropicais distintas foi marcada pela sazonalidade das chuvas, em que os grupos de caçadores-coletores teriam investido em estratégias generalistas, ora priorizando espécies das áreas savanizadas, ora aprimorando sua adaptação, junto às espécies da floresta tropical.

Outras evidências, associadas aos caçadores-coletores, são encontradas na Amazônia (12.400 anos AP e 9.000 anos AP), como o sítio Caverna da Pedra Pintada, em Monte Alegre (PA) (ROOSEVELT *et al.*, 1996), a Lagoa Curuçá, na zona litorânea paraense, o sítio Dona Stela, no estado do Amazonas (NEVES, 2006), o sítio Abrigo do Sol, no estado do Mato Grosso (ERIKSEN, 2011), as grutas do Gavião e do Piquiá, na serra Norte de Carajás (MAGALHÃES, 2016) (Quadro 4.2).

Em Carajás, indícios carbonizados, levantados na Gruta do Piquiá, e pontas unifaciais, encontradas no sítio Mirim, em Salobo (PA), evidenciam que as ocupações iniciais se estendem, até 6.000-7.000 anos AP (MAGALHÃES, 2016), no entanto, apresentando curta duração SCHAAN (2009).

Ao final do Holoceno Inicial (~7.000 anos AP), evidências líticas bifaciais, semelhantes àquelas da cultura Clóvis, foram encontradas no garimpo Castelo dos Sonhos, no rio Anuá (Altamira, PA) e no sítio Prainha II, à margem direita do alto rio Madeira (Nova Mamoré, RO) (MAGALHÃES, 2016).

Os processos de expansão e de povoamento da Amazônia podem ter sido favorecidos pelos vales dos grandes rios, desencadeando rápidos deslocamentos de caçadores-coletores. De acordo com Bueno e Dias (2015), este modelo fluvial prevê a existência de pontos de acesso em certas áreas, constantemente ocupadas, ao longo de milênios, o que resultaria em agrupamentos de sítios com longas sequências stratigráficas.

Considerando o conjunto de evidências, associado aos primeiros grupos humanos na região amazônica, Magalhães (2016) comenta que, a partir de 7.000 anos AP, o ser humano já havia se espalhado por diferentes partes da bacia, como nas regiões de Carajás, de Santarém, do médio Caquetá, das savanas Guianenses, entre outras, inaugurando um novo contexto socioprodutivo: a fase Arcaica.

4.3.1.2 Fase Arcaica

A transição da fase Paleoindígena para a Arcaica é caracterizada pelo início da produção cerâmica. No baixo rio Amazonas, foram encontrados os vestígios cerâmicos mais antigos do continente americano (8.000 anos AP) (ROOSEVELT *et al.* 1991). Diferentes partes da Amazônia já eram ocupadas, desde cerca de 7.000 anos AP. As evidências vêm de locais diversos, como a costa paraense, o baixo e médio rio Amazonas, a serra dos Carajás (PA), a Bacia do rio Jamari (RO), a região do rio Caquetá (Colômbia), o baixo rio Negro (AM) e o alto rio Orinoco (Venezuela). Para Neves (2006), tais habitats foram ocupados por populações com economia baseada na caça, na coleta e na pesca, antes do advento da agricultura.

Depósitos identificados no médio rio Amazonas, associados à cultura Paituna e datados entre 7.580 anos AP - 6.625 anos AP e 4.000 anos AP - 2.000 anos AP confirmam a exploração especializada da fauna fluvial, bem como artefatos das primeiras culturas de cerâmica (ROOSEVELT *et al.* 1996). Com relação às evidências precoces da produção cerâmica, Prous (1992) ressalta a presença de tais artefatos em sítios arqueológicos, próximos à caverna Pedra Pintada, em Roraima, datados de 4.000 anos AP.

Evidências em várias partes da Amazônia são interpretadas como indicativos de uma horticultura primitiva, em andamento entre 8.000 anos AP e 5.000 anos AP, no entanto, somente a partir de 4.000 AP se dá o surgimento de sociedades baseadas na agricultura, como, por exemplo, no Lago Geral, em Taperinha, no médio Amazonas (ERIKSEN, 2011). Para Magalhães (2016), trata-se de um momento, em que a entropia da organização social das culturas dos caçadores-coletores pioneiros culmina na intensificação do manejo de plantas selecionadas de espécies tipicamente vegetacionais (ex.: pequiá, bacaba, castanha-do-pará, copaíba, mandioca).

Existe um intervalo de cinco mil anos entre as primeiras evidências da indústria cerâmica e a efetiva prática agrícola (8.000 anos AP a 3.000 anos AP), provavelmente, associado à resposta dos grupos humanos às mudanças climáticas ocorridas no Holoceno

Médio, quando o clima teria ficado mais seco e os recursos naturais, reduzidos (NEVES, 2006).

Por volta de 5.000 anos AP, alguns moradores da Amazônia, com economias baseadas na caça, na coleta e na pesca, passaram a priorizar a horticultura florestal, dando origem à cultura Formativa, caracterizada como precursora de sociedades complexas (ROOSEVELT, 2013).

4.3.1.3 Fase Formativa

A passagem da fase Arcaica para a Formativa desencadeou modificações intensas em algumas espécies vegetais, a ponto de estas não se reproduzirem mais, sem a intervenção humana, emergindo um novo estágio de desenvolvimento social, através do estabelecimento de novos modos de vida e de novas relações com a natureza (LUI; MOLINA, 2009).

A fase Formativa, correspondente aos quatro milênios antecedentes à colonização europeia, aproximadamente, caracterizou-se pela consolidação do sedentarismo humano, pelo adensamento populacional da calha do rio Amazonas e pela expansão agrícola. Neste período, estabeleceram-se sociedades complexas, condicionadas por revoluções tecnológica e social, que resultaram na intensificação da transformação das paisagens amazônicas.

Entre 4.000 anos AP e 3.000 anos AP, a região experimenta uma grande explosão demográfica de populações caçadoras-coletoras-pescadoras, favorecida pelo incremento da disponibilidade de terras férteis de várzea, principalmente, no baixo rio Tapajós, no baixo rio Amazonas e no litoral amazônico (ROOSEVELT *et al.*, 1996; COSTA *et al.*, 2010; MAGALHÃES, 2016).

Indicadores das transformações ecológicas são as formações sambaquis e as Terras Pretas do Índio (TPI). Os sambaquis estão descontinuamente distribuídos, desde a Ilha de São Luís (Maranhão), até o vale do Guaporé (Rondônia), passando pelo litoral do Salgado (nordeste do Pará), pela Ilha de Marajó, pelo litoral do Amapá, pelo baixo rio Xingu, pela embocadura do rio Tapajós (Santarém, PA) e por Itapiranga (Amazonas) (NEVES, 2006; SCHAAN, 2009). Para Schaan (2009), tais evidências constituem um primeiro ensaio de ocupação mais permanente de áreas ribeirinhas, que se realizou plenamente, somente ao final do primeiro milênio da Era Cristã. Com relação às TPI, Lui e Molina (2009) ressaltam que, apesar dos primeiros indícios da formação deste tipo de solo ainda remeterem à fase Arcaica (ex.: Rondônia), foi na fase Formativa que sua distribuição e sua frequência aumentaram.

A TPI se concentra predominantemente em áreas de terra firme da Amazônia (ex.: depressões/vales e interflúvios), como na foz do rio Tapajós (Santarém, PA), no Sul da Amazônia (Altamira, PA) e no noroeste da Amazônia (Araracuara, Colômbia) (KÄMPF e KERN, 2005; ROOSEVELT, 2013). Para Neves e Hubbe (2003), a data destes solos é mais remota (3.000 anos AP a 2.000 anos AP), sendo atribuída a povos coletores e horticultores. Com relação ao Sul da Amazônia, Clement *et al.* (2015) ressaltam a existência de evidências agrícolas, associadas à TPI, em assentamentos complexos (~2.000 anos AP) e nas cabeceiras dos rios Xingu, Tapajós, Madeira e Purus.

Ao longo de planícies e de terraços, que acompanham o rio Amazonas e os seus principais afluentes (ex.: Trombetas, Tapajós), uma elevada concentração de TPI evidencia a ocupação por sociedades Pré-Coloniais. Estas sociedades se estendiam por ambientes ecológicos diversos, como nas savanas (Ilha de Marajó), no médio e baixo rio Amazonas e nos campos elevados (Acre).

Na Ilha de Marajó, a cultura ceramista tem sua origem atrelada à aglutinação gradativa, entre 3.500 anos AP e 500 anos AP, de pequenas aldeias de diferentes etnias, espalhadas ao Norte, ao sudeste e ao centro da ilha, vivendo da caça, da pesca, da coleta e da agricultura itinerante (MAGALHÃES, 2016). A cerâmica marajoara se espalhou, ao longo dos rios Amazonas e Solimões e dos seus principais afluentes (NEVES, 2006).

A presença de evidências sugere que populações estavam densamente distribuídas, abrangendo, não, somente, as várzeas dos grandes rios, mas, também, as terras firmes e as margens de rios tributários, destacando-se a área entre o baixo rio Trombetas e o Lago de Faro, situado no baixo rio Nhamundá, em que foram identificados fragmentos cerâmicos com datações entre 2.200 anos AP e 600 anos AP (MAGALHÃES, 2016).

Neves (2006) sugere que, na região do alto Madeira, também foi revelada uma das mais antigas cerâmicas da Região Amazônica, associadas às tradições Pocó-Açutuba (~3.000 anos AP) e Policromada (~2.000 anos AP - 1.000 anos AP), contrapondo-se à fase Marajoara (300 anos d.C.), tida como a cerâmica policromada mais antiga da Amazônia.

No início da Era Cristã, aterros artificiais foram levantados em ambientes inundáveis da Ilha de Marajó, para permitir a permanência humana, durante épocas de cheia. Por volta de 500 anos d.C., multiplicam-se estes montes, sobre os quais aparece uma cerâmica de excepcional qualidade, denominada “marajoara”, ao longo dos rios principais e ao redor do Lago Arari, associados a fragmentos de cerâmica e à TPI (PROUS, 2006; SCHAAN, 2009).

Durante a segunda metade do primeiro milênio d.C., a intensificação da agricultura e o desenvolvimento da tecnologia da cerâmica, associados à ocorrência de TPI, estavam

presentes na área do alto rio Negro. De acordo com Denevan (2003), o alto curso do rio Madeira era uma das várias áreas habitadas por grandes populações de agricultores sedentários nos tempos pré-colombianos. Nesse contexto, destaca-se, também, a cerâmica de Santarém, evidenciada em interflúvios, associados à TPI (GOMES, 2000).

Organizações de assentamentos agrícolas parecem ter se difundido pelo sudoeste da Amazônia, durante os séculos finais antes de Cristo (de 400 anos a 100 anos a.C.), em que construções de terraplenagens, denominados geoglifos, passaram a fazer parte da organização da paisagem, ao Norte do estado do Acre (ERIKSEN, 2011). Entretanto, peças cerâmicas encontradas nos estados do Acre e de Rondônia, datadas entre 2.000 anos AP e 2.600 anos AP, têm demonstrado que o ser humano já dominava a agricultura, pois tais ocupações coincidem com a plantação dos grandes castanhais da região (NICOLI *et al.*, 2001 apud COSTA *et al.*, 2010).

Por volta de 1.000 a.C., até cerca de 1.450 d.C., a população humana Pré-Colonial da Amazônia experimentou um grande surto desenvolvimentista, com aumento da população, que passou a ocupar as grandes áreas de várzea e outras partes de terras firmes. Entretanto, a evolução milenar destes povos foi abruptamente interrompida pela chegada de grupos humanos, oriundos de além-mar — os colonizadores europeus —, marcando o surgimento de um novo contexto histórico na região: o período Colonial.

O Quadro 4.2 e a Figura 4.3 apresentam a relação e a distribuição espacial de artefatos, associados ao período Pré-Colonial.

Quadro 4.2 – Relação de alguns sítios arqueológicos na Amazônia Pré-Colonial

SÍTIO	DATAÇÃO (AP)	LOCAL/REGIÃO	EVIDÊNCIAS/ ATRIBUTOS	REFERENCIAL
Fase Paleoindígena				
Abrigo do Sol	14.000 a 9.000 anos	Cabeceira do rio Guaporé (MT)	Sedimentos carbonizados	Eriksen, (2011)
Abrigos e cavidades	13.000 anos	Município de Rurópolis (PA)	Arte rupestre, pinturas e gravuras	Shock e Moraes (2019)
Pedra Pintada	12.000 a 9.000 anos	Monte Alegre (PA)	Espécies domesticadas	Bueno (2010); Neves (2006)
Lagoa Curuçá	10.000 anos	Litorânea paraense	Partículas de carvão	Neves (2006)
Dona Stela	9.000 anos	Estado do Amazonas	Pontas líticas	Neves (2006)
Gruta do Gavião e do Piquiá	9.000 anos	Serra de Carajás/Sul da Amazônia	Restos vegetais fossilizados	Eriksen (2011); Bueno (2010)

Fase Arcaica				
Castelo dos Sonhos	7.000 anos	Rio Anuá (Altamira, PA)	Pontas líticas bifaciais	Magalhães (2016)
Paituna	7.500 a 4.500 anos; 4.000 a 2.000 anos	Médio curso do rio Amazonas	Sedimentos orgânicos, cerâmica	Roosevelt <i>et al.</i> (1996)
Taperinha e sambaquis	7.500 e 4.000 anos	Baixo Amazonas/foz do rio Tapajós	Sambaquis (lítico e cerâmica)	Roosevelt (1991); Schaan (2009)
Sambaquis do Salgado	5.000 anos	Litoral do Pará	Cerâmica, sambaquis	Roosevelt <i>et al.</i> (1991)
Fase Formativa				
Complexo de sítios do rio Jamari	~ 4.000 a 300 anos	Região do rio Jamari	Artefatos cerâmicos, TPI	Eriksen (2011)
Complexo de sítios aldeia	3.500 a 500 anos	Ilha de Marajó	Artefatos cerâmicos	Magalhães (2016)
Complexo de sambaquis	3.000 anos	Baixo e médio rio Amazonas	Artefatos cerâmicos, TPI	Kämpf e Kern (2005)
Sítios de TPI	3.000 a 2.000 anos	Foz do rio Tapajós, Altamira	Terra Preta do Índio	Roosevelt (2013)
Complexo de sítios	3.000 a 1.000 anos	Alto rio Madeira	Artefatos cerâmicos	Neves (2020)
Complexos de TPI	2.000 anos	Rios Xingu, Tapajós, Madeira	Terra Preta do Índio	Clement <i>et al.</i> (2015)

Fonte: organizado pelo autor (2021)

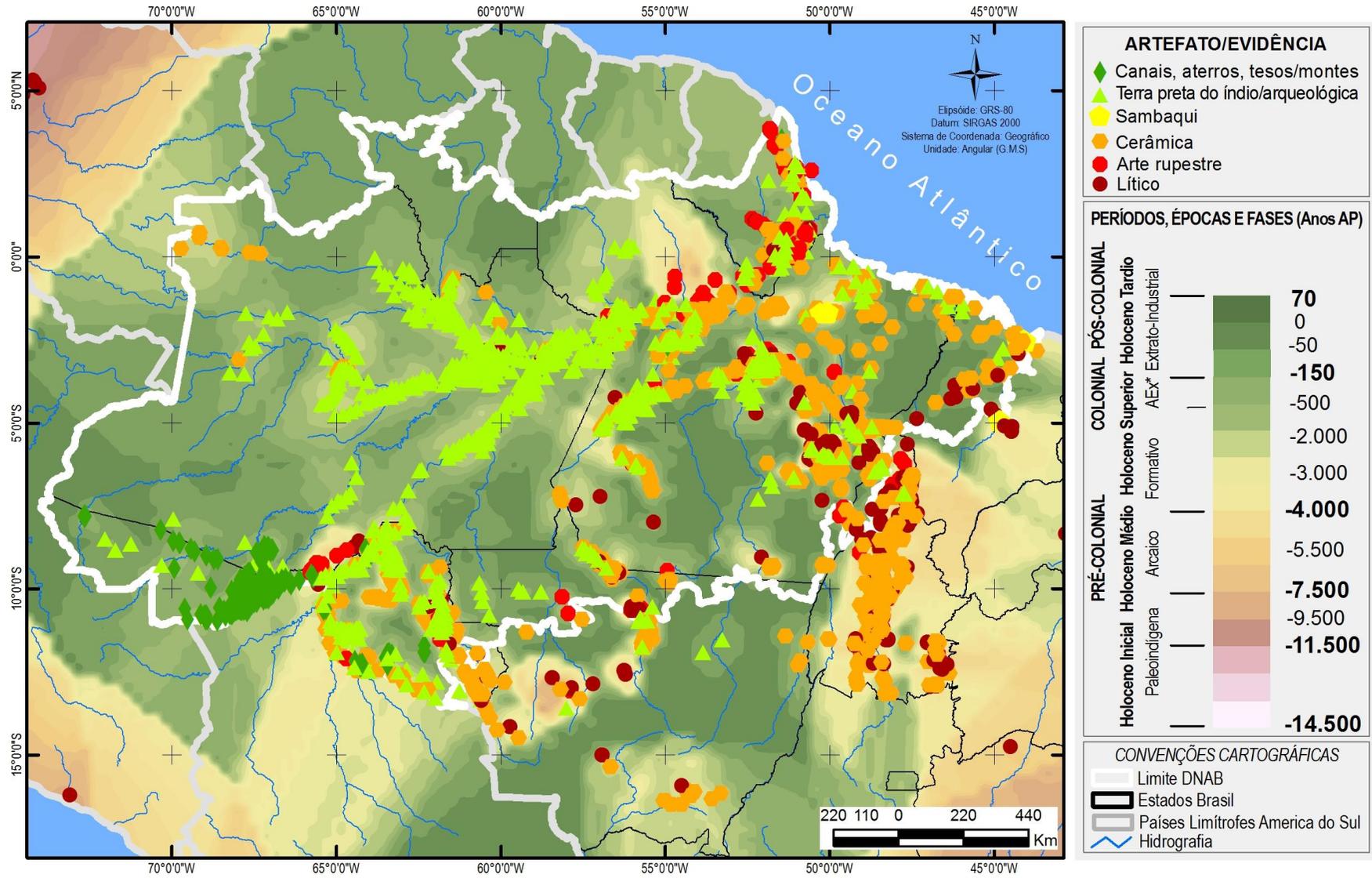


Figura 4.3 – Artefatos/evidências da ação humana na Amazônia Pré-Colonial. Fonte: elaborado pelo autor (2021), a partir de IBGE (2016), de Schaan (2007), de McMICHAEL *et al.* (2014), de Bandeira (2018) e de IPHAN/CNSA (2018)

4.3.2 Período Colonial: retração socioespacial e expropriação territorial

A "recolonização" da Amazônia ocorre na segunda metade do século XV, protagonizada inicialmente por espanhóis, por ingleses, por franceses, por holandeses e por portugueses, ficando o domínio da maior parte da região nas mãos das duas nações ibéricas.

Antes de o colonizador chegar à região, esta já era habitada por grupos sociais, complexos e hierarquizados, principalmente, durante os últimos dois milênios anteriores à conquista, quando estas sociedades alcançaram uma estabilidade adaptativa de larga escala têmporo-espacial na região, que persistiu por mais de mil anos (ROOSEVELT, 1992).

A bacia amazônica era densamente ocupada por diferentes povos indígenas, ao final do século XV, com modos de vida marcados pela diversidade, em que alguns grupos viviam em assentamentos, que, posteriormente, passariam a ser chamados de cidades (ex.: Santarém (PA), Manaus (AM), Manacapuru (AM), Tefé (AM)) (NEVES, 2006).

Relatos sobre o contato das sociedades indígenas amazônicas com os europeus descrevem aglomerações populacionais, situadas em áreas de terra firme, com grupos de 1.000 a 10.000 pessoas, no alto rio Xingu, na foz do rio Tapajós, nas savanas do Marajó, nas planícies de Mojos e do rio Orinoco (DENEVAN, 2003; CLEMENT *et al.*, 2015).

Denevan (1992, 2003) fez estimativas populacionais para várias regiões do continente americano, pelas quais aproximadamente cinco milhões de pessoas ocupavam a bacia amazônica no ano de 1492. Nesta perspectiva, Cehila (1992 apud HOMMA, 2001) observa que a população indígena da bacia amazônica era estimada em dois milhões de habitantes, dos quais 950.000 ocupavam as várzeas, compreendendo 2% do ecossistema amazônico (densidade populacional de 14,6 hab./km²) e um milhão vivia nas terras firmes, representando 98% do ecossistema amazônico (densidade populacional de 0,2 hab./km²).

Com a colonização, a estimativa deste cenário sofre expressiva redução, restando, em 1650, em torno de 90% do total de habitantes, em 1492, e ao redor de 30%, em 1750, somando-se índios, europeus e escravos (DENEVAN, 2003). Tal redução foi potencializada, inicialmente, por incursões de reconhecimento ao baixo rio Amazonas (século XVI), as quais promoveram o contato das populações nativas com doenças, que, provavelmente, foram espalhadas e dizimaram grupos nativos inteiros. Por outro lado, tais estimativas são consideradas conservadoras (ARROYO-KALIN, 2017), se comparadas a projeções mais progressistas, que estimam populações indígenas entre cinco e oito milhões de pessoas (NEVES, 2006; DENEVAN, 2003; CLEMENT *et al.*, 2015).

Com o contato europeu, a ocupação humana na região começou a receber novas influências e os modos de subsistência das populações nativas sofreram mudanças (DENEVAN, 2003). Para Roosevelt (2013), tal contato desencadeou grandes impactos sobre a organização sociocultural vigente, em razão da imposição de um modo de vida divergente do dos grupos indígenas, resultando no abandono de povoados e de zonas produtivas.

Nas margens ocidentais da região Sul da Amazônia (ex.: alto rio Xingu), o encontro entre europeus e grupos indígenas também ocorreu (em 1532), no entanto, em grande parte desta região, a penetração europeia não foi tão rápida quanto nas extremidades Leste e Oeste, ficando a invasão desta porção para o final do século XIX (ERIKSEN, 2011).

Existem inúmeros indícios de contato e de intercâmbio entre vários grupos indígenas do Oeste da Amazônia. De acordo com Reeve (1993 apud ERIKSEN, 2011), o padrão de comércio na região seguiu três vias: uma, representada pelo fluxo de mercadorias entre a área andina e a Amazônia ocidental (Madeira-Madre de Díos, Ucayali, Huallaga, Napo e Amazonas), estendendo-se mais a Leste (meio e baixo rio Amazonas); outra, ocorrida ao longo do rio Negro, até o médio rio Amazonas; e uma terceira via, originada nos Llanos de Mojós (Norte da Bolívia) e desenvolvida, ao longo do rio Madeira, até o médio rio Amazonas.

Os missionários jesuítas chegaram ao Oeste da Amazônia, em 1638, e sua influência sobre os grupos indígenas foi substancial, até que foram expulsos da área, em 1767. Embora os missionários conseguissem controlar grande parte do comércio na Amazônia ocidental, durante o século XVII, o intercâmbio direto entre grupos indígenas continuou. O comércio indígena, ao longo da rota do planalto do Equador, via Napo, até o baixo rio Amazonas, estava ligado às extensas redes de comércio do noroeste da Amazônia, via rios Japurá, rio Negro e Caquetá (SANTOS-GRANERO, 1992 apud ERIKSEN, 2011).

Entre a segunda metade do século XVI e o início do XVII, era comum a referência à presença de grandes aldeias, com elevada concentração populacional, integradas em redes regionais de comércio. No início do século XVIII, tais referências desaparecem dos registros históricos, em razão da transmissão de doenças e das guerras, desencadeadas pelo processo de colonização (NEVES, 2006).

O colapso demográfico causado pelas novas doenças levou alguns grupos indígenas a expandir seus territórios nos séculos XVI e XVII. Durante os séculos XIII e XIV, a expansão dos territórios situados ao longo da costa Atlântica para o Oeste e para o Sul do rio Amazonas mudou rapidamente a situação sociocultural vigente, o que ficou visível no material arqueológico das regiões do alto, do médio e do baixo rio Amazonas (ERIKSEN, 2011).

Com a expressiva diminuição populacional, provocada pelos colonizadores, e com a concentração da exploração europeia em locais e em produtos específicos da floresta (ex.: Drogas do Sertão), as transformações das paisagens amazônicas não se repetiram com o mesmo grau de intensidade, relativamente ao estabelecimento das sociedades nativas anteriores. Com isso, grandes extensões de florestas, que foram impactadas pelas ações humanas em períodos Pré-Coloniais, passaram a estabelecer uma nova dinâmica de relações ecológicas, que se aproximariam do “natural” (LUI; MOLINA, 2009).

O povoamento da região acompanhou os interesses da expansão do mercantilismo europeu, através dos núcleos de extração vegetal, atrelados à economia primário-exportadora (DIAS, 1998), tendo, como ponto de partida, o Forte do Presépio (atual cidade de Belém), fundado em 1616 na baía de Guajará (LUI, MOLINA, 2009).

A partir do século XVII, urge a necessidade de mão de obra indígena e da descoberta de uma atividade econômica rentável, visando à conquista do vale amazônico, e foi na própria floresta que os colonos encontraram as Drogas do Sertão (ex.: cacau, castanha, pimenta, cravo, canela, guaraná, malva) (BATISTA, 1976 apud DIAS, 1998).

Lui e Molina (2009) ressaltam que a procura por mão de obra e por produtos extrativistas levou milhares de pessoas ao interior da floresta, impulsionando o surgimento de vilarejos, às margens dos rios, bem como o estabelecimento de conflitos entre colonos e missionários (Figura 4.4).

Nesta fase de interiorização, estimuladas, também, pelas missões jesuíticas, várias cidades foram fundadas nas margens a montante da foz do rio Amazonas, como Gurupá (PA) (1639), Santarém (PA) (1661), São Gabriel da Cachoeira (AM) (1690), Manaus (AM) (1699) e Tefé (AM) (1709) (MIRANDA, 2007).

Paralelamente ao extrativismo das Drogas do Sertão, em 1622, os portugueses introduziram a pecuária na Ilha de Marajó, trazendo animais mestiços das ilhas de Cabo Verde, bem como deram início, em 1682, por parte da Companhia de Comércio do Maranhão, a uma agricultura exportadora de açúcar e de algodão (HOMMA, 2001; MIRANDA, 2007).

Chambouleyron (2010) observa que, na primeira metade do século XVII, o Estado do Maranhão e Grão-Pará, posteriormente renomeado Estado do Grão-Pará e Maranhão (século XVIII) corresponde, em boa parte, aos contornos atuais da Amazônia brasileira, composto por capitânicas reais (Pará, Maranhão, Piauí) e privadas (Tapuitapera, Caeté, Cameté e Ilha Grande de Joanes).

Além das ocupações missionárias no século XVIII, a Coroa Portuguesa decidiu, também, pelo combate às incursões francesas na região Norte da Amazônia, além disso,

deliberou pela conquista dos rios Negro, Branco e Solimões. Todas estas ações, entre outras, fizeram parte de uma estratégia, que permitiu a Lisboa garantir a posse da região amazônica (GUZMÁN, 2008).

Na segunda metade do século XVIII, as ações políticas do Secretário de Estado de Portugal, Marquês de Pombal, para a Amazônia, são os primeiros sintomas de intervenção do Estado na economia regional, no tocante à necessidade de se alcançar a etapa industrial, além da busca de seus processos de integrações regional e nacional (GUZMÁN, 2008). Estas políticas propunham fomentar o mercado interno da Amazônia, através da indústria manufatureira e das atividades agrícolas, o que, aparentemente, marcaria o início de um processo de transformação do uso do solo, não fosse a ausência de êxito das mesmas (GUZMÁN, 2008; LUI; MOLINA, 2009).

A colonização portuguesa, concentrada predominantemente nas margens dos rios navegáveis e ao longo da costa atlântica dos estados do Amapá, do Pará e do Maranhão, incentivou o extrativismo do cacau de várzea (de 1730 até 1822), respondendo por mais da metade do valor das exportações do, então, Estado do Maranhão e Grão-Pará. As exportações de cacau na Amazônia chegaram a representar 90% do valor das exportações no período 1730-1740 (HOMMA, 2001). Ao término do período Colonial (1500-1822), o espaço político amazônico compreendia o Estado do Grão-Pará e Maranhão e onze capitanias regionais (DIAS, 1998).

Depois destes eventos, a região amazônica voltou a se solidificar como espaço territorial de produção extrativista somente a partir da segunda metade do século XIX, em decorrência da ampliação da demanda internacional da indústria de artefatos de borracha (GUZMÁN, 2008).

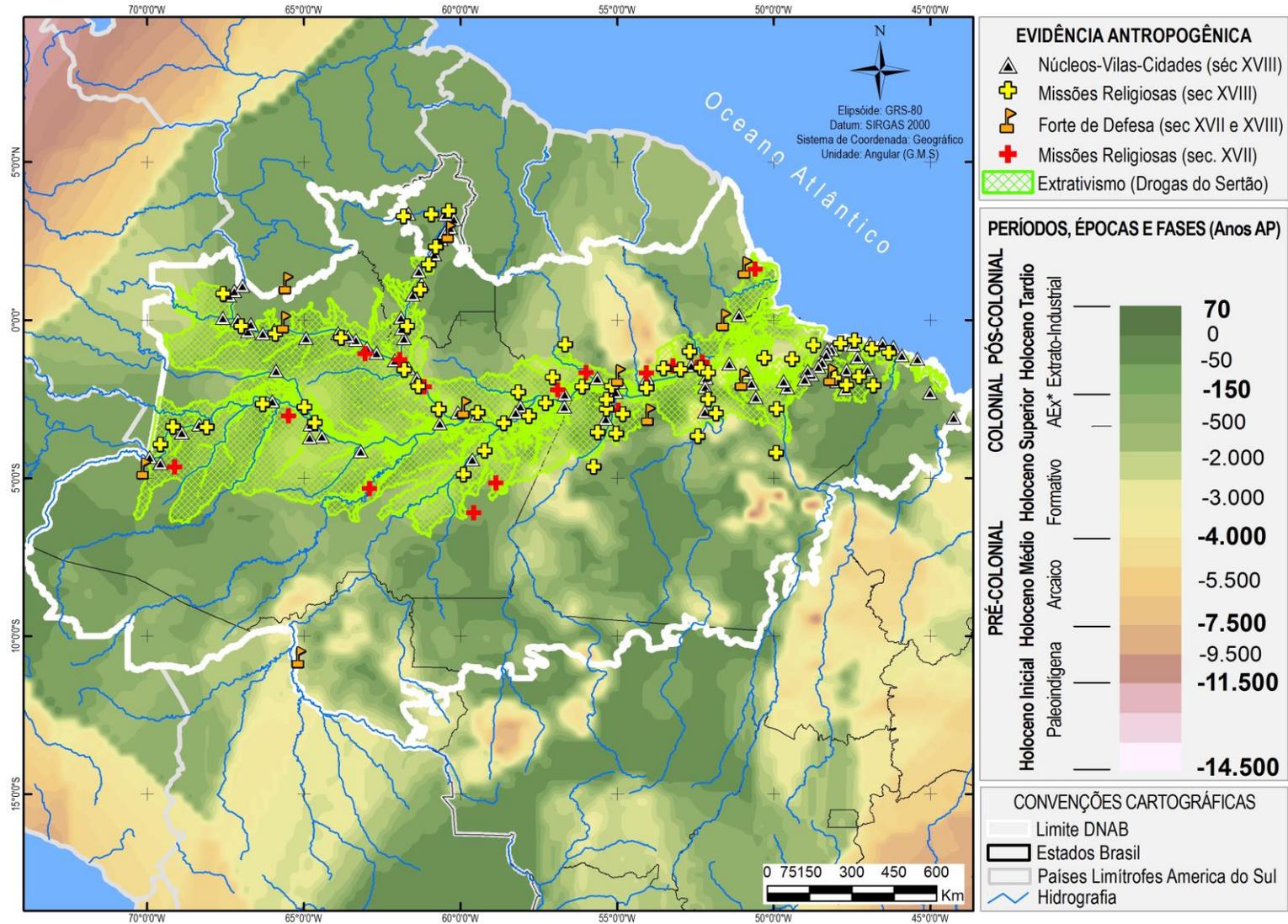


Figura 4.4 – Evidências antropogênicas na Amazônia brasileira Colonial. Fonte: elaborado pelo autor (2021), a partir de Pfafstetter (1989), de Arruda (1991), de IBGE (2009a, 2016), de Araújo (2012), de Chaves e Pena (2013) e de Costa (2014)

4.3.3 Período Pós-Colonial: diversificação socioespacial e supressão da paisagem

Após o processo de colonização, pelos portugueses, e a incorporação de boa parte da Amazônia ao território brasileiro, os séculos XIX e XX representaram o aumento da ocupação humana na Amazônia, em razão da descoberta e da exploração da borracha (meados do século XIX) e do incremento dos fluxos de capital e de pessoas, principalmente, entre Manaus e Belém (LUI; MOLINA, 2009).

Os acontecimentos do período pós-colonização podem ser caracterizados por uma dinâmica de (re)diversificação socioprodutiva e de uso dos recursos naturais, em comparação aos intensos eventos socioespaciais do período Pré-Colonial. Para Lui e Molina (2009), trata-se de um período marcado por profundas mudanças socio-econômico-culturais e na relação com a natureza, denominado Dinâmica da Supressão, em razão de eventos, como crescimento populacional, ocupação humana, via acessibilidade pelos rios e pela abertura de estradas, supressão e fragmentação da paisagem.

O extrativismo da seringueira, para a produção da borracha, impulsionou a ocupação das várzeas nas cabeceiras de rios (ex.: Acre), chegando a ocupar a terceira posição entre as exportações brasileiras (HOMMA, 2001). O referido autor destaca, como consequência desta atividade, a construção do porto flutuante de Manaus (1907), para apoiar a coleta e a exportação de borracha, e das estradas de ferro Belém-Bragança (1883-1908), Madeira-Mamoré (1907-1912) e Tucuruí (1905-1944), com as finalidades de ocupar áreas de terra firme e de facilitar o transporte fluvial.

Com o término do Ciclo da Borracha e com o acentuado aumento populacional (primeira metade do século XX), um cenário de declínio econômico emergiu na região, cujos impactos sociais se mostraram mais significativos do que os ambientais (LUI; MOLINA, 2009). O aumento da pressão antrópica, decorrente do acréscimo populacional, ainda não havia sido suficiente para alterar significativamente a floresta, pois as cidades e as vilas da Amazônia brasileira se concentravam nas margens dos grandes rios e, na década 1950, possuíam uma população em torno de quatro milhões de pessoas, conforme o Censo do IBGE de industrial 1950 (IBGE, 2010), e, em 1975, a área desmatada era de apenas 3% (TARDIN *et al.*, 1980).

O declínio da extração do látex da borracha provocou a redução da migração na região, fazendo com que a população retomasse as práticas de subsistência, particularmente, nas áreas de várzeas da planície do rio Amazonas (ex.: extrativismo da juta e da malva). A imigração japonesa estabelece a cultura de juta nas várzeas amazônicas e em seus afluentes,

inicialmente, no estado do Amazonas e, posteriormente, no nordeste paraense, condicionada, principalmente, pela disponibilidade de mão de obra dos seringais decadentes. No nordeste paraense (município de Tomé-Açu), esta atividade ocorreu quase simultaneamente à expansão do cultivo da pimenta-do-reino, impulsionando a agricultura intensiva na região (HOMMA, 2001).

Outras duas atividades emergem nesse mesmo contexto temporal, entretanto, em ambientes de terra firme: as práticas extrativas do pau-rosa e da castanha-do-pará, imprimindo uma reorientação à base produtiva da Amazônia (LEITE *et al.*, 1999; SILVA *et al.*, 2016; SOUZA, 2018).

A partir da segunda metade do século XX, a Amazônia começa a vivenciar um conjunto de eventos e de políticas públicas, que redirecionaram significativamente a base e as práticas produtivas na região. Nesse momento, cria-se a Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia (SPVEA), representando um marco na condução do cenário econômico local, a partir da abertura de rodovias, que perpassam as florestas (CASTRO; CAMPOS, 2015; SILVA *et al.*, 2015).

Tais políticas públicas representaram uma mudança de paradigma, no âmbito dos domínios naturais amazônicos, estabelecendo uma "nova" dinâmica socioespacial entre a várzea e a terra firme. Nesse contexto, impulsionados pela abertura de novas rodovias, os vetores socioeconômico e ambiental assumem novas direções, principalmente, rumo ao interior da Floresta Amazônica.

A partir do início da década de 1960, a região amazônica vivenciou um novo ciclo econômico, baseado na extração mineral, inaugurado com a implantação da exploração do manganês no estado do Amapá, seguido, nas próximas décadas, pela extração de ouro na Serra Pelada e pela exploração do ferro na Serra de Carajás, ambas no estado do Pará. O extrativismo mineral contribuiu diretamente para a intensificação da dinâmica socioespacial no Sul do Pará, na década de 1980, o que incentivou ainda mais a expansão da pecuária, iniciada no final da década de 1960, favorecida por incentivos fiscais, associados ao discurso da segurança nacional (HOMMA, 2001).

Na fase inicial de expansão desse novo modelo de ocupação, os incentivos fiscais e o fluxo de colonos estimularam a ocupação dos estados de Rondônia e do Pará, impulsionados por projetos da SUDAM e do INCRA (HOMMA, 2003). Este autor observa que as culturas de café e de cacau eram incentivadas nos projetos de colonização, bem como os processos contínuos de derrubadas e de queimadas, para a produção de culturas anuais e para a posterior

transformação em pastos, aos quais se somava o desmatamento, promovido por madeireiros, provenientes do Sul do país.

Na década de 1970, o governo brasileiro atribuiu uma nova concepção político-ideológica à Amazônia, partindo do discurso de que a região possuía um elevado vazio demográfico e, portanto, deveria ser ocupada. Para tanto, o governo federal foi responsável pela implantação de grandes projetos de (re)colonização e de "desenvolvimento" na região, como o Programa de Integração Nacional (PIN) (de 1970), o Programa Polos Agropecuários e Agrominerais da Amazônia (POLAMAZÔNIA) (de 1974) e o Projeto Grande Carajás (PGC) (de 1980) (HOMMA, 2003; CASTRO *et al.*, 2014).

O desencadeamento deste processo de (re)colonização da Amazônia foi impulsionado pela expansão de extensas rodovias e de estradas vicinais, culminando na criação de dois polos de ocupação: projetos pecuários da SUDAM, tendo, como área principal, o sudeste do Pará e o Norte de Mato Grosso, e assentamentos do INCRA, em Rondônia e na Transamazônica (trecho paraense) (CASTRO *et al.*, 2014).

Na sequência da abertura das rodovias federais, os governos estaduais do Pará, do Mato Grosso, de Goiás, do Maranhão e de Rondônia desenvolveram uma extensa malha viária, atraindo grandes contingentes de pessoas do Nordeste, do Sudeste e do Sul do país. No Sul do Pará, destaca-se a rodovia PA-150, a qual corta o estado (no sentido Norte-Sul) e passa a funcionar como a porta de entrada de posseiros, de madeireiros e de pecuaristas, levando à desagregação da economia extrativa de castanha-do-pará (HOMMA, 2001).

Esses grandes programas institucionais tinham, como objetivo principal, o incentivo às atividades econômicas e à colonização de grandes extensões de terra. Nesse contexto, foram construídas rodovias e estradas, que cortam a densa floresta tropical, como a Cuiabá-Porto Velho (BR-364) (1968), a Transamazônica (BR-230) (1972) e a Cuiabá-Santarém (BR-163) (1973), as quais facilitaram a exploração dos recursos da floresta. Além disso, houve a concessão de incentivos fiscais e a criação de mecanismos legais de transferência de terra para grandes produtores e para empresas, para motivar atividades produtivas na Amazônia (LUI; MOLINA, 2009).

Posteriormente, o governo federal estimulou a chegada de agricultores do Nordeste e do Sul do Brasil para ocupar lotes, ao longo das rodovias e das estradas vicinais. Para tanto, criou o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), em 1970, que, entre 1970 e 1974, enviou cerca de 400.000 pessoas para a Amazônia (FERREIRA; SALATI, 2005). Entretanto, grande parte dos agricultores fracassou, devido ao desconhecimento de

práticas agrícolas adequadas à região, à baixa fertilidade das terras e à carência de serviços básicos e de infraestrutura (DIEGUES, 1993 apud LUI; MOLINA, 2009).

Nas décadas de 1970 e de 1980, grandes projetos de extrativismo e de infraestrutura consolidaram o papel da Amazônia nos contextos nacional e internacional, bem como solidificaram as dinâmicas socioeconômicas, principalmente, no entorno das instalações industriais — projetos mineralógicos de Carajás e de Trombetas, a Albrás-Alunorte, a Alcoa (Juruti), a Hidro-bauxita (Paragominas), entre outros.

Tais projetos induziram à instalação de infraestrutura na Amazônia, como a Usina Hidrelétrica de Tucuruí (UHE Tucuruí), em 1984, e a construção da Estrada de Ferro Carajás, em 1985, complementando a estabilização do ciclo mineral e a migração do extrativismo vegetal para o mineral (HOMMA, 2001).

Com relação à infraestrutura elétrica, outros projetos foram implantados na Amazônia, como as UHE de Coaracy Nunes, em 1975, de Araguari, em 2000, e de Santo Antônio do Jari, em 2000 (no Amapá), a UHE Curuá-uma, em 1980 (no Pará), a UHE Balbina, em 1985 (no Amazonas), as UHE Samuel, em 1989, Jirau e Santo Antônio, em 2000 (em Rondônia), e as UHE São Manoel e Teles Pires, em 2000 (no Mato Grosso) (IBGE, 2016).

Nesse contexto, os recursos naturais da Amazônia passam a ser objeto de cobiça de mercados nacionais e internacionais. Tal conjuntura levou a uma série de investimentos, com impactos negativos ao meio ambiente e aos povos regionais, principalmente, às comunidades tradicionais, como a implantação de UHEs, a expansão da malha rodoviária e as intensificações da extração de minérios, da agropecuária, do desmatamento e da urbanização, elevando a pressão antropogênica e potencializando a capacidade de degradação dos recursos naturais.

Depois da interferência inicial do Estado, o processo de ocupação ganhou características próprias. A variável mais determinante, para a transformação das paisagens amazônicas, deixava gradualmente de ser a ação do governo federal e passava a ser dominada por agentes privados, em suas diferentes formas de atuação, com grande peso para a atividade pecuária (LUI; MOLINA, 2009).

Após o período Colonial, ciclos de exploração e de exportação de espécies florestais ocorreram na Amazônia. Tais atividades impactaram negativamente várias paisagens, pelo manejo inadequado das espécies, pela abertura e queima de pastagens e pela substituição da diversidade por fazendas e por monoculturas (ROOSEVELT, 2013; KAWA, 2016), bem como pela expansão significativa de estruturas urbanas.

Roosevelt (2013) acentua que a expansão das explorações de madeira, da mineração e da agropecuária tem degradado grandes áreas das florestas da Amazônia, desde meados do século XX, através da compactação de solos, da intensificação de processos erosivos e da sedimentação de corpos d'águas, principalmente, ao longo das planícies de inundação e das rotas de transporte, potencializando o afugentamento de grupos indígenas para áreas afastadas.

A alta demanda internacional por produtos minerais imprimiu mais uma (re)orientação antrópica, rumo ao interior da Floresta Amazônica. A extração se constitui na atividade de maior impacto ao ambiente. Paisagens inteiras de Carajás, associadas à mineração de ferro, foram suprimidas e convertidas em minas a céu aberto, deixando bosques florestais devastados e comunidades tradicionais marginalizadas (ROOSEVELT, 2013, 2017).

A Figura 4.5 apresenta o mosaico e a distribuição de evidências antropogênicas, associadas ao período Pós-Colonial. Uma amplitude espacial, que perpassa porções territoriais e que vão de um extremo ao outro dos DNAB, com destaque para a calha do rio Amazonas e para os eixos Norte-Sul da Amazônia oriental, Leste-Oeste da Amazônia meridional, centro-Sul da Amazônia central, conectando Santarém ao Norte do estado de Mato Grosso, e Norte-Sul da Amazônia ocidental, interligando os estados de Roraima, de Rondônia e do Acre, além da cidade de Manaus (AM).

O conjunto de evidências antrópicas, materializadas nas mais diversas paisagens, tem sugerido que a trajetória de grupos humanos na Amazônia remonta à transição do Pleistoceno Tardio para o Holoceno. Ao longo desta jornada, a expansão e a evolução do ser humano estão diretamente relacionadas aos aspectos e à diversidade dos domínios naturais amazônicos, bem como à capacidade do ser humano de interagir, de se adaptar e, muitas vezes, de superar as adversidades impostas pelas condições da floresta tropical.

A partir de evidências arqueológicas, associadas a informações e a conhecimentos produzidos por várias instituições e por pesquisadores da Amazônia, foi possível realizar uma proposição de periodização de seu processo de ocupação (Quadro 4.3).

O Quadro 4.3 apresenta uma sistematização resumida da dinâmica do processo de ocupação amazônica, destacando o período, a fase, a técnica usada para explorar os recursos naturais, os grupos sociais envolvidos e a dinâmica relacional com os domínios naturais.

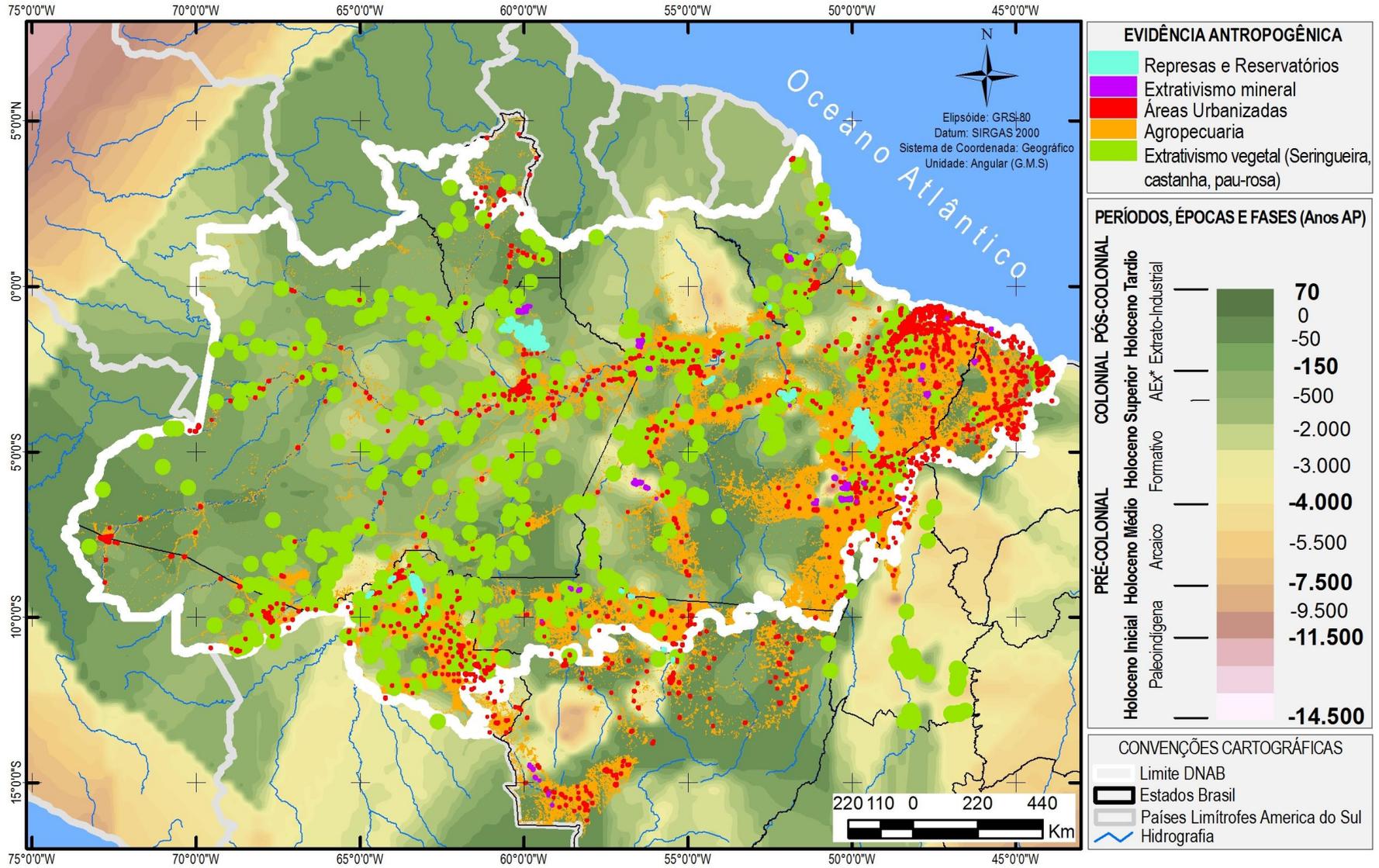


Figura 4.5 – Evidências antropogênicas na Amazônia brasileira Pós-Colonial. Fonte: elaborado pelo autor, a partir de MapBiomias (1985, 2019), de Leite *et al.* (1999), de Thomas *et al.* (2014), de Shepard e Ramirez (2011), de Homma (2014, 2016), de INPE (2014) e de IBGE (2016)

Quadro 4.3 – Períodos, épocas, fases e eventos socioespaciais na Amazônia holocênica

PERÍODO	ÉPOCA (anos AP)	FASE	TECNOLOGIA/TÉCNICA	GRUPOS SOCIAIS	EVENTOS SOCIOESPACIAIS	LOCAIS/REGIÕES REPRESENTATIVAS
Pré- Colonial	Pleistoceno Tardio/Holoceno Inicial (>= 11.500-7.500)	Paleoindígena (extrativista/pré- ceramista)	Lítica-pedra, coleta-caça	Paleoíndio, caçador- coletor	Chegada do ser humano e dispersão inicial na Amazônia	Alto rio Madeira, planalto Ji- Paraná-Aripuanã, alto rio Teles Pires/Planalto dos Parecis, planalto Uatumã-Jari, patamar dissecado do Xingu
	Holoceno Médio (7.500 -4.000)	Arcaica (extrativista/pré- agrícola)	Cerâmica-horticultura, caça, coleta, pesca	Caçador-coletor- pescador	Início da produção cerâmica, diversificação de grupos humanos e de horticultura	Litoral paraense (Viseu), baixo- médio rio Amazonas (Paituna- Taperinha), serra do Carajás (rio Verde), rio Jamari (Pedra Pintada), rio Negro (Iranduba)
	Holoceno Superior (4.000-150)	Formativa (extrativista- agrícola)	Cerâmico-agrícola, coleta, pesca, cultivo	Coletor-pescador- agricultor	Expansão da população, sociedades agrícolas de subsistência, sedentarismo	Litoral amazônico, calha do rio Amazonas e dos tributários (Tocantins, Xingu, Tapajós, Trombetas, Madeira, Negro)
Colonial		Descomplexidade (extrativista)	Extrativismo comercial e cultivo semidomesticado	Coletores, pescadores, missionários/colonos	Redução da população, coleta de especiarias, expropriação, descomplexificação socioproductiva	Litoral amazônico, calha do rio amazonas e foz dos tributários
Pós- Colonial	Holoceno Tardio (>= 150)	Diversificação (agroindustrial)	Técnico-científico-industrial	Estado, Indústrias, financeiras	Aumento população, territorialização, urbanização, degradação	Litoral amazônico, Amazônia oriental, planícies e tabuleiros, planaltos Norte e Sul

Fonte: organizado pelo autor (2021), a partir de Simões (1981), de Becker (1990, 2000b), de Roosevelt (1991, 1996), de Lui e Molina (2009) e de Costa *et al.* (2010)

4.4 O PROCESSO DE OCUPAÇÃO E A ANTROPOGENIZAÇÃO, NO ÂMBITO DOS DOMÍNIOS NATURAIS DA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Com o propósito de estabelecer uma correlação com a escala temporal geológica, cada período foi associado a uma ou mais épocas geológicas (Quadro 4.3). O período Pré-Colonial foi atribuído a três épocas — Pleistoceno Tardio/Holoceno Inicial (≥ 11.500 -7.500 anos AP), Holoceno Médio (7.500-4.000 anos AP) e parte do Holoceno Superior (4.000-150 anos AP). Optou-se por usar o termo Holoceno Superior, por considerar sua estreita relação com a última fase do período Pré-Colonial, estendendo-se até o período Colonial, por considerar que estes dois períodos preservam, predominantemente, a essência nativo-ambiental da Amazônia brasileira, a qual, a partir do período Colonial, começa a ser "posta em xeque" e a vivenciar mudanças estruturais abruptas e profundas, inaugurando, supostamente, um possível Holoceno Tardio e/ou Final.

4.4.1 Incremento antropogênico Pré-Colonial

O período Pré-Colonial é composto por três fases socioprodutivas: Paleoindígena, Arcaica e Formativa.

Na fase Paleoindígena, os grupos de caçadores-coletores eram detentores de uma matriz produtiva exclusivamente extrativista, baseada na caça e na coleta. As evidências, associadas a esta fase, compreendem uma amplitude temporal de aproximadamente 4.000 anos, apresentando uma distribuição predominantemente assente em relevos mais elevados, no contexto da Amazônia brasileira, geralmente encontrados em ambientes de vegetação mais aberta, comparativamente às florestas pluviais da região, sendo representados por interflúvios, próximos a recursos hídricos e alimentares. Tais evidências podem ser encontradas no alto rio Madeira (planalto Ji-Paraná-Aripuanã), no alto rio Teles Pires (planalto dos Parecis e planalto Uatumã-Jari), no patamar dissecado do rio Xingu, entre outros.

As evidências antropogênicas para esta fase são apresentadas nas figuras 4.6 e 4.7, a qual possui área estimada de 760.000 Km², aproximadamente, o equivalente a 20% da área de estudo. No âmbito dos sistemas naturais, tais indícios de ação humana estão distribuídos predominantemente sobre a Depressão Interplanáltica dos Tabuleiros Fitopluviais, sobre a Depressão Marginal Fitopluvial Sul, sobre a Depressão Marginal Fitotransicional Sul, sobre o Planalto Residual Fitopluvial Sul e sobre o Planalto Residual Fitotransicional Sul. Vale ressaltar que a Figura 4.6 apresenta o incremento de evidências antropogênicas sobre cada

sistema natural, ou seja, os percentuais são proporcionais às áreas destes sistemas e, não, às das evidências.

A fase Arcaica é caracterizada, predominantemente, pela mesma atividade produtiva da fase anterior, embora com algumas particularidades, como o adensamento e a redução das distâncias entre os sítios arqueológicos, o que sinaliza o fortalecimento destas ocupações, a ocorrência de indícios, associados a uma agricultura incipiente, marcada pela horticultura primitiva, através do manejo/cultivo de plantas e de raízes florestais selecionadas (ex.: pequiá, castanha-do-pará, mandioca, pupunha, etc.).

Constitui uma fase de diversificação de grupos humanos, principalmente, em razão da incorporação da atividade pesqueira e da horticultura. Concomitante ao advento da horticultura, inicia-se a produção cerâmica, considerada técnica produtiva embrionária das sociedades de base agrícola. Como destaque destas evidências e destes eventos socioespaciais, cita-se o litoral paraense (ex.: sambaquis Guará e Viseu), o baixo e o médio rio Amazonas (sítios Paituna e Taperinha), o rio Jamari (sítio Pedra Pintada), o rio Negro (sítio Iranduba), a bacias do alto rio Madeira e a serra dos Carajás (sítio Rio Verde).

Nesta fase, as prováveis evidências arqueológicas (figuras 4.6 e 4.7) obtiveram uma área em torno de 700.000 Km², correspondendo a 19% dos DNAB, distribuídas, predominantemente, sobre a Planície Litorânea, sobre a Depressão Interplanáltica dos Tabuleiros, sobre a Depressão Marginal Fitopluvial Sul, sobre a Depressão Marginal Fitotransicionais Sul, sobre o Planalto Residual Fitopluvial Oriental e sobre o Planalto Residual Fitopluvial Sul.

Estes percentuais de incremento denunciam significativa diversidade espacial, principalmente, na porção sudoeste (estados de Rondônia e do Acre) e na Amazônia oriental (baixo rio Tocantins, periferia Norte dos domínios da porção Sul-amazônica, litoral paraense e baixo rio Amazonas), provavelmente, em razão da evolução socio-produtivo-organizacional e, conseqüentemente, de uma maior adaptabilidade às condições ecológicas da região.

A fase Formativa se caracteriza pela elevada expansão populacional e pelas diversificações socioespacial e produtiva, baseadas em uma economia de natureza predominantemente agrícola, no entanto, com forte contribuição das atividades extrativistas (coleta e pesca). Esta fase consolida o sedentarismo populacional na região, a formação de sociedades agrícolas de subsistência, a ocupação da calha do rio Amazonas e dos seus principais tributários, principalmente, nos seus baixo e médio cursos, bem como nos domínios naturais circundantes, como os das depressões interplanálticas e das marginais (Figura 4.7).

As evidências antropogênicas desta fase perpassam vários sistemas e vários domínios naturais, destacando-se as Espécies Florestais Domesticadas e as Terras Pretas do Índio. As Florestas Domesticadas são representadas por espécies, como a castanha-do-pará (baixo rio Tocantins, baixo rio Jari, baixo rio Negro, baixo rio Brando, rio Purus e rio Madeira), o abiu (baixo rio Jari, rio Nhamundá, confluência dos rios Trombetas e Amazonas), o cacau (alto rio Tapajós e interflúvios entre os rios Guaporá e Ji-paraná, no estado de Rondônia), o ingá (rio Nhamundá e interflúvios entre o rio Branco e as cabeceiras do rio Trombetas). Já as Terras Pretas do Índio estão predominantemente distribuídas ao longo das várzeas e dos terraços do rio Amazonas, bem como em alguns tributários, como o rio Negro, o baixo rio Branco, o baixo rio Trombetas, o baixo rio Tocantins, o baixo rio Xingu, o baixo e o médio rio Tapajós e o rio Madeira.

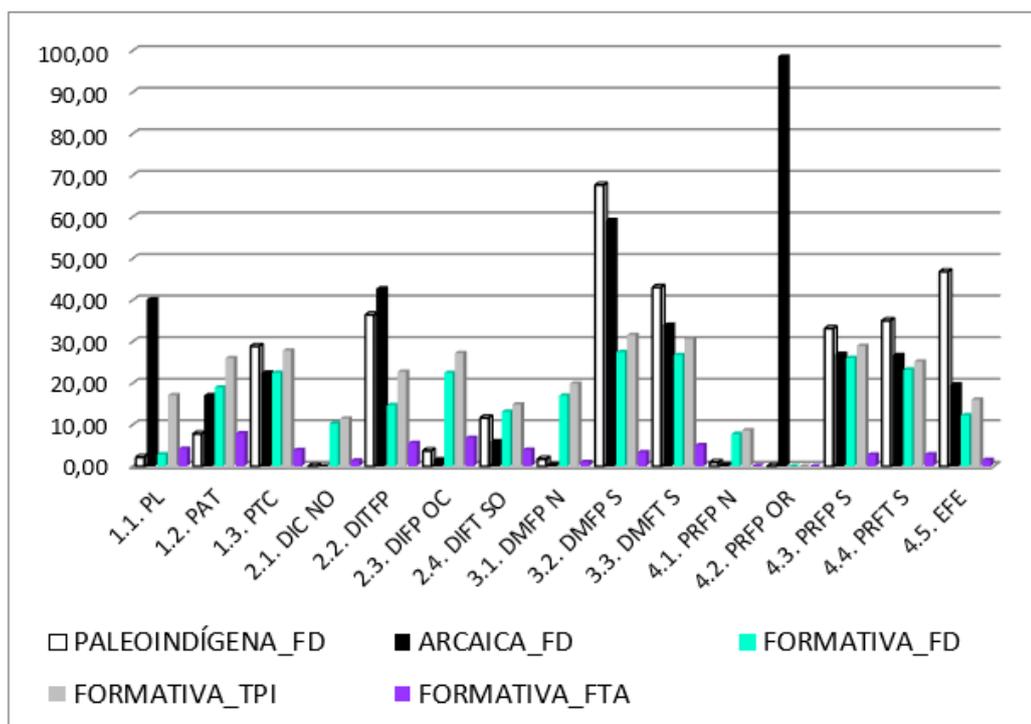


Figura 4.6 – Incremento percentual de evidências antropogênicas, no âmbito dos sistemas naturais, associadas às fases do período Pré-Colonial. Fonte: elaborado pelo autor (2021)

Nota: sistemas naturais: Planície Litorânea (PL), Planície Aluvio-Terracial (PAT), Planície em Terreno Cristalino (PTC); Depressão Interplanáltica das Campinaranas Noroeste (DIC NO), Depressão Interplanáltica dos Tabuleiros fitopluviais (DITFP), Depressão Interplanáltica Fitopluvial Ocidental (DIFP OC), Depressão Interplanáltica Fitotransicional Sudoeste (DIFT SO), Depressão Marginal Fitopluvial Norte (DMFP N), Depressão Marginal Fitopluvial Sul (DMFP S), Depressão Marginal Fitotransicional Sul (DMFT S); Planalto Residual Fitopluvial Norte (PRFP N), Planalto Residual Fitopluvial Oriental (PRFP OR), Planalto Residual Fitopluvial Sul (PRFP S), Planalto Residual Fitotransicional Sul (PRFT S), Encrave fitoecológico (EFE); Evidência antropogênica: Floresta Domesticada (FD), Terra Preta do Índio (TPI), Floresta Domesticada+Terra Preta+Aterros (FTA).

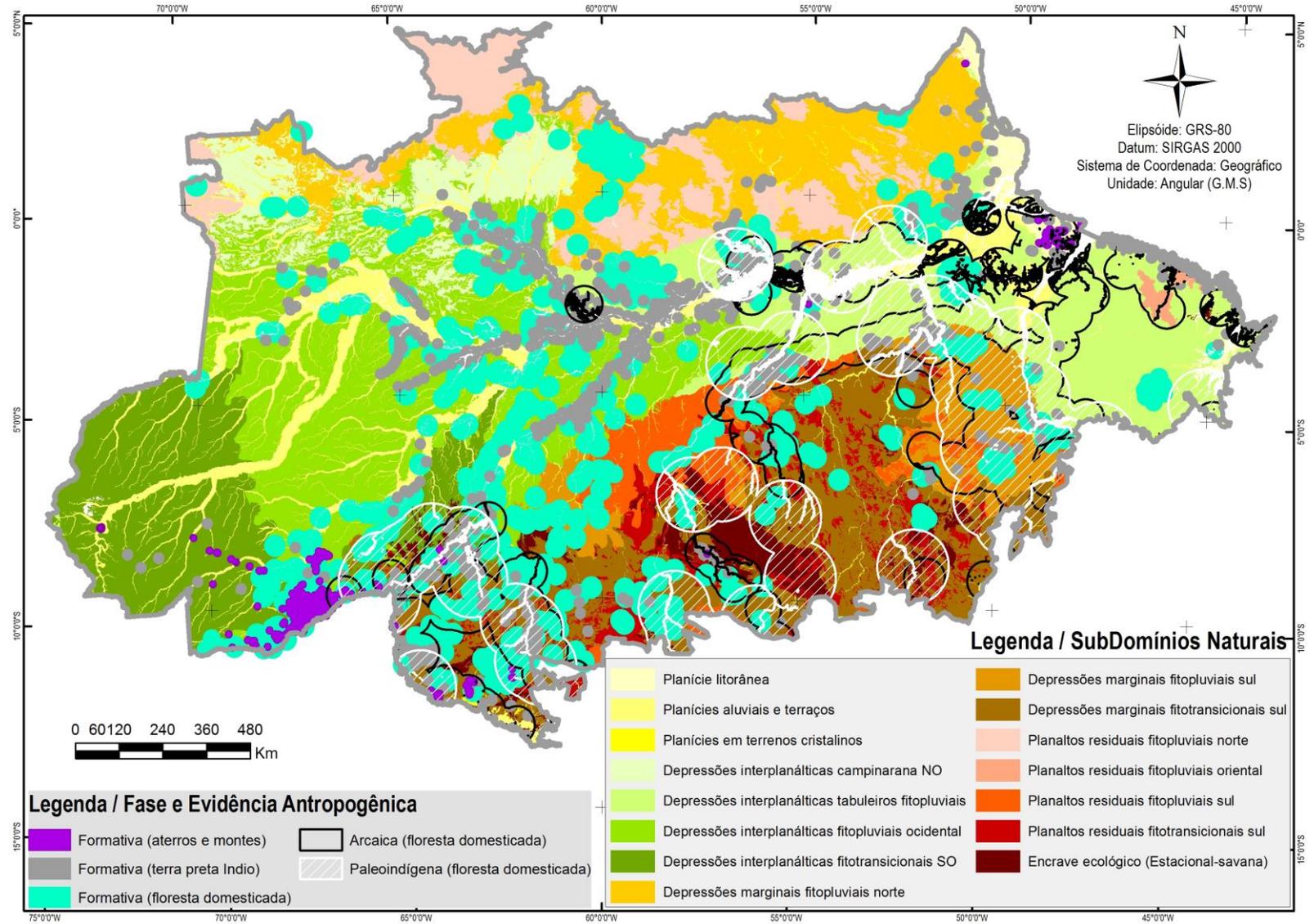


Figura 4.7 – Evidências antropogênicas, no âmbito dos Sistemas Naturais da Amazônia Brasileira, associadas às fases do período Pré-Colonial. Fonte: elaborado pelo autor (2021)

A densidade e a diversidade espacial destas evidências demonstram uma elevada variabilidade geográfica, dispersa por vários sistemas e por vários domínios naturais, constituindo indícios, que corroboram as hipóteses acerca da significativa ocupação de boa parte da bacia amazônica, anteriormente à chegada dos colonizadores europeus.

Com relação à ocorrência das evidências (Espécies Florestais Domesticadas (FD) e Terra Preta do Índio (TPI)) no contexto dos sistemas naturais, a Figura 4.7 demonstra que todos os sistemas, exceto o Planalto Fitopluvial Norte, receberam algum percentual relevante destas atividades, destacando-se os sistemas dos domínios naturais planícies amazônicas, Depressões Interplanálticas Sul e Depressões Marginais Sul.

O período Pré-Colonial pode ser interpretado como um espectro composto de várias fases, em que cada uma corresponde a um conjunto de eventos socioespaciais, munidos de intensidades, de variabilidades geográficas e de aspectos técnico-produtivos divergentes, entretanto, convergindo para um mesmo ponto — sociedades complexas e adaptadas aos ecossistemas amazônicos.

4.4.2 Incremento antropogênico colonial

Com a chegada dos colonizadores europeus, o cenário socio-econômico-cultural passou a sofrer impactos profundos, desde a redução populacional e a desterritorialização de grupos nativos (realocados para porções periféricas da bacia amazônica), até a reestruturação da relação com os recursos da natureza e com as práticas produtivas vigentes, que passaram de um regime de subsistência ao de comércio.

A colonização da Amazônia significou a descomplexificação socioprodutiva da região, pois foi marcada pela substituição das atividades agroextrativistas por uma matriz produtiva, baseada predominantemente nos extrativismos vegetal e animal. Tal descomplexidade socioprodutiva impactou diretamente no processo evolutivo alcançado pelas sociedades indígenas amazônicas, ao longo dos últimos milênios do período Pré-Colonial. Além da atividade extrativista, pautada na coleta de especiarias, a coroa portuguesa buscou alavancar outras atividades, como a pecuária (ex.: Ilha de Marajó) e a agricultura (ex.: açúcar e algodão), todavia, obtendo resultados pouco expressivos, fato que reforçou ainda mais o foco na coleta de especiarias.

Esta fase, denominada Descomplexificação, é marcada por uma atividade predominantemente extrativista, entretanto pautada em um extrativismo comercial, conduzido por missionários e por colonos, delegando aos nativos a expropriação de sua força de trabalho

e do seu protagonismo, em relação ao uso das paisagens e dos recursos naturais, com os quais coexistiram por milênios e ajudaram a manter e, até mesmo, fazer evoluir.

Nesse contexto, o processo de ocupação foi conduzido, segundo dois parâmetros: expansão/controlar territorial e busca por produtos florestais (Drogas do Sertão). A dinâmica socioespacial se deu, primeiramente, ao longo das planícies adjacentes à calha do rio Amazonas, em que as primeiras missões religiosas foram estabelecidas, alcançando, em um segundo momento, áreas de terraços e das depressões sedimentares, em decorrência das necessidades de expandir a defesa, de salvaguardar o territorial das ameaças de outros colonizadores e do exaurimento das especiarias nas várzeas das planícies do rio Amazonas. O processo de ocupação ruma, então, em direção às florestas mais distantes (figuras 4.8 e 4.9).

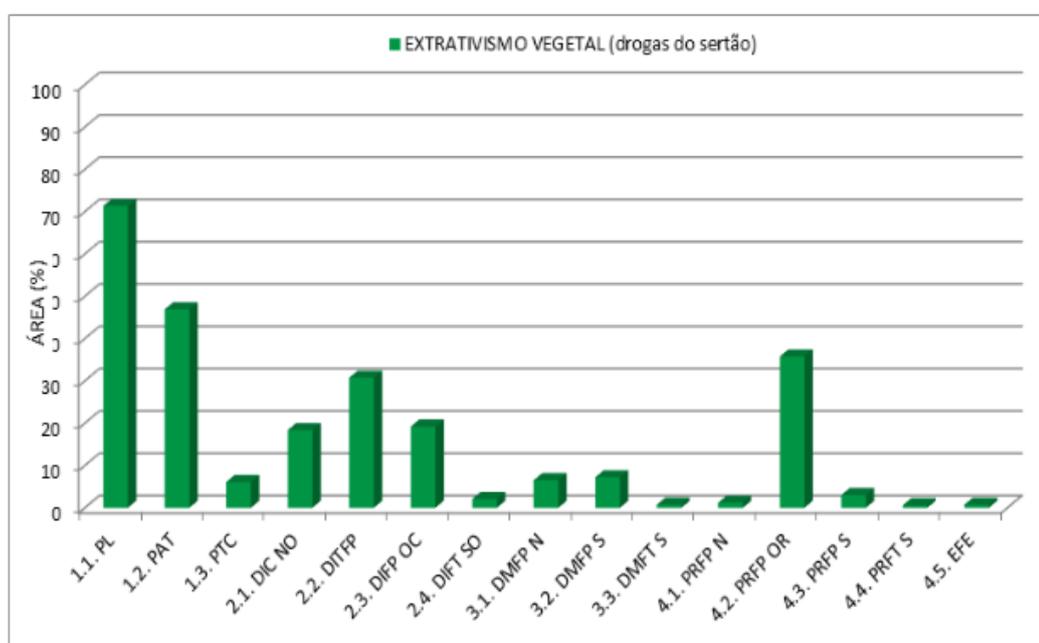


Figura 4.8 – Incremento antropogênico, associado ao período Colonial. Fonte: elaborado pelo autor (2021)

Nota: sistemas naturais: Planície Litorânea (PL), Planície Aluvio-Terracial (PAT), Planície em Terreno Cristalino (PTC); Depressão Interplanáltica das Campinaranas Noroeste (DIC NO), Depressão Interplanáltica dos Tabuleiros fitopluviais (DITFP), Depressão Interplanáltica Fitotransicional Sudoeste (DIFT SO), Depressão Marginal Fitopluvial Norte (DMFP N), Depressão Marginal Fitopluvial Sul (DMFP S), Depressão Marginal Fitotransicional Sul (DMFT S); Planalto Residual Fitopluvial Norte (PRFP N), Planalto Residual Fitopluvial Oriental (PRFP OR), Planalto Residual Fitopluvial Sul (PRFP S), Planalto Residual Fitotransicional Sul (PRFT S); Evidência antropogênica: extrativismo vegetal (Drogas do sertão — DS).

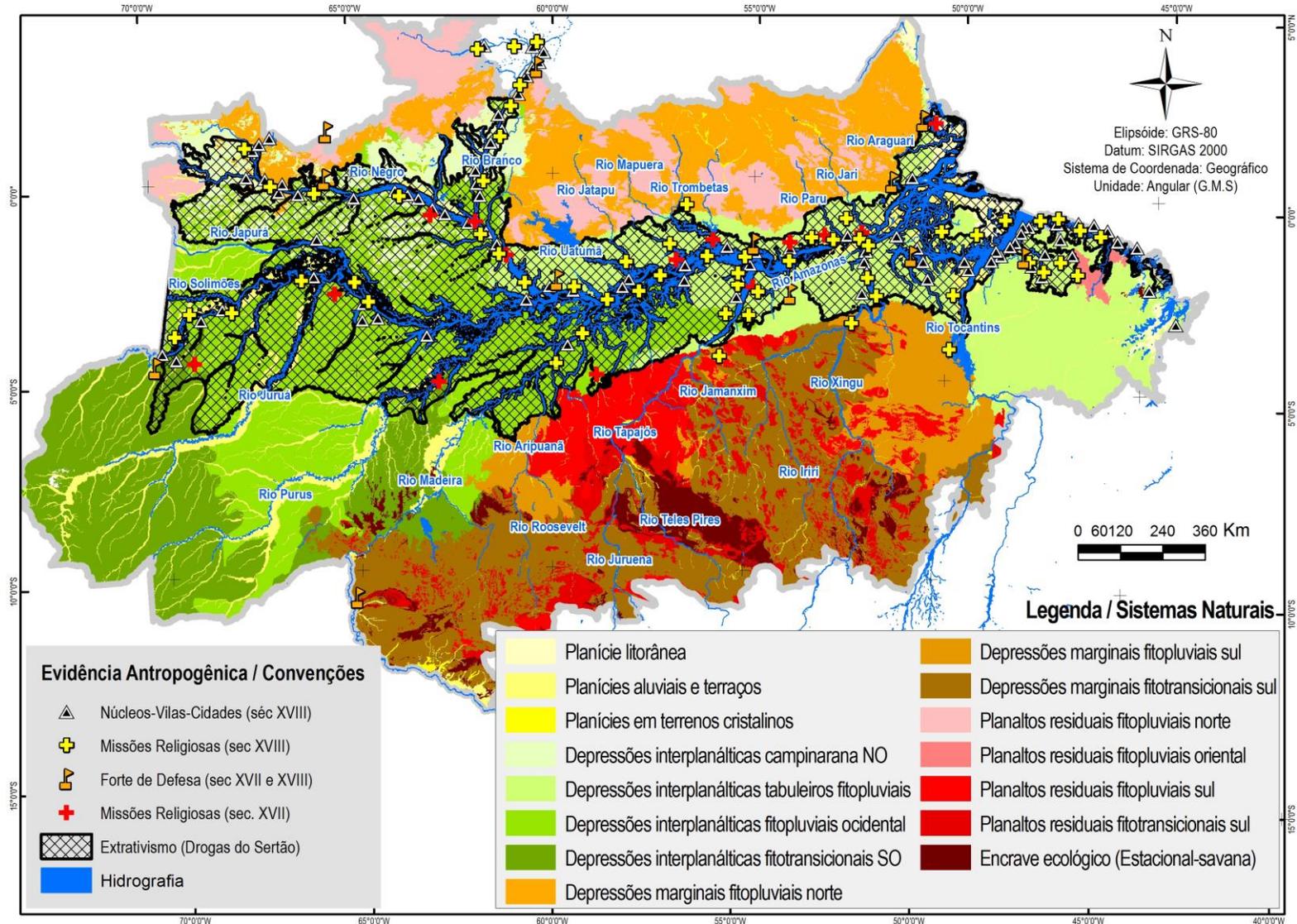


Figura 4.9 – Evidências antropogênicas, no âmbito dos Sistemas Naturais da Amazônia Brasileira Colonial. Fonte: elaborado pelo autor (2021)

Com relação às prováveis áreas de coleta dos produtos florestais e às possíveis influências das ações humanas, inerentes à atividade extrativista (Drogas do Sertão — DS), no contexto dos sistemas naturais, as figuras 4.8 e 4.9 demonstram que tal atividade se restringiu predominantemente às planícies amazônicas e, parcialmente, às depressões sedimentares circundantes à calha amazônica, sobre os quais o percentual de incremento antropogênico ocorreu, mais significativamente, nos sistemas naturais da Planície Litorânea, da Planície Aluvio-Terracial, da Depressão Interplanáltica dos Tabuleiros Fitopluviais e da Depressão Interplanáltica Fitopluvial Ocidental.

As evidências antropogênicas, associadas a esta fase, apresentam uma amplitude ocupacional compreendida entre o litoral amazônico (partes do noroeste maranhense, do nordeste paraense e da costa amapaense), a calha do rio Amazonas (baixo e médio cursos) e a foz de vários tributários (ex.: rios Xingu, Tapajós, Trombetas, Nhamundá, Madeira, Negro, Branco) (Figura 4.9).

4.4.3 Incremento Antropogênico Pós-Colonial

O período Pós-Colonial compreende a época sucessiva ao regime colonial (de 1822 à atualidade), denominada Holoceno Tardio. A expressão Holoceno Tardio faz referência ao início de um possível ciclo terminal do Holoceno, segundo perspectivas hipotéticas de que a humanidade está diante de um estágio transitório ou de emergência de uma nova época, marcada pela influência da ação humana sobre os domínios naturais. Nesse caminho, deve-se considerar, também, o fato de que o término do período Colonial coincide com o contexto histórico da evolução industrial, fato que impulsionou e que modificou a matriz produtiva da economia mundial, influenciando, mesmo que tardiamente, a base produtiva e a consequente relação do ser humano com os recursos naturais da Amazônia brasileira.

Neste período, a Amazônia vivencia mudanças significativas em suas estruturas sócio-organizacional e territorial, marcadas pelo aumento da complexidade socioprodutiva, imputando à região um conjunto de eventos socioespaciais, caracterizados pela fase da Diversificação. Vale ressaltar que esta fase faz referência a uma amplitude têmporo-espacial abrangente, podendo ser subdividida em outras subfases e/ou ciclos econômicos, no entanto tais subfases serão consideradas como eventos socioespaciais.

Tais aspectos imprimiram à região um mosaico de estruturas territoriais e de dinâmicas das paisagens, que justificam a denominação da referida fase, uma vez que esta

representa um estágio da relação ser humano e natureza, marcado pelo emprego de um aparato técnico-científico de alta complexidade e de alto poder de apropriação dos recursos.

No período Pós-Colonial, a Amazônia brasileira passou por profundas mudanças ambientais, inicialmente, marcadas pela herança da atividade extrativista e, posteriormente, caracterizada pelo advento de conjuntos de fatores e de atores socioprodutivos. No entanto, mesmo após o término do período Colonial, a base produtiva da Amazônia permaneceu, por muitas décadas, assentada sobre o extrativismo.

No estágio inicial do período em questão, a Amazônia se encontrava dispersamente povoada e com uma economia basicamente agroextrativista, em que o extrativismo de produtos florestais era o "carro chefe" da produtividade regional, relegando à agricultura o papel secundário de uma atividade significativamente de subsistência. Além da atividade extrativista deixada pelos colonizadores, a Amazônia herdou do período Colonial uma estrutura territorial, composta por um conjunto de vilas e de cidades, que se mostrou decisivo na configuração atual dos territórios sociais amazônicos.

Entre a segunda metade do século XIX e a primeira do século XX, a Amazônia apresentou uma população humana dispersa, predominantemente, ao longo do litoral amazônico, às margens do rio Amazonas e dos seus tributários, em vilas e em áreas urbanas, bem como populações indígenas, situadas em áreas mais distantes da calha do rio Amazonas. Com relação à atividade produtiva, a região possuía uma atividade econômica basicamente extrativista, com a extração de seringueira, de cacau, de castanha e de pau-rosa.

A extração destes produtos florestais apresentava significativa amplitude espacial, ocorrendo desde o nordeste paraense, nas proximidades da cidade de Belém (ex.: rios Guamá, Acará e Moju), nas planícies do Marajó, na confluência dos rios Tocantins e Araguaia, no baixo e no médio rio Amazonas e nos seus tributários (ex.: baixo Trombetas, Tapajós, Nhamundá, Madeira, Negro, Arapiuns, entre outros).

A partir da segunda metade do século XX, a economia amazônica começou a vivenciar um novo ciclo produtivo, pautado no extrativismo mineral e na agropecuária, principalmente, a pecuária. A implantação de uma nova matriz produtiva na região, conduzida inicialmente pela iniciativa governamental e, em seguida, pelos interesses dos mercados financeiros nacional e internacional, desencadeou um conjunto complexo de fatores emergentes, forjando ambientes com vários níveis de antropogenização.

O avanço deste modelo produtivo, baseado na extração e/ou na apropriação intensa dos recursos naturais, sintonizado com as demandas crescentes e cada vez mais aceleradas dos mercados financeiros, imprimiu à região um cenário complexo e preocupante, do ponto de

vista ambiental, em que os interesses capitalistas se sobrepõem à sustentabilidade no uso dos recursos naturais, à qualidade de vida da população amazônica e aos benefícios ecossistêmicos produzidos na região, em escalas regional, nacional e global.

Os grandes projetos implantados na Amazônia, a partir da década de 1960, como os da colonização por assentamentos agrícolas, pleiteada pelo INCRA, dos empreendimentos agropecuários financiados pela SUDAM, dos polos mineralógicos e, mais recentemente, da monocultura do dendê e do cultivo mecanizado de grãos, implementaram novas estruturas rodoviária (estradas e caminhos vicinais), energética (barragens e reservatórios de UHE) e urbana (cidades e núcleos urbanos), que acabaram por contribuir com a diversidade e com a complexificação ambiental.

Dados têm demonstrado o avanço exponencial da pressão antrópica sobre a região. No caso da Amazônia Legal, o acumulado do desmatamento alcançou uma área aproximada de 788.000 km², o equivalente a 19% de sua área total (INPE, 2017), em que a área de floresta foi convertida para outras coberturas e/ou adquiriu novos usos do solo, com grande peso para a atividade pecuária, seguida pela agricultura, pelo extrativismo (floresta + vegetação secundária), pela mineração, pelas áreas urbanas, entre outros (Figura 4.10).

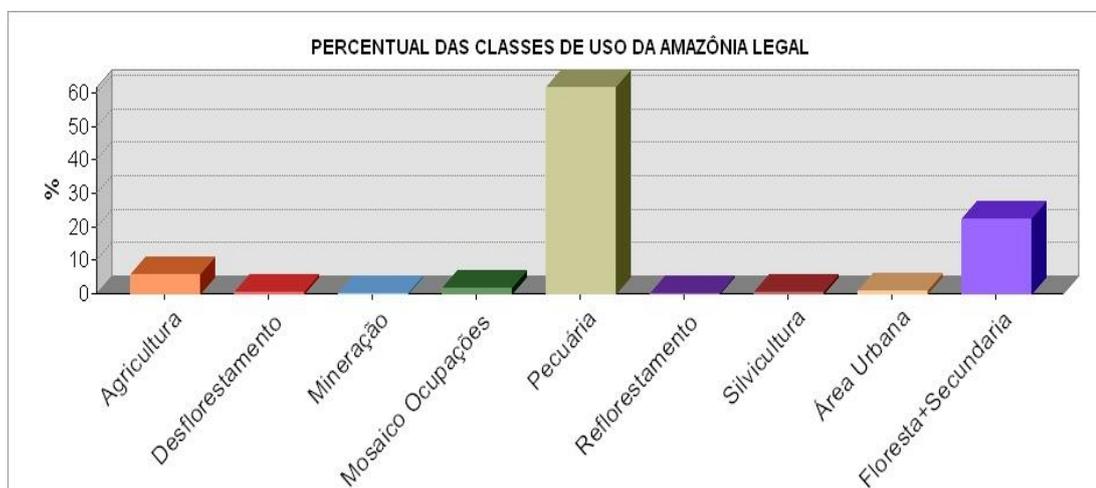


Figura 4.10 – Principais tipologias de uso do solo, no âmbito da Amazônia Legal. Fonte: INPE (2014)

A Figura 4.11 apresenta a relação de incremento de evidências antropogênicas, no âmbito dos DNAB, demonstrando o percentual de suas ocorrências e de seus respectivos sistemas naturais, com destaque para a Planície Aluvio-Terracial, a Depressão Interplanáltica dos Tabuleiros Fitopluviais, a Depressão Interplanáltica Fitopluvial Ocidental, a Depressão Marginal Fitopluvial Sul e a Depressão Marginal Fitotransicional Sul.

As evidências antropogênicas, associadas ao período Pós-Colonial, apresentam uma amplitude espacial substancialmente abrangente, concentrando-se, principalmente, na porção oriental, ao longo da calha do rio Amazonas e dos seus principais tributários e nos eixos centro-Sul (Santarém-Norte do MT e Manaus-RO) (Figura 4.12).

Entre as evidências antropogênicas, destacam-se as atividades extrativista e agropecuária, por outro lado, evidências, como o extrativismo mineral e os lagos artificiais, apesar de suas discretas amplitudes espaciais, constituem atividades de alta ameaça potencial aos aspectos ecológicos, pois são responsáveis por impactos profundos e geralmente irreversíveis, dos pontos de vista morfológico e processual.

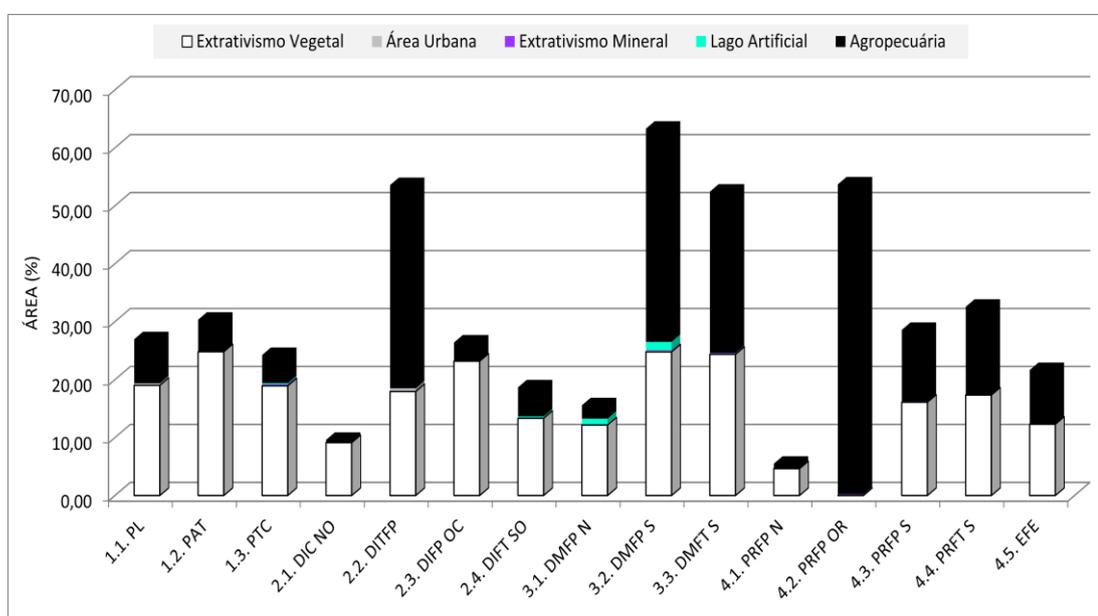


Figura 4.11 – Incremento de evidências antropogênicas, associadas ao período Pós-Colonial. Fonte: elaborado pelo autor (2021)

Nota: subdomínios: Planície Litorânea (PL), Planície Aluvio-Terracial (PAT), Planície em Terreno Cristalino (PTC); Depressão Interplanáltica das Campinaranas Noroeste (DIC NO), Depressão Interplanáltica dos Tabuleiros fitopluviais (DITFP), Depressão Interplanáltica Fitotransicional Sudoeste (DIFT SO), Depressão Marginal Fitopluvial Norte (DMFP N), Depressão Marginal Fitopluvial Sul (DMFP S), Depressão Marginal Fitotransicional Sul (DMFT S); Planalto Residual Fitopluvial Norte (PRFP N), Planalto Residual Fitopluvial Oriental (PRFP OR), Planalto Residual Fitopluvial Sul (PRFP S), Planalto Residual Fitotransicional Sul (PRFT S)

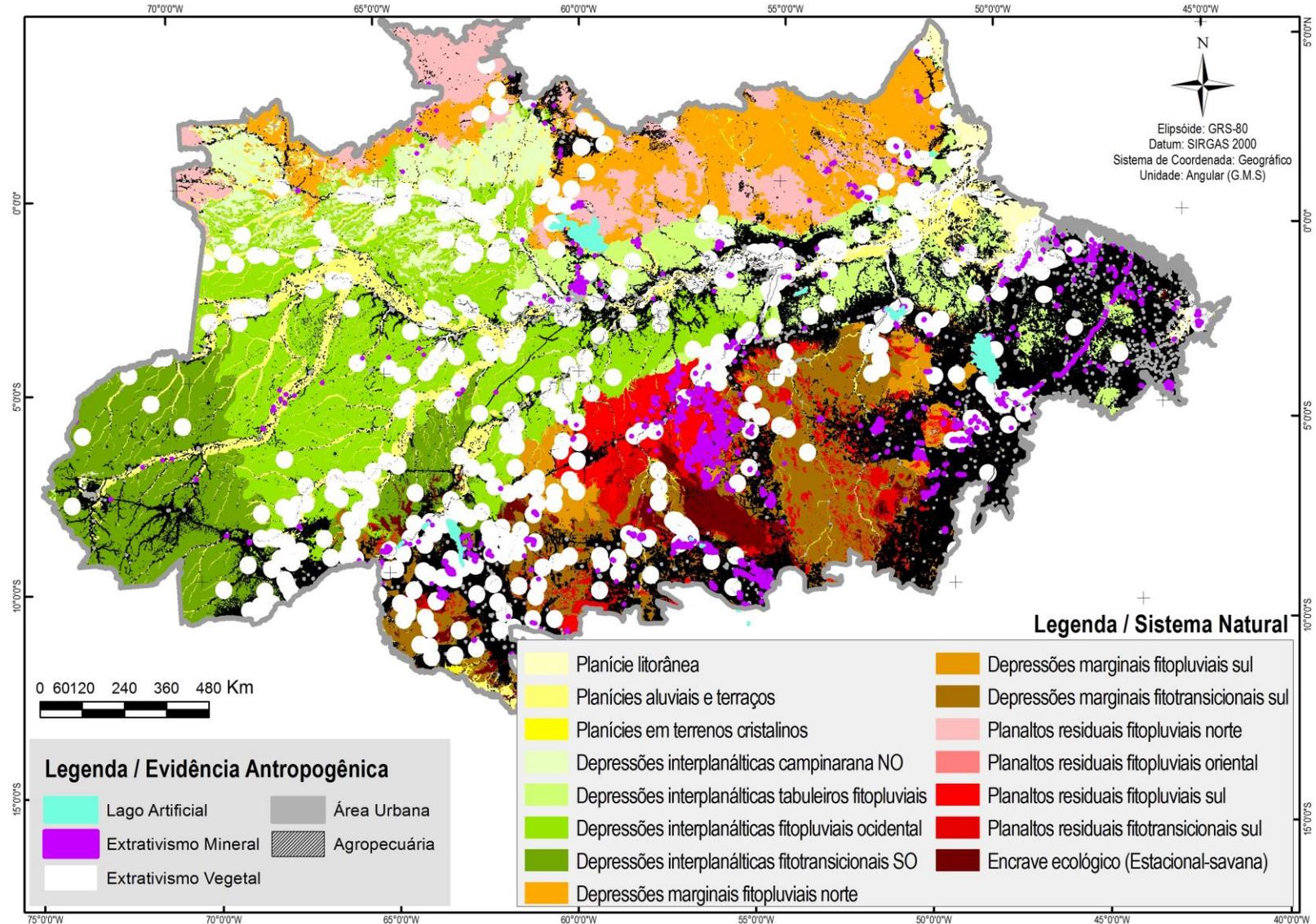


Figura 4.12 – Evidências antropogênicas, no âmbito dos subdomínios naturais da Amazônia brasileira no período Pós-Colonial. Fonte: elaborado pelo autor (2021)

A relação percentual de incremento das evidências antropogênicas demonstra que a dinâmica de uso das principais atividades (extrativismo vegetal e agropecuária) perpassa boa parte dos DNAB, particularmente, o extrativismo vegetal. Este panorama demonstra o grande potencial da região para o extrativismo, principalmente, das áreas situadas às margens das planícies e de algumas depressões.

Com relação à agropecuária, apesar de se tratar de uma atividade recente na região, se comparada ao conjunto de evidências passadas, percebe-se um incremento acelerado e a ampla ocorrência espacial, estando presente em todos os sistemas naturais, em maior ou menor intensidade, com destaque para a Depressão Interplanáltica dos Tabuleiros Fitopluviais e para a Depressão Marginal Sul da Amazônia. A variabilidade espacial desta atividade demonstra sua capacidade de expansão, frente às condições nem sempre favoráveis dos aspectos físico-naturais da região, fato que pode ser atribuído ao contexto tecnológico atual dos meios de produção.

4.4.4 Incremento antropogênico, no âmbito dos DNAB

As evidências antropogênicas consideradas para a fase Paleoindígena dizem respeito a artefatos arqueológicos, associados à época do Holoceno Inicial, bem como à proposição da ocorrência de espécies florestais manejadas no entorno destes artefatos/sítios, corroborado por pesquisas botânicas já mencionadas, ao longo deste trabalho.

A referida fase apresenta um conjunto de evidências de caráter relativamente modesto, com ocorrência mais proeminente sobre os Domínios Cristalinos, principalmente, na Amazônia meridional, e mais discreta ocorrência nos interflúvios sedimentares das depressões interplanálticas.

Na Figura 4.13, é possível perceber a ausência de evidências antrópicas nesta fase, na Planície Litorânea, e discreta ocorrência em terraços das planícies Sedimentar (Monte Alegre) e Cristalina (alto rio Madeira e baixo rio Tocantins). Com relação ao domínio depressões sedimentares, observam-se as primeiras ocupações em interflúvios da Depressão Interplanáltica dos Tabuleiros Fitopluviais, em Monte Alegre (ex.: caverna da Pedra Pintada), no baixo rio Xingu (ex.: sítio Cachoeira Jericoá) e no baixo rio Tapajós (ex.: sítio Nsa. Sra. de Lourdes), moderada ocupação da Depressão Interplanáltica Fitotransicional Sudoeste (ex.: alto rio Madeira) e aparente ausência de indícios nas depressões Interplanáltica Fitopluvial Ocidental e Interplanáltica das campinaranas Noroeste. Neste domínio, como um

todo, a área de ocorrência antropogênica pode chegar a aproximadamente 47%, com destaque para os sistemas naturais DITFP (36%) e DIFT SO (11%).

O domínio das Depressões Cristalinas se destaca, em relação aos anteriores, por apresentar uma maior presença de vestígios da ação humana. Na porção meridional, onde está localizado o sistema da Depressão Marginal Fitopluvial Sul, foi observada relevante presença de evidências antropogênicas em interflúvios orientais (ex.: rios Tocantins e Xingu), bem como no sistema da Depressão Marginal Fitotransicional Sul, com indícios de ocupação nos interflúvios centrais (ex.: entre os rios Iri e Tapajós) e sudoeste (ex.: alto rio Madeira). Por outro lado, na porção setentrional do referido domínio, em que está situada a Depressão Marginal Fitopluvial Norte, detectou-se uma possível ausência e/ou ínfima ocupação humana, provavelmente, em razão do determinismo ecológico, imposto por aspectos limitantes, como as presenças de floresta densa e de relevos mais acidentados. O domínio das Depressões Cristalinas apresentou moderada ocorrência de indicadores antropogênicos, destacando-se a DMFPS (67%) e a DMFTS (43%) (Figura 4.13).

O domínio dos Planaltos e Relevos Montanos apresentou discreta ocorrência de evidências antropogênicas, com destaque para os sistemas do Planalto Residual Fitopluvial Sul (ex.: serra de Carajás) e do Planalto Residual Fitotransicional Sul (ex.: planalto do Parauari, chapadas do Cachimbo), representando um incremento antropogênico de 33% e de 35%, respectivamente. No entanto, o Planalto Residual Fitopluvial Norte aparentemente não apresentou indícios antrópicos significantes. A amplitude espacial destas evidências alcança um percentual total de ocorrência em torno de 20%, no âmbito dos DNAB.

Na fase Arcaica, detectou-se a ocorrência de prováveis evidências antropogênicas (florestas domesticadas), principalmente, nos sistemas Depressão Interplanáltica dos Tabuleiros Fitopluviais, Depressão Marginal Fitopluvial Sul e Depressão Marginal Fitotransicional Sul. Com relação à ocorrência total destas evidências, estimou-se uma área de aproximadamente 19%, no âmbito total dos DNAB.

A fase Formativa apresentou uma dinâmica socioespacial, marcada por processos ocupacionais significativamente expressivos, como no litoral amazônico, nas planícies aluviais e nas depressões sedimentares da porção oriental — atual estado do Maranhão (ex.: rio Pindaré e afluentes) —, do baixo e médio rio Amazonas e dos seus tributários (ex.: rios Xingu, Tapajós, Madeira e Negro), bem como no extremo sudoeste (alto rio Madeira). Esta fase se caracteriza pela consolidação de processos ocupacionais anteriores e pela expansão acentuada de novos eventos socioespaciais, imprimindo, principalmente às depressões sedimentares, amplas dispersão espacial, variabilidade produtiva e dinâmica sociocultural

(ex.: ceramistas, pescadores, coletores, agricultores), bem como elevada diversificação de evidências antropogênicas (ex.: Terra Preta do Índio e Espécies Florestais Domesticadas).

A Figura 4.13 apresenta a proporção da ocorrência de evidências antropogênicas desta fase, principalmente, sobre os domínios da Planície Amazônica e da Depressão Sedimentar, com destaque para os sistemas da Planície Aluvio-Terracial, da Depressão Interplanáltica dos Tabuleiros Fitoplúviais, da Depressão Interplanáltica Fitoplúvial Ocidental, da Depressão Marginal Fitoplúvial Sul e da Depressão Marginal Fitotransicional Sul. Além das evidências supracitadas, observou-se, de maneira mais discreta, a ocorrência de evidências geomorfológicas, retratadas por formações e/ou por alterações morfológicas do relevo, como canais e aterros/montes, principalmente, sobre a Depressão Interplanáltica Fitotransicional Sudoeste (atual estado do Acre) e sobre a planície da Ilha de Marajó, totalizando uma área de aproximadamente 38.000 Km², o equivalente a 1% das evidências observadas para a fase em questão. Tais evidências representam uma área total em torno de 1.700.000 Km², correspondendo a 45% dos DNAB.

A proporção entre evidências de Espécies Florestais Domesticadas e a ocorrência de Terra Preta do Índio demonstram uma relação de causa e efeito, o que sugere que tais sociedades, além de possuírem elevada concentração populacional, apresentavam uma base socioprodutiva pautada no cultivo agrícola e no manejo florestal.

Na fase da Descomplexificação do período Colonial, a dinâmica socioespacial é caracterizada pelo retrocesso de processos ocupacionais anteriores e por tímidas expansões de novas ocupações, exceto em tabuleiros das depressões sedimentares do nordeste paraense, por ter apresentado uma ocupação mais expressiva, em decorrência da proximidade do eixo entre as capitais do estado do Grão-Pará e Maranhão. Na Planície Flúvio-Terracial, a expansão ocupacional ocorreu, basicamente, ao longo do baixo e médio rio Amazonas, bem como às margens de seus principais tributários (ex.: rios Xingu, Tapajós, Madeira, Negro, Branco, Purus). Apesar de os processos de ocupação desta fase terem ocorridos de forma dispersa, estes conseguiram alcançar elevada amplitude espacial, uma vez que a coroa portuguesa pretendia garantir o domínio do território amazônico, frente às outras coroas europeias.

A fase da Descomplexificação representou a desconstrução de processos ocupacionais anteriores e as expansões discreta e dispersa de novos eventos socioespaciais, principalmente, sobre as Planícies e sobre as depressões sedimentares, alicerçadas sobre a atividade predominante dos extrativismos vegetal e animal, tendo, como reflexos, a desaceleração da dinâmica espacial, a simplificação das organizações sociocultural (evangelização) e produtiva

(coleta de produtos florestais), a incorporação de novos agentes produtores, como missionários e colonos, e a desterritorialização de sociedades indígenas amazônicas.

Nesta fase, a ocorrência de evidências antropogênicas (extrativismo vegetal), no âmbito dos domínios naturais, destaca-se sobre a Planície Litorânea, sobre a Planície Aluvio-Terracial, sobre a Depressão Interplanáltica dos Tabuleiros Fitopluviais e sobre a Depressão Interplanáltica Fitopluvial Ocidental.

O período Pós-Colonial, caracterizado como a fase da Diversificação, conta com forte presença de atores (ex.: índios, quilombolas, comunidades tradicionais) e com atividades produtivas pouco desenvolvidas (ex.: agricultura artesanal/rudimentar, extrativismo), herdadas de seus antepassados. Tais aspectos imprimem à Amazônia um cenário socioprodutivo fragmentado, em que atores e atividades divergentes vêm ocorrendo concomitantemente, no tempo e no espaço, desencadeando dinâmicas ampla e acelerada sobre os processos de ocupação na região, bem como uma série de impactos e de pressões antropogênicas. Nesta fase, a dinâmica socioespacial tem sido marcada por processos ocupacionais intensos, como no litoral amazônico, nas planícies aluviais e nas planícies cristalinas, tendo alcançado lugares, como o extremo Norte da costa amapaense, boa parte dos tributários do rio Amazonas e as elevações de planícies sobre os crátons Norte e Sul.

Com relação ao domínio das depressões sedimentares, detectou-se uma expansão exponencial e generalizada da ocupação do sistema natural da Depressão Interplanáltica dos Tabuleiros Fitopluviais, uma expansão significativa e contínua sobre a Depressão Interplanáltica Fitopluvial Ocidental, principalmente, na sua porção Leste, e, mais discretamente, na sua porção Oeste, e sobre a Depressão Interplanáltica Fitotransicional Sudoeste (estado do Acre). No que diz respeito às Depressões Cristalinas, foi observada uma forte ocupação, principalmente, na Depressão Marginal Sul e na Depressão Marginal Norte, em que se detecta uma ocupação discreta, mas em constante expansão, de atividades agropecuárias e de extrativismo mineral. Seguindo uma velocidade ocupacional mais discreta, no entanto, em avanço gradativo, a expansão sobre o domínio dos Planaltos e Relevos Montanos tem se mostrado presente, em menor expressão, por atividades pecuárias e, principalmente, pelo extrativismo mineral, como na serra de Carajás (Parauapebas e Canaã dos Carajás) e no entorno da chapada do Cachimbo.

A fase da Diversificação se caracteriza pela consolidação de processos ocupacionais anteriores e pela expansão acentuada de novos eventos socioespaciais, alcançando todos os domínios naturais, imprimindo, principalmente, às depressões sedimentares e às Depressões Cristalinas da porção Sul, amplas dispersão espacial, variabilidade produtiva (ex.:

agropecuária, extrativismo, urbanização), bem como a elevada diversificação de evidências antropogênicas na paisagem (ex.: cultivo agrícola, pastagem, reflorestamento, mineração, estruturas urbanizadas, barragens hidroelétricas).

Entre as ocorrências de evidências antropogênicas e de seus respectivos sistemas, destacam-se a Planície Litorânea, a Planície Aluvio-Terracial, a Depressão Interplanáltica dos Tabuleiros Fitopluviais, a Depressão Interplanáltica Fitopluvial Ocidental, a Depressão Marginal Fitopluvial Sul e a Depressão Marginal Fitotransicional Sul.

Além das evidências supracitadas, vale destacar a ocorrência de outros vestígios da ação humana, como a estrutura urbana, o extrativismo mineral e os lagos artificiais (reservatórios de UHE). Tais evidências apresentam dimensões espaciais modestas, se comparadas às dimensões dos sistemas e dos domínios naturais, resultando em percentuais pouco expressivos no cômputo desta relação, entretanto constituem evidências de suma importância na dinâmica de processos ocupacionais, pois geralmente estão associados a impactos ambientais profundos, tanto no entorno de suas ocorrências quanto em amplitudes espaciais maiores. Nesse sentido, as áreas urbanizadas têm se destacado na porção oriental da Depressão Interplanáltica dos Tabuleiros Fitopluviais e ao longo das Planícies Litorâneas e das Planícies Aluvio-Terraciais do baixo rio Amazonas.

As evidências da extração mineral, por sua vez, têm ocorrido predominantemente nas Depressões e no Planaltos Cristalinos, com maior evidência nos domínios da porção Sul da Amazônia. Com relação aos lagos artificiais, estes constituem o represamento de rios, através da construção de barragens, formando reservatórios fluviais, para a produção de energia elétrica, com ocorrência predominante nas zonas de transição entre os Domínios Cristalinos e as depressões sedimentares, em razão da forte pressão do fluxo hídrico.

A ocorrência de evidências antropogênicas nos sistemas naturais se intensificou, exceto naqueles, situados no Norte amazônico (DMFPN, PRFPN), na porção noroeste (DIC NO) e no extremo sudoeste (DIFT SO), por terem apresentado percentuais antropogênicos mais discretos (Figura 4.13). Vale ressaltar que os percentuais de incremento refletem as evidências antropogênicas na sua totalidade, podendo ocasionar valores superiores aos da extensão territorial dos sistemas naturais, em razão de sobreposições, proporcionadas pela acumulação histórica.

Entre os sistemas naturais mais antropogenizados, destacam-se a Depressão Interplanáltica dos Tabuleiros Fitopluviais, com uma carga antrópica acumulada, ao longo do Holoceno, em torno de 206%, a Depressão Marginal Fitopluvial Sul, com aproximadamente

259%, e a Depressão Marginal Fitotransicional Sul, apresentando um percentual acumulativo em torno de 192% (Figura 4.13).

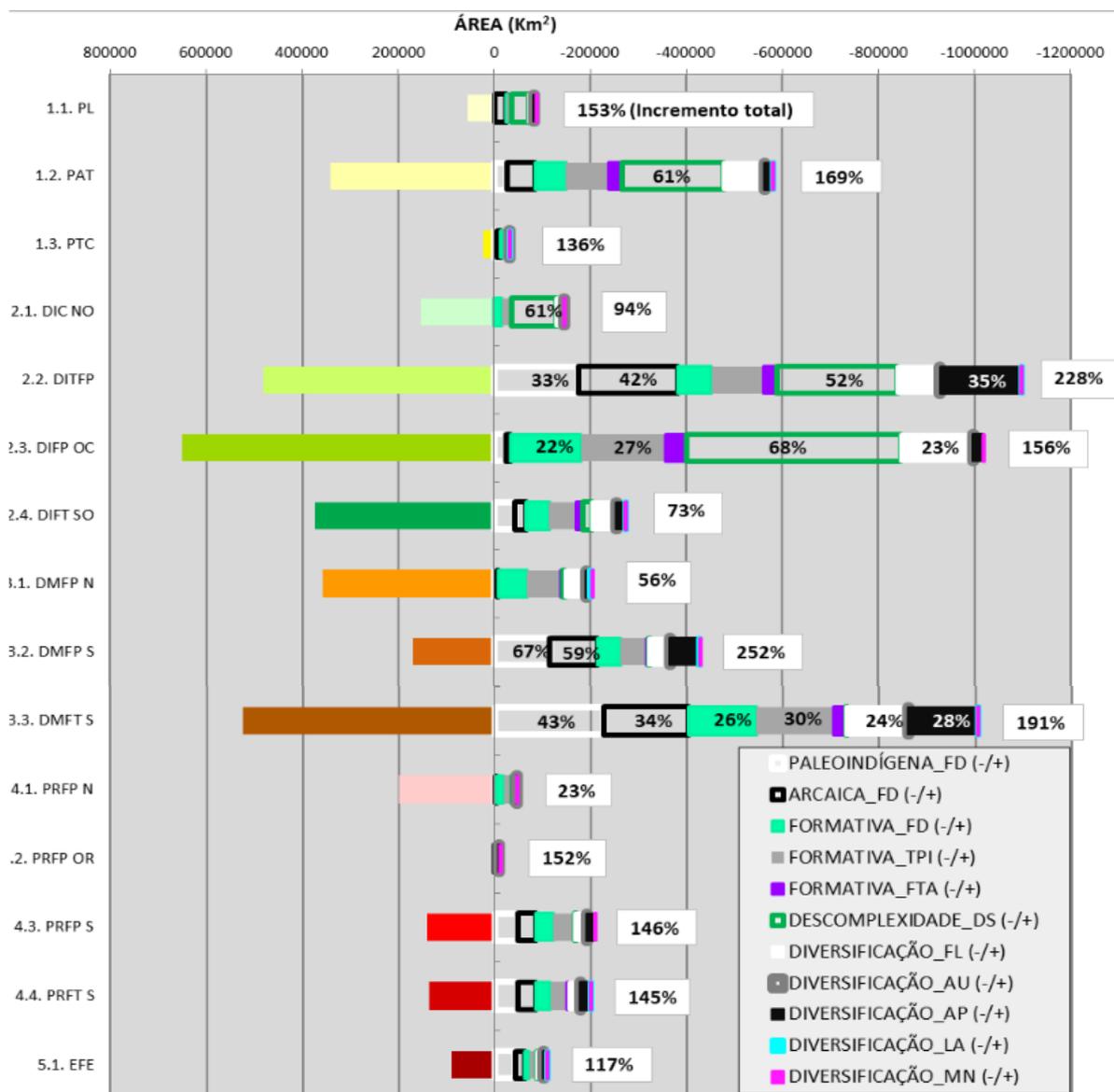


Figura 4.13 – Incremento total de evidências antropogênicas dos sistemas naturais dos DNAB. Fonte: elaborado pelo autor (2021)

Nota: subdomínios: Planície Litorânea (PL), Planície Aluvio-Terracial (PAT), Planície em Terreno Cristalino (PTC); Depressão Interplanáltica das Campinaranas Noroeste (DIC NO), Depressão Interplanáltica dos Tabuleiros fitoplúviais (DITFP), Depressão Interplanáltica Fitotransicional Sudoeste (DIFT SO), Depressão Marginal Fitoplúvial Norte (DMFP N), Depressão Marginal Fitoplúvial Sul (DMFP S), Depressão Marginal Fitotransicional Sul (DMFT S); Planalto Residual Fitoplúvial Norte (PRFP N), Planalto Residual Fitoplúvial Oriental (PRFP OR), Planalto Residual Fitotransicional Sul (PRFP S), Planalto Residual Fitotransicional Sul (PRFT S), Encrave Fitoecológico (EFE). Evidências antropogênicas: Floresta Domesticada (FD), Terra Preta do Índio (TPI), Floresta Domesticada + Terra Preta do Índio + Aterro/Monte (FTA); Extrativismos: Drogas do Sertão (DS), Florestal (FL), Área Urbanizada (AU), Agropecuária (AP), Lago Artificial (LA), Mineral (MN)

4.5 DINÂMICA SOCIOESPACIAL: DAS FASES SOCIOPRODUTIVAS AOS MACROSSISTEMAS HUMANOS

A ideia de que a Amazônia foi povoada de maneira mais significativa apenas após a chegada dos europeus (séculos XV e XVI) e, posteriormente, a partir das políticas públicas do período 1964-1985, é errônea. Esta percepção é consequência da descoberta de evidências arqueológicas cada vez mais abundantes, distribuídas por todos os DNAB. A veracidade desta afirmação se confirma, diante da dispersão dos sítios arqueológicos mais antigos e da configuração das terras indígenas atuais (figuras 4.14 e 4.15).

A Amazônia brasileira apresenta uma peculiaridade, em relação à maioria das demais regiões do Brasil: uma baixa densidade demográfica (5,1 hab./km²), se comparada com a densidade do território nacional (24,9 hab./km²) (IBGE, 2010), no entanto, com robustos indícios de ocupações humanas, associadas aos primórdios da época holocênica.

Os DNAB apresentam uma estrutura ocupacional, composta por vários territórios sociais, entre os quais se destacam: territórios indígenas, quilombolas, assentamentos rurais e áreas urbanizadas. Todos perfazem uma área de aproximadamente 1.600.000 km² (40% da área de estudo). As terras indígenas (62,52%) e os assentamentos rurais (36,34%) se destacam em extensão territorial, contrapondo-se às áreas de menor ocorrência (quilombolas, 1,03%; e urbanizadas, 0,79%). As demais estruturas populacionais/territoriais (ex.: ribeirinhos, seringueiros, pescadores, agricultores) não foram consideradas, em razão da incompatibilidade com a escala adotada e da escassez de dados, no âmbito dos domínios.

Com relação à concentração populacional, ocorre uma inversão de valores, se for considerado a proporção entre a extensão dos territórios sociais e o número de habitantes (Figura 4.14). De acordo com o censo demográfico do IBGE (2015b), as áreas urbanizadas apresentam a maior concentração populacional (13.592.634 hab. = 71%), se comparadas às demais áreas (assentamentos rurais, 12%; indígena, 1,5%; quilombola, 0,2%; outros, 15%) (IBGE, 2010; INCRA, 2020; PENHA *et al.*, 2020). As elevadas desigualdade ocupacional e densidade demográfica estão provavelmente associadas às dinâmicas dos eventos socioespaciais, ao longo do tempo, condicionadas aos aspectos fisiográficos, impostos pelos domínios naturais amazônicos.

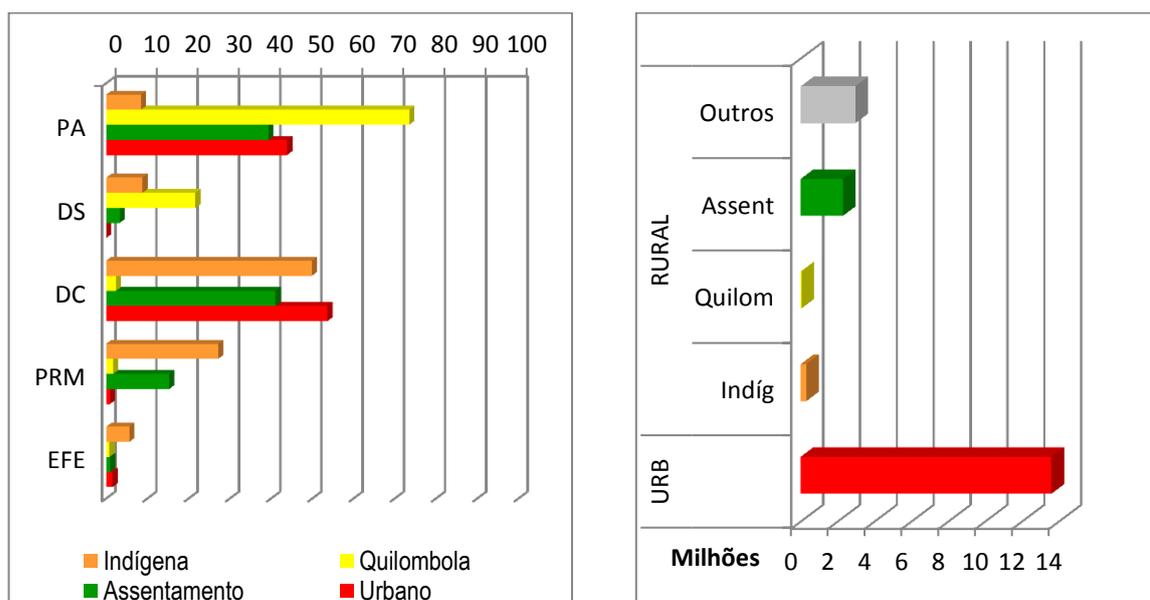


Figura 4.14 – Percentual de ocorrência entre territórios sociais. Fonte: elaborado pelo autor (2021), a partir de IBGE (2010) e Penha *et al.* (2020)

Nota₁: Domínios naturais (à esquerda) e população total dos territórios (à direita)

Nota₂: planícies amazônicas (PA), Depressões Sedimentares (DS), Depressões Cristalinas (DC), Planaltos e Relevos Montanos (PRM), Enclave Fitoecológico (EFE)

A Figura 4.15 demonstra a relação espacial entre os DNAB e os referidos territórios sociais, em que se constata uma localização predominante destes sobre o domínio das depressões sedimentares, principalmente, aqueles circundantes do rio Amazonas.

Entretanto, diferentemente da maior parte destas ocorrências, as áreas indígenas estão situadas, em maior proporção, sobre boa parte do domínio das Depressões Cristalinas, distante do principal rio e de seus tributários imediatos.

Nesse contexto, a configuração destes territórios, as evidências arqueológicas e os relatos dos colonizadores europeus apontam para a proposição de que a dinâmica dos eventos socioespaciais na Amazônia, durante o Holoceno, apresentou arranjos, que divergem do cenário de baixa densidade demográfica, apresentado, atualmente, em algumas regiões (ex.: depressões sedimentares), e, em outros, corroboram a formação do cenário atualmente presente em outras regiões amazônicas (ex.: Depressão Cristalina).

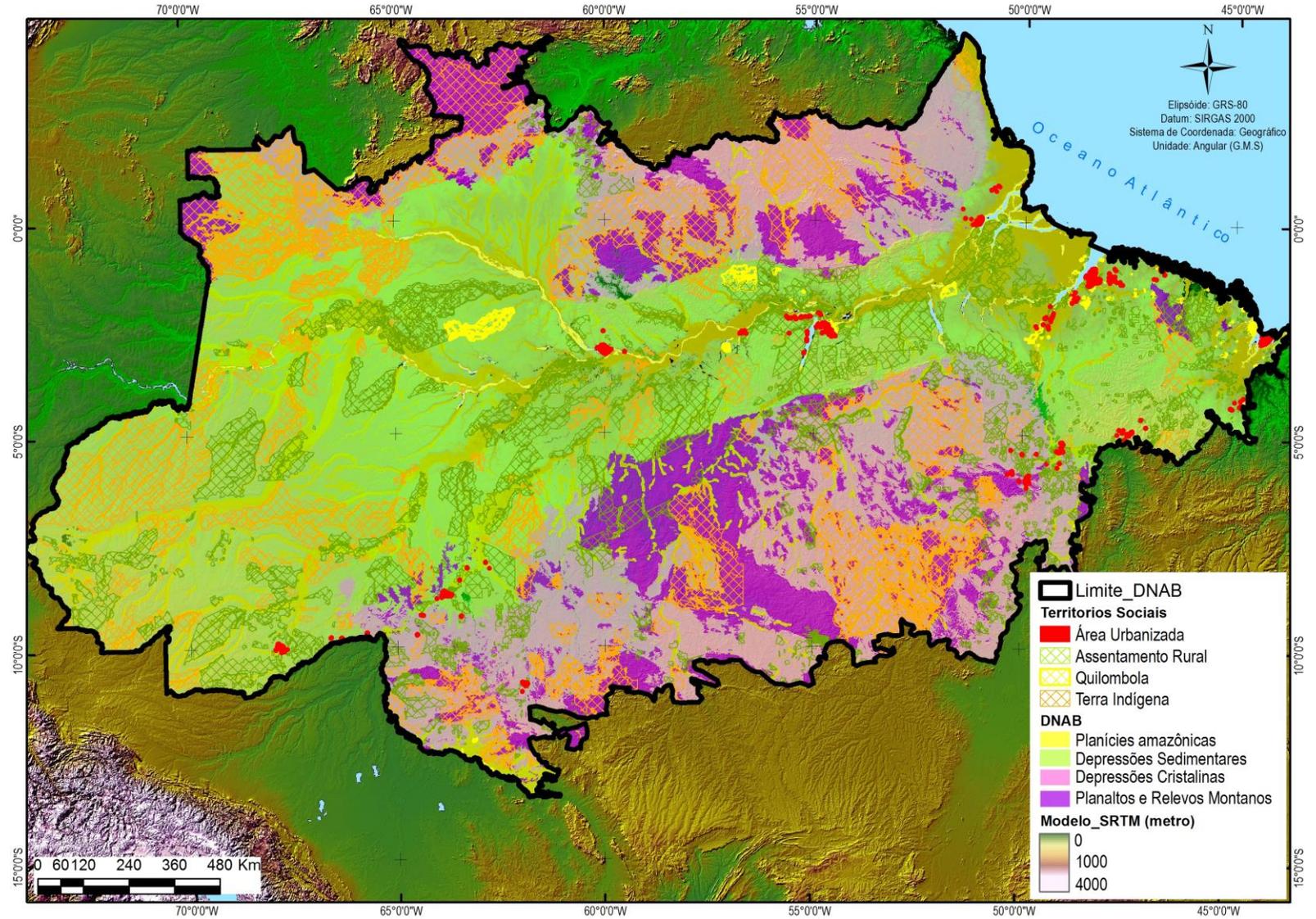


Figura 4.15 – Relação espacial dos territórios sociais contemporâneos e dos Domínios Naturais da Amazônia Brasileira. Fonte: elaborado pelo autor, a partir de IBGE (2003, 2008, 2009a, 2015b), de FUNAI (2018) e de INCRA (2020)

Sendo assim, a gama existente de evidências e de indicadores sugere que a Amazônia constitui uma região, sobre a qual variados e amplos conjuntos de eventos socioespaciais foram processados e materializados, dentro de paisagens milenares, o que possibilitou o engendramento de padrões de uso de recursos naturais, os quais forjaram contextos históricos específicos, marcados por sistemas socioprodutivos dominantes, denominados, particularmente, **macrossistemas humanos**.

Os macrossistemas humanos foram definidos, a partir de conjuntos de eventos, de artefatos, de indicadores arqueoecológicos e de aspectos sócio-organizacionais, acumulados ao longo do tempo e dispersos, espacialmente. Percebe-se que, ao estabelecimento cada grupo de eventos e/ou de evidências das ações humanas ocorrem a reformulação e a adequação das relações destas com o espaço geográfico amazônico, inicialmente, condicionado exclusivamente pelo determinismo ecológico, posteriormente, facilitado pelo manejo/domesticação reiterado de espécies florestais úteis e, em um estágio mais contemporâneo, favorecido pelo avanço técnico-produtivo pós-Revolução Industrial.

Os vestígios humanos na Amazônia holocênica têm demonstrado estreita relação com a vocação regional (florestal e fluvial), entretanto, nas últimas décadas, estes têm sido condicionados fortemente pelo avanço da capacidade de apropriação dos recursos e, conseqüentemente, pela reformulação das relações entre ser humano e natureza. Nota-se uma dinâmica socioespacial cada vez mais ampla, acelerada e diversificada, muitas vezes, sobrepujando e/ou suprimindo irreversivelmente paisagens naturais, desencadeando um ambiente progressivamente mais imbricado e nocivo à sustentabilidade.

A delimitação dos macrossistemas humanos tem, como substratos, os Sistemas Naturais da Amazônia Brasileira, sobre os quais foi analisada a variabilidade geográfica de eventos socioespaciais, segundo o espectro temporal, composto por períodos e por fases, associados ao Holoceno. Vale ressaltar que estes macrossistemas refletem a incidência, a expansão, as reincidências e a relação evolutiva de grupos humanos com as paisagens e/ou com os ecossistemas amazônicos, evidenciando fatores socioprodutivos, tipologias de uso e impactos ambientais, desencadeados ao longo do processo de ocupação na região.

O Quadro 4.4 apresenta a dinâmica socioespacial da trajetória humana na Amazônia, destacando variáveis e eventos socioespaciais, considerados e gerados na proposição destes macrossistemas, no âmbito dos domínios naturais.

Quadro 4.4 – Eventos socioespaciais, evidências antropogênicas e dinâmica ambiental, no âmbito dos Domínios Naturais da Amazônia Brasileira

FASE	DOMÍNIOS NATURAIS E EVENTOS SOCIOESPACIAIS				DINÂMICA SOCIOESPACIAL
	Planície Amazônica	Depressão Sedimentar	Depressão Cristalina	Planaltos/Montanos	
Paleoindígena (pré-cerâmica)	Aparente ausência de indícios antrópicos na PL e possível ocorrência em terraços das Planícies Fluviais Sedimentares PAT (Monte Alegre) e PTC (alto rio Madeira e baixo rio Tocantins)	Primeiras ocupações em interflúvios das DITFP (Pedra Pintada), do baixo Xingu (Cachoeira Jericoá) e do baixo Tapajós. Discreta ocupação da DIFT SO e ausência nas DIFP OC e nas DIC NO	Ausência de ocupação nas DMFPN. Ocupações de interflúvios orientais (rios Tocantins/Xingu) das DMFPS. Ocupações em interflúvios centrais (Tapajós) e do sudoeste das DMFTS (Madeira)	Aparente ausência de indícios antrópicos nos PRFPN, modesta ocorrência nos PRFPS (serra de Carajás) e discreta ocorrência nos PRFTS (chapadas do Cachimbo)	Ambientação (baixo rio Amazonas e Amazônia Sul), interflúvios com veg. aberta, com baixa população e com dispersão de espécies úteis
Arcaica (cerâmica e agricultura incipientes)	Início ocupação da PL (MA e PA). Expansão em terraços e primeiras ocupações da Planície Fluvial (baixo rio Amazonas). Ocupação da PTC no baixo rio Tocantins e no médio Tapajós	Expansão de ocupações anteriores e modesta ocupação oriental da DITFP (NE do Pará) e da DIFT SO. Aparente ausência de indícios nas DIFP OC e nas DIC NO	Pouco ou nenhum indício da DMFPN. Manutenção de ocupações anteriores e expansão ínfima das DMFPS e das DMFTS	Aparente ausência de indícios nos PRFPN. Discreta ocupação dos PRFPS (Carajás, patamares do Araguaia) e dos PRFTS (patamar dos Apiacás)	Diversificação de espécies florestais, moderada dispersão espacial, relativa evolução socioproductiva (cerâmica e horticultura)
Formativa (cerâmica e agricultura)	Expansão expressiva na PL (Marajó e Amapá). Consolidação de ocupações anteriores e expansão acentuada nas PAT (baixo e médio Amazonas). Expansão sobre tributários, ao Sul das PTC	Expansão acentuada da ocupação das DITFP (Sul do Amapá, Baía Caxiuana e Amazônia central), moderada das DIFP OC, adjacentes ao médio rio Amazonas e aos tributários (baixo rio Madeira)	Ocupação inicial de interflúvios das DMFPN (rio Branco). Estagnação da expansão de interflúvios das DMFPS. Expansão moderada na porção oriental e acentuada na ocidental das DMFTS	Estagnação de ocupações anteriores e pouco ou nenhuma expansão significativa nos PRFPN, nos PRFPS e nos PRFTS	Consolidação, dispersão espacial, variabilidade produtiva, dinâmica sociocultural (ceramistas, pescadores, agricultores), diversificação ecológica

Descomplexidade (extrativismo)	Retração de ocupações anteriores e expansão moderada e dispersa de novas ocupações na PL e na PAT. Manutenção de ocupações anteriores e reocupação de PTC	Estagnação de ocupações anteriores e expansão moderada nas DITFP (NE do Pará). Retração de ocupações anteriores nas DIFP OC	Retração/estagnação de ocupações anteriores e discreta expansão de novas ocupações nas DMFPN, nas DMFPS e nas DMFTS	Estagnação de ocupações anteriores e pouco ou nenhuma expansão significativa nos PRFPN, nos PRFPS e nos PRFTS	Redução na dinâmica espacial, ocupação moderada e dispersa, simplificação socioeconômica
Diversificação (agroindústria/extrativismo)	Expansão de ocupações anteriores e consolidação contemporânea na PL e na PAT. Modesta expansão anterior e contemporânea nas PTC	Expansão/consolidação de ocupações urbano-rurais das DITFP. Expansão urbana ínfima e discreta expansão agroextrativa nas DIFP OC	Moderada expansão agroextrativista nas DMFPN. Expansão acentuada urbano-rural, de base agropecuário-extrativa nas DMFPS e nas DMFTS	Ocupação ínfima dos PRFPN. Ocupação e expansão moderada rural dos PRFPS e dos PRFTS, de base extrativa	(Re)diversificação socioespacial, urbanização, territorialização, fragmentação paisagem

Nota: Planície Litorânea (PL), Planície Aluvio-Terracial (PAT); Depressão Interplanáltica dos Tabuleiros fitopluviais (DITFP), Depressão Interplanáltica Fitopluvial Ocidental (DIFP OC), Depressão Marginal Fitopluvial Norte (DMFP N), Depressão Marginal Fitopluvial Sul (DMFP S), Depressão Marginal Fitotransicional Sul (DMFT S); Planalto Residual Fitopluvial Norte (PRFP N), Planalto Residual Fitopluvial Sul (PRFP S), Planalto Residual Fitotransicional Sul (PRFT S)

Fonte: elaborado pelo autor (2021)

A adoção do limite dos sistemas naturais como referência para a definição dos sistemas humanos parte do princípio da intencionalidade, ou seja, mesmo sem apresentar, aparentemente, nenhuma evidência antropogênica, pode-se conjecturar que um determinado sistema e/ou uma paisagem, com características semelhantes e contextualizadas, quanto às evidências adjacentes ou ao grau de evolução sócio-organizacional vigente, possa ter sofrido alguma ação humana. Nesse sentido, os macrossistemas humanos foram definidos e delimitados para a Amazônia brasileira, no contexto de seus domínios naturais, considerando evidências antropogênicas e suas relações com os aspectos biofísicos dos DNAB.

A Figura 4.16 apresenta a distribuição dos macrossistemas humanos na Amazônia brasileira, destacando as classes de níveis antropogênicos e os seus respectivos períodos históricos. Vale ressaltar que a proposição destes macrossistemas só foi possível, em razão do resgate de evidências antropogênicas, produzidas ao longo do Holoceno, as quais foram identificadas, agrupadas, espacializadas e sistematizadas. A referida figura também apresenta a descrição qualitativa dos macrossistemas humanos, bem como seu percentual de ocorrência.

Os níveis antropogênicos foram forjados com os intuitos de facilitar e de delimitar espaços, de acordo com a categorização e com a hierarquização de evidências antropogênicas ou naturais, estas, constituindo áreas aparentemente sem indícios humanos.

De acordo com os dados e com as informações consideradas nesta pesquisa, os Domínios Naturais da Amazônia Brasileira apresentam uma área de floresta primitiva, associada ao nível antropogênico natural a seminatural, equivalente a 28% de sua área total, situada predominantemente na porção Norte. Este modesto percentual pode estar relacionado à dificuldade de acesso a tais sistemas naturais e/ou à baixa disponibilidade de recursos naturais úteis aos grupos humanos de fases anteriores e/ou a lacunas acerca do não desvendamento de novas evidências antropogênicas (Figura 4.16).

No contexto dos sistemas naturais, a classe Floresta Primitiva é contemplada na Depressão Marginal Fitopluvial Norte e no Planalto Residual Fitopluvial Norte, com áreas correspondendo aos percentuais de 68% e de 86%, respectivamente. Na porção ocidental, é representada pela Depressão Interplanáltica das Campinaranas Noroeste, pela Depressão Interplanáltica Fitopluvial Ocidental e pela Depressão Interplanáltica Fitotransicional Sudoeste, com áreas equivalentes a 70%, 50% e 70%, respectivamente.

A trajetória do ser humano na Amazônia holocênica deixou marcas significativas nas paisagens dos DNAB. O conjunto de artefatos arqueológicos da primeira fase socioprodutiva de grupos caçadores-coletores na região, associados a indicadores ecológicos, sugerem fortes indícios da influência na distribuição de espécies domesticadas, haja vista que, em muitos

ambientes amazônicos, ocorrem elevadas concentrações de espécies florestais úteis, as quais foram classificadas como Macrossistemas Humanos de Floresta Domesticada.

Tais macrossistemas estão relacionados às fases do período Pré-Colonial, representando uma extensão territorial de aproximadamente 10% da área total dos DNAB, distribuídos principalmente sobre a Depressão Interplanáltica dos Tabuleiros Fitoplúviais, em áreas próximas ao alto curso do rio Madeira (em Rondônia) e ao baixo curso dos rios Tocantins e Xingu, ao longo do eixo longitudinal, conectando os tabuleiros dos referidos rios aos interflúvios sedimentares circundantes ao rio Tapajós.

Os Macrossistemas Humanos Solos Antropogênicos (Terra Preta do Índio) e Mosaico Antropogênico (Floresta Domesticada + Terra Preta do Índio + Aterros/Montes) estão associados, principalmente, à fase Formativa, com uma extensão espacial equivalente a 15% da área total dos DNAB. Vale ressaltar que o Macrossistema Humano Mosaico Antropogênico representa uma associação de evidências, por causa da dificuldade de individualizá-las. Tais macrossistemas estão distribuídos predominantemente em interflúvios das Depressões Interplanálticas Sedimentares, adjacentes aos principais rios, bem como em Planícies Aluvio-Terraciais, em menor proporção.

O Macrossistema Humano Extrativismo (Drogas do Sertão) está associado à fase da Descomplexificação, do período Colonial, e corresponde a uma área em torno de 490.000 Km² (14% dos DNAB). Está distribuído, prevalentemente, sobre as planícies amazônicas e sobre parte das Depressões Interplanálticas Sedimentares. Este macrossistema representou uma fase com poucos impactos e modificações da paisagem, uma vez que a atividade predominante era pautada na coleta de produtos florestais, geralmente, de pequeno porte.

Vale ressaltar que os macrossistemas associados aos períodos Pré-Colonial e Colonial foram classificados e categorizados no nível antropogênico seminatural, em razão de constituírem ambientes com ausência de uso contemporâneo, entretanto, apresentando evidências antropogênicas associadas, majoritariamente, ao período Pré-Colonial. Atualmente, em razão da elevada amplitude temporal, apresenta-se integrado aos ambientes, aos aspectos e aos processos ecológicos considerados naturais.

Com relação aos macrossistemas categorizados no nível antropogênico Uso Contemporâneo, foram considerados cinco: Extrativismo Florestal; Área Urbanizada; Extrativismo Mineral; Lago Artificial; e Agropecuária. Ressalta-se que tais macrossistemas correspondem às evidências antropogênicas vinculadas ao período Pós-Colonial.

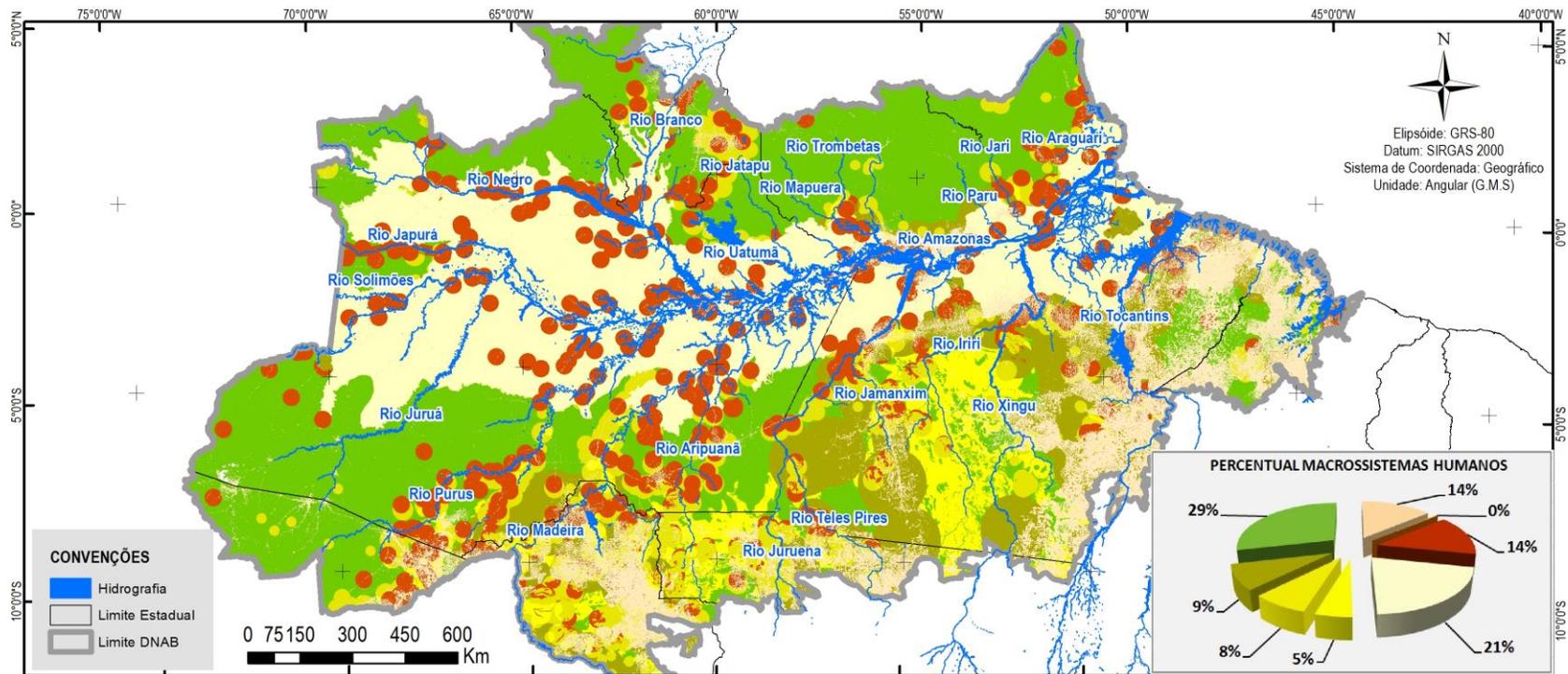
O Macrossistema Humano Extrativismo Florestal compreende atividades de exploração de produtos florestais, associadas ao início do período Pós-Colonial (ex.: castanha-

do-pará, pau-rosa, seringueira, cacau), apresentando uma área de ocorrência de aproximadamente 10% dos DNAB. Os produtos florestais constituem formações de espécies úteis, manejadas e produzidas intensamente, em eventos que antecederam à fase da Diversificação, principalmente, na fase Formativa. O ciclo de extração do cacau no período Pós-Colonial foi curto, em razão de se tratar de um produto remanescente do período Colonial, em que já fora significativamente explorado.

O Macrossistema Humano Agropecuário compreende um conjunto de atividades econômicas em franca expansão na Amazônia brasileira, apresentando uma área por volta de 14%. Constitui a maior ocorrência antropogênica atual, composto por tipologias de uso da terra, como a agricultura, a pastagem, o reflorestamento, a silvicultura, o extrativismo vegetal, entre outras. Sua amplitude espacial perpassa todos os domínios naturais, sendo mais pronunciada em alguns espaços e mais discreta, em outros. Este macrossistema apresenta um espectro temporal recente (meados do século XX, até os dias atuais), no entanto tem demonstrado grande potencial de expansão, alcançando e suprimindo paisagens variadas.

Os Macrossistemas Humanos Área urbana, Extrativismo Mineral e Lago artificial representam as menores extensões territoriais dos DNAB, totalizando uma área aproximada de 0,3% da área de estudo. No entanto, são macrossistemas importantes, do ponto de vista ambiental, pois sintetizam e refletem o conjunto de índices e de referentes socioeconômicos, produzidos local, regional e globalmente, bem como registram a funcionalidade da Amazônia, nos contextos nacional e internacional. Nesse sentido, as amplitudes temporal e espacial, associadas a estes macrossistemas, demonstram um cenário composto por evidências, oriundas de várias fases ou ciclos econômicos processados na Amazônia brasileira, como áreas urbanas remanescentes do período Colonial, cidades e obras estruturantes, emergentes de ciclos econômicos recentes, imprimindo um panorama complexo e heterogêneo, que justificaria a forte coexistência de paisagens e de aspectos socioeconômicos divergentes.

A dinâmica dos processos de ocupação na Amazônia brasileira, e seus respectivos vestígios antropogênicos, atribuíram à região um mosaico complexo e diversificado de Macrossistemas Humanos, herdados e processados mais recentemente, os quais coexistem e sugerem que seus domínios naturais apresentam um nível significativo de antropogenização, representado por uma extensão territorial de aproximadamente 64%. Este nível de antropogenização provavelmente apresenta um percentual maior, por considerar a existência de lacunas acerca de evidências antropogênicas mais remotas, as quais vão sendo desvendadas, conforme as pesquisas arqueológicas avançam.



PERÍODO	NÍVEL ANTROPOGÊNICO	MACROSSISTEMAS HUMANOS	DOMÍNIOS NATURAIS HUMANIZADOS	
			DESCRIÇÃO	ÁREA (KM2)
Pós-Colonial	USO CONTEMPORÂNEO		Nessa classe, estão inseridas evidências antropogênicas predominantes vinculadas ao período pós-colonial	
		Agropecuário	Constitue a maior ocorrência antropogênica atual, composto por um conjunto de tipologias de uso da terra, como agricultura, pastagem, reflorestamento, silvicultura, extrativismo vegetal, dentre outras	501791,11
		Lago Artificial	Corresponde à represa/reservatório fluvial de Usina Hidroelétrica de Energia	6789,31
		Extrativismo (mineral)	Áreas com ocorrência de extração mineral, com destaque para bauxita (Paragominas e Trombetas e Juruti) e ferro (Serra de Carajás)	975,36
		Área Urbanizada	Constituem áreas urbanizadas, podendo está associada a estruturas densas e contínuas ou pouco densas e descontínuas	3041,17
		Extrativismo (florestal)	Representa atividades de exploração de produtos florestais, associadas ao início do período pós-colonial, como por exemplo, castanheira, pau-rosa, seringueira	517724,36
Colonial	SEMI-NATURAL		Ambientes com ausência de uso contemporâneo, entretanto, apresentando evidências antropogênicas associadas, majoritariamente, ao período pré-colonial. Atualmente, em razão da elevada amplitude temporal, apresentam-se integradas a aspectos ecológicos considerados naturais	
		Extrativismo (florestal / DS)	Atividade extrativista de produtos florestais, denominados Drogas do Sertão (DS), no contexto do período colonial	779869,83
Pré-Colonial		Mosaico Antropogênico (FD+TP+AM)	Conjunto de evidências antropogênicas (floresta domesticada - FD), terra preta do índio (TP) e aterros/montes (AM), associadas a fase Arcaica	186245,58
		Solo Antropogênico (TPI)	Retrata a ocorrência de solos de Terra Preta do Índio (TPI), relacionado a fase formativa do período Pré-Colonial	284989,04
		Floresta domesticada (FD)	Carateriza-se pela possível ocorrência de espécies florestais domesticadas (FD), associadas às fases Peleioindígena, Arcaica e formativa	322250,22
	NATURAL A SEMI-NATURAL	Floresta Primitiva	Constituem ambientes, aparentemente, com pouca ou nenhuma evidência antropogênica, dentre ao quais, destacam-se: PTC (40,54%), DIC NO (70,60%), DIFP OC (49,82%), DIFT SO (70,20%), DMFP N (68,59%), PRFP N (86,82%)	1043693,95

Figura 4.16 – Macrossistemas Humanos, no contexto dos Domínios Naturais da Amazônia Brasileira. Fonte: elaborado pelo autor (2021)

5 ANTROPOGENIZAÇÃO DA AMAZÔNIA BRASILEIRA

A velocidade e a intensidade, com que as ações humanas vêm interferindo nas formas, nas estruturas e nos fenômenos naturais têm levado pesquisadores a buscar respostas cada vez mais precisas e relacionais entre as ações humanas e a natureza. As sociedades humanas emergiram como uma força global, que está reedificando comportamentos da biosfera, da atmosfera, da hidrosfera e da litosfera (STEFFEN *et al.*, 2007). Para compreender esta transformação, é necessário considerar que as sociedades humanas são capazes de interagir e de remodelar a ecologia, sendo necessária, portanto, a busca por uma percepção causal dos processos socioculturais e/ou socioespaciais sobre a paisagens naturais (ELLIS, 2015).

Em paisagens não perturbadas, a estrutura e a função do ecossistema variam, em resposta às modificações dos aspectos biofísicos prevalentes (ex.: relevo, solo, hidrologia, microclima, vegetação). Os humanos tiram vantagem dessa variação natural, usando distintamente as diferentes partes da paisagem, bem como constroem legados ecológicos deste uso, expandem assentamentos e criam padrões antropogênicos (ELLIS, 2011).

As condições naturais podem ser avaliadas, a partir da análise integrada de seus elementos biofísicos constitutivos, os quais são condensados em unidades espaciais e/ou em paisagens, em consonância com a magnitude escalar dos eventos ou fenômenos investigados. A análise integrada do meio ambiente constitui estudos unificados das condições naturais, que dão uma percepção do meio, em que vive o ser humano e ao qual se adaptam os demais seres vivos, vislumbrando a apreensão das conexões entre os vários elementos, que integram a natureza.

O uso dos recursos naturais, ao longo da história relacional ser humano-natureza, tem desencadeado séries de mudanças e de alterações na estrutura de ecossistemas, em amplitudes têmporo-espaciais variadas. A variabilidade e a intensidade das ações humanas sobre o meio ambiente proporcionam a eclosão de uma natureza progressivamente humanizada, em que aspectos e processos naturais são perturbados, rearranjados e desdobrados em paisagens híbridas. Estas paisagens são compostas por estruturas naturais e artificiais, que se retroalimentam e que engendram sistemas que evoluem, de acordo com as condições naturais e com as ameaças antropogênicas potenciais.

As evidências antropogênicas denunciam a dimensão destas ações antrópicas e dos prováveis impactos sobre a natureza, podendo condicionar o surgimento de sistemas naturais e humanos complexos (LIU *et al.*, 2007), particularmente, denominados sistemas ambientais. Os sistemas ambientais representam sistemas híbridos, em constante evolução, cuja dinâmica

é regulada pelas condições de potencialidade e/ou de limitação de seus componentes biofísicos, associados às evidências antropogênicas, acumuladas ao longo da história relacional entre ambos. A evolução e a dinâmica destes ambientes dependem da capacidade de suporte das unidades naturais, frente ao potencial de ameaça das tipologias de uso, que se processam e/ou que se acumulam sobre os sistemas e/ou sobre as paisagens naturais. Nesse sentido, os fatores emergentes, no contexto de sistemas ambientais, podem desencadear formas e processos, que estabelecerão e que ditarão novas dinâmicas ambientais, podendo resultar em um mosaico de paisagens com vários níveis de antropogenização e em impactos sobre os serviços ecossistêmicos.

A investigação acerca do grau de antropogenização de paisagens naturais se lastreia na adoção de princípios teórico-conceituais integrativos dos componentes biofísicos, que compõem tais paisagens, entre eles, a análise geoambiental. O estudo geoambiental constitui a análise integrada e holística de componentes e de aspectos biofísicos, associados à ameaça potencial, representada pelos impactos antropogênicos, pressupondo-se uma abordagem temática dos componentes geoambientais do meio natural, a partir de três níveis de abordagem: descritivo e analítico, sintético e dialético (SOUZA, 2000).

A análise geoambiental se ancora na Teoria da Ecodinâmica, a qual propõe, para o estudo integrado do meio ambiente, a metodologia de base sistêmica, em que os componentes fundamentais da dinâmica natural são os aspectos morfo genético e pedogenético (TRICART, 1977). Entre as metodologias de base sistêmica, a ecodinâmica é a que mais incorpora o plano social na análise integrada do meio geográfico natural, pois considera os fluxos quantificáveis de matéria e de energia e as conexões geográficas e espaciais da problemática ambiental.

Nesse sentido, partindo da premissa de que as ações humanas sobre o meio ambiente têm influenciado as condições e/ou as oscilações climáticas, e considerando o fato de que tais ações são mais bem investigadas e compreendidas nos contextos da dinâmica socioespacial e do uso dos recursos naturais, julga-se razoável buscar entendê-las, em nível de escalas macrorregional e/ou regional.

Ao contrário da percepção acerca de uma Amazônia predominantemente natural, evidências demonstram que os DNAB têm sido palco de extensas e de variadas ações humanas, desde o Holoceno Inicial, corroborando a hipótese de que a região abriga paisagens e/ou domínios significativamente humanizados. A humanização de paisagens naturais parte do preceito da coexistência de elementos naturais (sistemas naturais) e artificiais (sistemas humanos), os quais interagem e evoluem a um terceiro nível, particularmente, denominado domínio antropogenizado.

A Amazônia, mormente a restrita ao território brasileiro, tem sido objeto de estudo e de preocupação, em níveis local, regional e global, em razão, principalmente, das altas taxas de desmatamento e da destruição de seus recursos naturais. Tal fato tem despertado o interesse de vários segmentos e de organizações dos cenários nacional e internacional, em função dos discursos das degradações da biodiversidade e do meio ambiente, das desestruturações socioeconômica e cultural, do aquecimento global, entre outros.

A aceleração, com a qual os sistemas produtivos vêm se instalando e se apropriando dos recursos naturais, tem desencadeado uma série de alterações nas paisagens "naturais/originais" do espaço amazônico, estabelecendo um mosaico cada vez mais heterogêneo de paisagens na região. A diversidade da paisagem amazônica vai além dos cenários aparentemente primários. Pesquisas arqueológicas e ecológicas têm demonstrando uma gama de evidências antropogênicas, que remontam ao início da época holocênica, quando os primeiros grupos humanos e seus descendentes pré-coloniais deixaram marcas robustas de suas ações nas paisagens da região. Tais evidências sugerem fortes indícios de que o ser humano já atuava como uma força expressiva da natureza, capaz de introduzir alterações significativas.

A Amazônia brasileira é uma região com extenso e diversificado mosaico de evidências antropogênicas, constituindo uma região com um conjunto de indicadores, que sinalizam amplo e intenso processos de ocupação espaço-temporais dos espaços naturais, principalmente, nas últimas décadas, quando, à região, foram impostas novas funcionalidades socioprodutivas no cenário capitalista: fornecedora de matéria-prima e celeiro agropecuário.

O aumento populacional na região foi seguido pela ampliação de sistemas cada vez mais intensos de uso da terra, todavia com baixo aperfeiçoamento técnico. Tal demonstra que, apesar de boa parte do sistema produtivo na região ainda apresentar baixa tecnologia, os domínios amazônicos apresentam grande potencial de sustentação populacional, em razão de seus aspectos biofísicos e de sua biodiversidade. Nesse sentido, a urbanização da Amazônia brasileira, seguida, em parte, pela industrialização, tem demonstrado grande capacidade conciliatória entre as demandas sociais e o potencial ecológico da região, no entanto tem enfrentado desafios, mediante as demandas do mercado capitalista, impostas à região, desencadeando problemas sociais e ecológicos.

Nesse sentido, torna-se mister promover uma abordagem mais abrangente da expansão humana na Amazônia; não, somente, pela possibilidade de melhor compreender a evolução de uma natureza progressivamente humanizada, mas, especificamente, pela probabilidade de construir uma abordagem lastreada em princípios teórico-metodológicos geográficos, dada a

importância e a *expertise* desta especialidade da Ciência na análise multiescalar da relação dialética ser humano-natureza.

5.1 SISTEMAS AMBIENTAIS: DOS ASPECTOS ANTROPO-NATURAIS À CONJUNTURA ANTROPOGÊNICA

A dinâmica ambiental pressupõe, em maior ou menor grau, a coexistência de paisagens e/ou de estruturas complexas e heterogêneas. Nessa perspectiva, a análise da relação entre aspectos biofísicos da natureza e evidências antropogênicas, desencadeadas por processos de ocupação socioespacial e de utilização dos recursos naturais, auxilia na identificação, na extensão e na intensidade dos impactos e dos fatores emergentes, produzidos em consonância com a capacidade de suporte ecológico e com a ameaça potencial, embutida na capacidade transformadora de tipologias de uso da natureza.

Os sistemas ambientais foram forjados, a partir da confrontação entre componentes/atributos dos sistemas naturais e das unidades espaciais e evidências antropogênicas, sintetizadas nos macrossistemas humanos. O cruzamento destes aspectos possibilitou uma visão panorâmica das condições ambientais, no contexto dos DNAB, o que permitiu a realização de uma análise integrada, holística e dialética, mediante às intervenções antrópicas e às possíveis respostas ecológicas a estas ingerências.

A correlação entre os aspectos da natureza "primária e/ou primitiva" e os fatores emergentes, forjados e caracterizados no âmago das relações sociais, possibilitou a percepção de indicadores e de eventos, envolvidos e responsáveis pelo processo de transformação das paisagens naturais em estruturas ecológicas antropogênicas. Tal fato demonstrou que os DNAB têm sido palco de eventos socioespaciais, que remontam a milhares de anos, desde o início do Holoceno. Esta afirmação tem, como lastro, um conjunto de evidências arqueobotânicas, que apontam para um substancial leque de indícios das intervenções humanas sobre os domínios naturais amazônicos, sugerindo que o ser humano tem participado ativamente no processo de antropogenização na Amazônia brasileira, desde o período Pré-Colonial, até a contemporaneidade.

A identificação e a análise da dinâmica de eventos socioespaciais e das respectivas formas de uso dos recursos naturais, materializadas nas paisagens, permitiram detectar uma área antropogenizada equivalente a aproximadamente 70% da área total dos DNAB, ou seja, foi detectado um remanescente de paisagens primitivas em torno de 30%. No interior da área antropogênica, foi detectado um conjunto de evidências da ação humana, associadas a

períodos e a fases socioprodutivas de amplo espectro temporal, como as fases Arcaica e Formativa, do período Pré-Colonial (ex.: espécies florestais e solos domesticados), a fase da Descomplexificação, do período Colonial (ex.: extrativismo vegetacional/Drogas do Sertão) e a fase da Diversificação, do período Pós-Colonial (ex.: extrativismo florestal, urbanização, mineração, agropecuária).

As relações percentuais entre os macrossistemas humanos (tipologias de uso) e as áreas de cada sistema natural permitiram mensurar a extensão de ocorrência e a predominância daqueles no contexto dos domínios naturais, subsidiando a análise da amplitude têmico-espacial da antropogenização, bem como a delimitação e a definição dos sistemas ambientais.

A síntese e/ou a correspondência têmico-espacial entre os aspectos/atributos dos sistemas naturais e dos macrossistemas humanos subsidiaram a proposição de doze sistemas ambientais, os quais foram delimitados, a partir dos sistemas naturais e das evidências antropogênicas predominantes.

O Quadro 5.1 e a Figura 5.1 apresentam variáveis, parâmetros e atributos, referentes aos aspectos biofísicos (Subdomínios Naturais) e às evidências antropogênicas (Macrossistemas Humanos), que auxiliaram na caracterização, no dimensionamento e na definição dos sistemas ambientais da Amazônia brasileira.

Quadro 5.1 – Sistemas ambientais e seus respectivos parâmetros e variáveis biofísicos e antropogênicos

SISTEMAS NATURAIS	ASPECTOS BIOFÍSICOS	MACROSSISTEMAS HUMANOS	SISTEMAS AMBIENTAIS
1.1 Planície Litorânea (PL)	Sedimentos inconsolidados, de influência marinha e de forte deposição orgânica. Relevos planos. Solos arenosos (praias) e sálicos (mangues), com vegetações pioneira e arbóreo-arbustiva. Significativa precipitação, aquífero poroso raso a moderadamente profundo. Compreende ecossistemas de uso limitado	Uso contemporâneo: extrativismo vegetal (22%), área urbana (1,35%) e agropecuário, no qual se destaca a pecuária de pequeno porte (5%), esporadicamente, associada à agricultura familiar e/ou ao mosaico de ocupações (3%) Seminatural: florestas domesticadas (7%), associadas à TPI (3%)	Costeiro urbano-extrativo: ambientes com limitações ecológicas e atividade extrativista dominante. Área (Km ²): 55.901 Área (% DNAB): 1,51
1.2 Planície Aluvio-Terracial (PAT)	Sedimentos inconsolidados a moderadamente consolidados, de influência aluvio-acumulativa e periodicamente inundados. Relevo plano. Solos hidromórficos (Gleissolo) e argilo-arenosos (Latossolo, Plintossolo), com vegetação aluvial, precipitação variada, aquífero poroso	Uso contemporâneo: extrativismo vegetal (10%), área urbanizada (0,2%) e agropecuário, com destaque para a pecuária de pequeno porte (5%), esporadicamente, associada à agricultura familiar e/ou ao mosaico de ocupações (0,1%) Seminatural: TPI (7%), associada a florestas domesticadas (3%)	Flúvio-Continental urbano agro-extrativo: áreas com limitações ecológicas de uso e com atividade extrativista dominante, intercalada com agropecuária de pequeno porte.
1.3 Planície dos Terrenos Cristalinos (PTC)	Sedimentos inconsolidados, modelados por processos erosivo-deposicionais, esculpido em terrenos cristalinos. Relevo plano, com vertentes abruptas. Solos hidromórfico e argiloso, com vegetação aluvial. Precipitação irregular e aquífero poroso	Uso contemporâneo: extrativismo mineral (0,3%) e agropecuário, com destaque para o extrativismo vegetal (18%) e para a pecuária (5%) Seminatural: florestas domesticadas (19%) e TPI (14%)	Área (Km ²): 366.072 Área (% DNAB): 9,9
2.1 Depressão Interplanáltica das Campinaranas (DIC)	Depósitos sedimentares do Quaternário, assentes sobre bacias sedimentares fanerozoicas. Relevo plano. Solo francamente arenoso e hidromorfizado/lixiviado (Espodosolo), com vegetação campestre-arbórea. Precipitação e temperatura	Uso contemporâneo: aparentemente, sem indícios de atividade antrópica relevante, com destaque para um extrativismo vegetal pouco substancial (10%)	Campinarana: restrição pedológica e antropismo muito baixo. Área (Km ²): 153.075

	elevadas e aquífero poroso		Área (% DNAB): 4,1
2.2 Depressão Interplanáltica dos Tabuleiros Fitopluviais (DITFP)	Bacias e coberturas sedimentares fanerozoicas (Cenozoico), com deposição de material diverso, originário de áreas adjacentes. Relevo plano a ondulado (patamares e tabuleiros). Solo maduro, com elevada pedogenização (Latossolo), com vegetação densa. Precipitação moderada e temperatura elevada e aquífero poroso	Uso contemporâneo: extrativismo vegetal (13%), área urbanizada (0,4%), extrativismo mineral (0,1%) e agropecuário, com destaque para a pecuária (35%) e para a agricultura, associada aos mosaicos de ocupação (2%); Seminatural: Espécies Florestais Domesticadas (9%), associadas à Terra Preta do Índio (2%)	Tabuleiro urbano-agropecuário: baixa restrição ecológica e atividade agropecuária dominante. Área (Km ²): 481.330 Área (% DNAB): 13
2.3 Depressão Interplanáltica Fitopluvial Ocidental (DIFP OC)	Bacias e coberturas sedimentares fanerozoicas, com deposição de material diverso de áreas adjacentes. Relevo plano a suave ondulado (tabuleiro e colinas suaves). Solo pouco (Gleissolo, Espodossolo) a desenvolvido (Argissolo, Latossolo, Plintossolo), com pedogenização baixa a elevada e com vegetação densa. Precipitação e temperatura elevadas e aquífero poroso	Uso contemporâneo: extrativismo vegetal (22%) e agropecuário, com destaque para a pecuária (3%) e para os demais mosaicos ocupacionais (0,1%); Seminatural: Terra Preta do Índio (3%), associada a Espécies Florestais Domesticadas (1%)	Depressão extrativa OC: moderada, com restrição pedogenética e com atividade extrativa dominante. Área (Km ²): 649.949 Área (% DNAB): 17,5
2.4 Depressão Interplanáltica Fitotransicional Sudoeste (DIFT SO)	Bacias e coberturas sedimentares fanerozoicas (Cenozoico), com deposição de material diverso. Relevo suave ondulado a ondulado (colinas dissecadas e morros). Solo pouco (Luvisolo) a bem desenvolvido (Argissolo), com baixa pedogenização, recoberto com vegetação aberta. Precipitação reduzida e temperatura abrupta/sazonal e aquífero poroso	Uso contemporâneo: extrativismo vegetal (11%), lagos artificiais (0,2%), área urbana (0,1%) e agropecuário, com destaque para a pecuária (5%); Seminatural: Terra Preta do Índio, associada a Espécies Florestais Domesticadas e a relevos antropogênicos (12%)	Depressão extrativo-pecuário SO: moderada a alta restrição ecológica e atividade extrativa dominante. Área (Km ²): 372.991 Área (% DNAB): 10
3.1 Depressão Marginal Fitopluvial Norte (DMFP N)	Coberturas vulcano-sedimentares fanerozoicas (Paleomesozoico), esculpidas sobre rochas cristalinas/metassedimentares, modeladas por antigos processos erosivos (Cenozoico), com material diverso. Relevo plano a ondulado (depressões, colinas e morrotes). Solos	Uso contemporâneo: extrativismo vegetal (14%), lagos artificiais (2%), área urbana (0,01%) e agropecuária/pecuária (2%); Seminatural: Terra Preta do Índio (10%), associada a Espécies Florestais Domesticadas (2%)	Depressão marginal extrativo N: moderada a alta restrição ecológica e atividade extrativa. Área (Km ²): 357.543

	desenvolvidos e profundos (Argissolo, Latossolo), recobertos com vegetação densa. Precipitação variada e alta temperatura e aquífero fraturado		Área (% DNAB): 9,6
3.2 Depressão Marginal Fitopluvial Sul (DMFP S)		Uso contemporâneo: extrativismo (16%), lagos artificiais (2%), mineração (1%), área urbana (0,1%) e agropecuário, com destaque para a pecuária (37%); Seminatural: Terra Preta do Índio (7%), associada a Espécies Florestais Domesticadas (25%)	Depressão marginal fitopluvial agropecuária S: moderada restrição ecológica e atividade pecuária dominante. Área (Km ²): 170.203 Área (% DNAB): 4,6
3.3 Depressão Marginal Fitotransicional Sul (DMFT S)	Aspectos morfoestruturais, morfoesculturais e pedológicos semelhantes aos das DMFP N. Prevalece a floresta aberta (formação transicional). Clima sazonal (monções), com reduzida precipitação, temperatura moderada e período de estiagem prolongado (3-6 meses). Lençol freático variável, baixa a moderada infiltração (baixa capacidade de retenção hídrica), aquífero fraturado e baixo potencial hidrogeológico	Uso contemporâneo: extrativismo (2%), área urbana (0,1%), extrativismo mineral (0,1%), lagos artificiais (0,1%) e agropecuário, com destaque para a pecuária (28%) e para a agricultura incipiente (0,1%); Seminatural: Terra Preta do Índio (21%), associada a Espécies Florestais Domesticadas (50%)	Depressão marginal fitotransicional agropecuário S: moderada a alta restrição pedoclimática e atividade agropecuária dominante. Área (Km ²): 523.729 Área (% DNAB): 14
4.1 Planalto Residual Fitopluvial Norte (PRFP N)	Embasamento cristalino Neoproterozoico, eventualmente, coberto por sedimentos pouco espessos e/ou vulcânicos, estratigrafia de sedimentos diversos e consolidados, esculpida sobre rochas diversas, intercaladas com testemunhos de controle estrutural. Relevo plano (platô/chapada) a fortemente ondulado (morros e serras), com moderada a alta declividade	Uso contemporâneo: extrativismo vegetal (6%) e agropecuário, com destaque para a pastagem (1%); Seminatural: Terra Preta do Índio (6%), associada a Espécies Florestais Domesticadas (1%)	Planalto residual N: alta restrição ecológica e ínfima atividade antrópica. Área (Km ²): 199.323 Área (% DNAB): 5,4
4.2 Planalto Residual Fitopluvial Oriental (PRFP OR)	(exceto platô/chapada). Solos pouco desenvolvidos (Neossolo) a desenvolvidos (Latossolo), de textura argilosa a argilo-arenosa, com drenagem irregular, baixa a alta infiltração, lençol freático profundo a variável. Vegetação densa. Precipitação variada e alta temperatura e aquífero fraturado	Uso contemporâneo: extrativismo (1%), urbano (0,1%), extrativismo mineral (0,1%), agropecuário, destacando a pecuária (53%) e a agricultura incipiente, associada aos mosaicos de ocupações (1%); Seminatural: florestas domesticadas (45%)	Planalto agropecuário oriental: alta restrição ecológica e atividade agropecuária dominante. Área (Km ²): 7.548 Área (% DNAB): 0,2

4.3 Planalto Residual Fitopluvial Sul (PRFP S)	Aspectos morfoestrutural, morfoescultural e pedológico semelhantes aos dos Planaltos Residuais Norte. Prevalece a floresta densa sobre cobertura de revestimentos Vulcano-sedimentares antigos (platô/chapada), no entanto intercalados com floresta aberta e/ou com savana/refúgio vegetacional (morros e serras). O clima tende à sazonalidade, com precipitação reduzida, com temperatura moderada e com período de estiagem moderado a prolongado (3-6 meses)	Uso contemporâneo: extrativismo vegetal (16%), extrativismo mineral (0,1%) e agropecuário/pecuária (13%); Seminatural: Espécies Florestais Domesticadas (24%), associadas à Terra Preta do Índio (12%)	Planalto residual pecuário-extrativo S: alta restrição ecológica e atividade agropecuário-extrativa dominante. Área (Km ²): 368.838 Área (% DNAB): 10
4.4 Planalto Residual Fitotransicional Sul (PRFT S)		Uso contemporâneo: extrativismo vegetal (12%), agropecuário, com destaque para a pecuária (15%), e mineração (0,1%); Seminatural: florestas domesticadas (29%), associadas à Terra Preta do Índio (10%)	

Fonte: organizado pelo autor (2021)

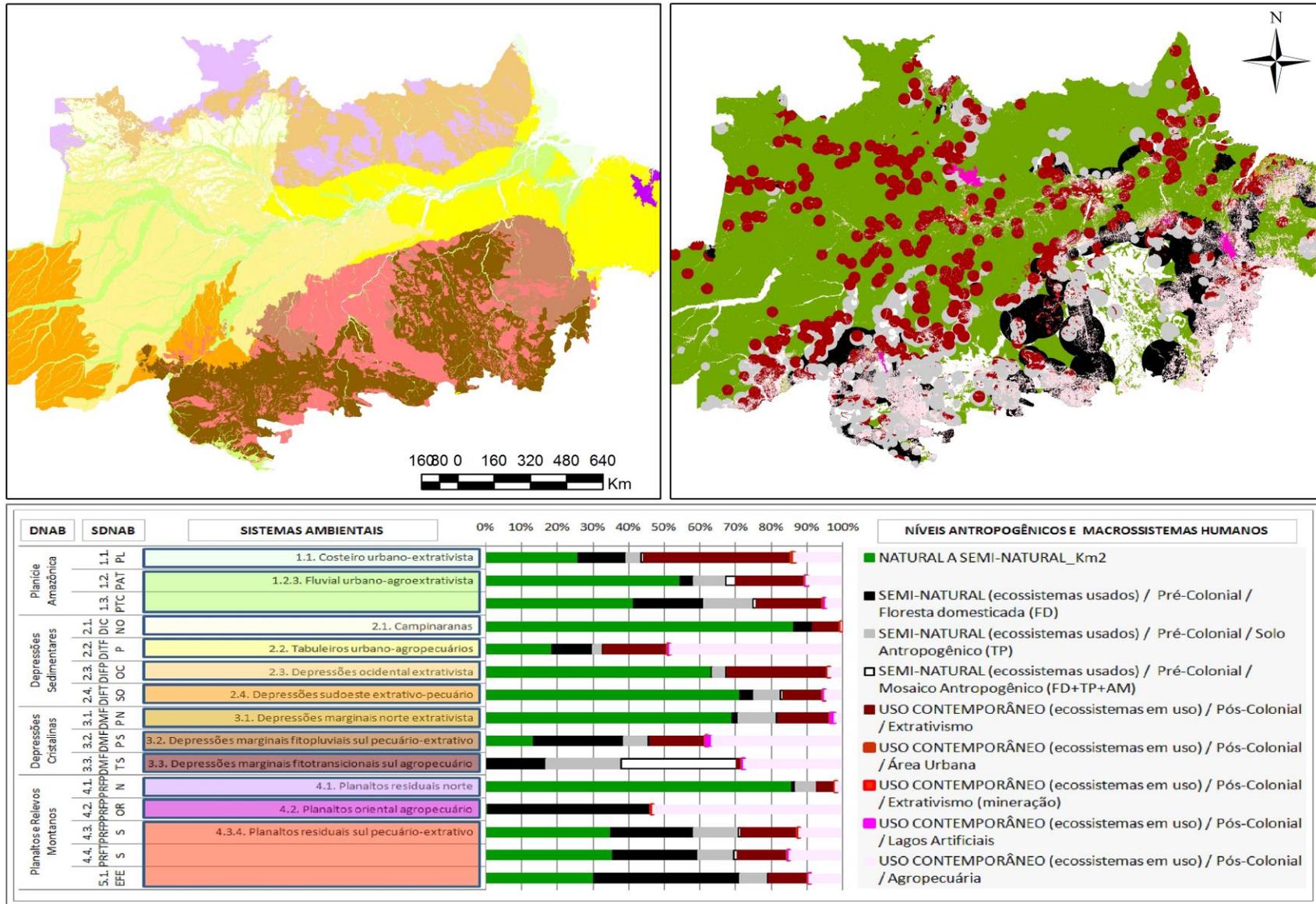


Figura 5.1 – Sistemas ambientais, no âmbito dos Domínios Naturais da Amazônia Brasileira. Fonte: organizado pelo autor (2021)

5.1.1 Sistemas ambientais Costeiro urbano-extrativo e Flúvio-Continental urbano-agroextrativo

Os sistemas ambientais Costeiro e Flúvio-Continental estão inseridos no domínio natural da Planície Amazônica, com áreas aproximadas de 55.901 (13%) e de 366.072 Km² (87%), totalizando uma área de 421.974 Km², o equivalente a 11% da área total dos DNAB. Tais sistemas, além de apresentarem semelhanças ecológicas, do ponto de vista biofísico (ex.: estrutura aluvial, sedimentos inconsolidados), e processos modeladores (ex.: de transporte e de deposição sedimentar), compartilham eventos de ocupação e evidências antropogênicas similares. Proporcionalmente às áreas de cada sistema ambiental, os macrossistemas humanos totalizam percentuais de ocorrência por volta de 42% e de 26%, respectivamente, representando, quanto ao referido domínio, um percentual antropogênico de aproximadamente 28% e, em relação à área total de estudo (DNAB), o equivalente a 3,2%.

Entre os macrossistemas humanos, no âmbito dos referidos sistemas ambientais, destacam-se o extrativismo vegetacional (22,39% e 11,1%), o agropecuário de pequeno porte (7,46% e 5,49%) e as Espécies Florestais Domesticadas Pré-Coloniais (7,25% e 3,16%), seguidos do solo antropogênico de Terra Preta do Índio (TPI) (2,16% e 5,46%), dos mosaicos antropogênicos Pré-Coloniais (0,45% e 1,47%) e da área urbana (1,32 % e 0,16%). A apresentação dos macrossistemas proporcionalmente mais proeminentes no sistema ambiental Costeiro ocorre, em razão deste, possuir, uma área três vezes menor do que a do sistema Flúvio-Continental, fato que sugere uma amplitude espacial antropogênica relativamente equivalente, a despeito da relevante variabilidade temporal.

As concentrações antropogênicas ocorrem, ao longo de boa parte dos sistemas em questão, principalmente, nas porções oriental, central e ocidental, com destaque para o baixo e o médio cursos do rio Amazonas, para o alto e médio rio Madeira e para o alto rio Negro. Entretanto, tais evidências antropogênicas se comportam distintamente, tanto na tipologia de uso dos recursos naturais quanto na temporalidade de suas ocorrências.

Vale ressaltar que o conjunto de indicadores desencadeado pelo uso humano da natureza reflete a diversidade e a intensidade de eventos socioespaciais e de formas, pelas quais os recursos naturais foram e continuam sendo apropriados por grupos humanos e/ou sociais, constituindo um legado progressivamente construído e acumulado, ao longo da História.

A linha do tempo antropogênico na Amazônia, com base em indícios arqueológicos, demonstra que o domínio da Planície Amazônica se encontrava

moderadamente ocupado no Médio Holoceno, ao final da fase Arcaica, do período Pré-Colonial (~4.000 anos AP), quando grupos pré-agricultores, oriundos principalmente de domínios naturais adjacentes (interflúvios/tabuleiros), já habitavam áreas, como o Leste da Ilha de Marajó, o baixo e médio rio Amazonas e o rio Guaporé. As evidências, que denunciam esta ocupação, dizem respeito a artefatos arqueológicos, associados a indicadores ecológicos de domesticação, como TPI e espécies florestais manejadas (Figura 5.2).

Outro evento socioespacial, que marcou o processo de ocupação da Planície Amazônica, foi a evolução socioprodutiva de alguns grupos humanos, agora, organizados em sociedades mais complexas, chamados ceramistas e/ou agricultores e/ou cacicados, inaugurando uma nova fase na Amazônia — a Formativa —, obtendo maior expressividade, a partir de 3.000 anos AP. Nessa fase, ocorre uma intensificação do processo de ocupação, principalmente, do médio curso do rio Amazonas e da porção ocidental da Planície Amazônica, com destaque para o adensamento de grupos nos rios supracitados na fase anterior (Arcaica), bem como para o crescimento de contingentes humanos no rio Solimões e nos seus afluentes.

Nesta fase, boa parte dos principais rios da Planície Amazônica se encontrava efetivamente ocupada, mesmo que de maneira relativamente dispersa em seu contexto panorâmico, alguns trechos se destacam, pela forte presença e pela contiguidade de evidências antropogênicas, casos da confluência do rio Tapajós com o rio Amazonas e dos rios Madeira, Purus e Negro (Figura 5.2).

A fase Formativa é considerada o momento de maiores desenvolvimentos sociocultural e técnico-produtivo na Amazônia Pré-Colonial, hipótese reforçada pela elevada ocorrência de artefatos arqueológicos e de indícios ecológicos, bem como por relatos de viajantes europeus, que aqui chegaram e que interromperam abruptamente culturas e modos de produção, forjados ao longo de milhares de anos, mediante vasta experiência e evolução socio-regional, emancipando a fase da Descomplexificação.

Esta fase é marcada pela simplificação dos aspectos socioprodutivos, como a redução significativa da população nativa e, conseqüentemente, da diversidade cultural e das atividades produtivas, como agricultura e cerâmica. A elevada redução da população das planícies amazônicas, em razão da acentuada mortalidade bélica e da proliferação de doenças, emanadas dos colonizadores europeus, imprimiu à região uma nova configuração socioespacial, marcada pelo redirecionamento do processo ocupacional de grupos remanescentes, que se viram obrigados a buscar áreas mais distantes das principais planícies. Concorrentemente, deu-se a adoção de uma atividade monoprodutiva (o extrativismo das

chamadas Drogas do Sertão), atividade que perdurou por séculos nas planícies sedimentares da Amazônia, estendendo-se aos dias atuais.

Com o fim do período Colonial, inaugura-se a nova fase socioprodutiva do período Pós-Colonial, denominada Diversificação. Apesar da denominação da nova fase, a base da economia nas planícies amazônicas, e em boa parte da região, continua sendo o extrativismo vegetal, no entanto, sob uma concepção mercantil progressivamente mais intensa e degradante, aumentando exponencialmente as áreas e os produtos florestais explorados. Este Macrossistema Humano constitui a tipologia de uso de maior expressão espacial, com uma área aproximada de 30% da Planície Amazônica. É importante frisar que a maior parte das áreas, sob esta atividade, apresenta estreita ligação com evidências arqueobotânicas Pré-Coloniais, sugerindo que os processos iniciais de ocupação deste domínio condicionaram novas reocupações, provavelmente, em razão do manejo e da formação de ecossistemas e/ou de paisagens antropogênicas.

Além do extrativismo vegetal, o domínio da Planície Amazônica e os seus respectivos sistemas ambientais apresentam outros significativos macrossistemas humanos, como a agropecuária, com a prevalência da pecuária e da agricultura de pequeno porte, com uma área em torno de 14%, e a área urbana, que, apesar de sua reduzida dimensão espacial (~2%), constitui forte indicativo do processo de ocupação, pois representa, na maioria dos casos, a consolidação de antigos eventos socioespaciais do domínio, que concentra boa parte da estrutura urbana da região e a maior parcela da população.

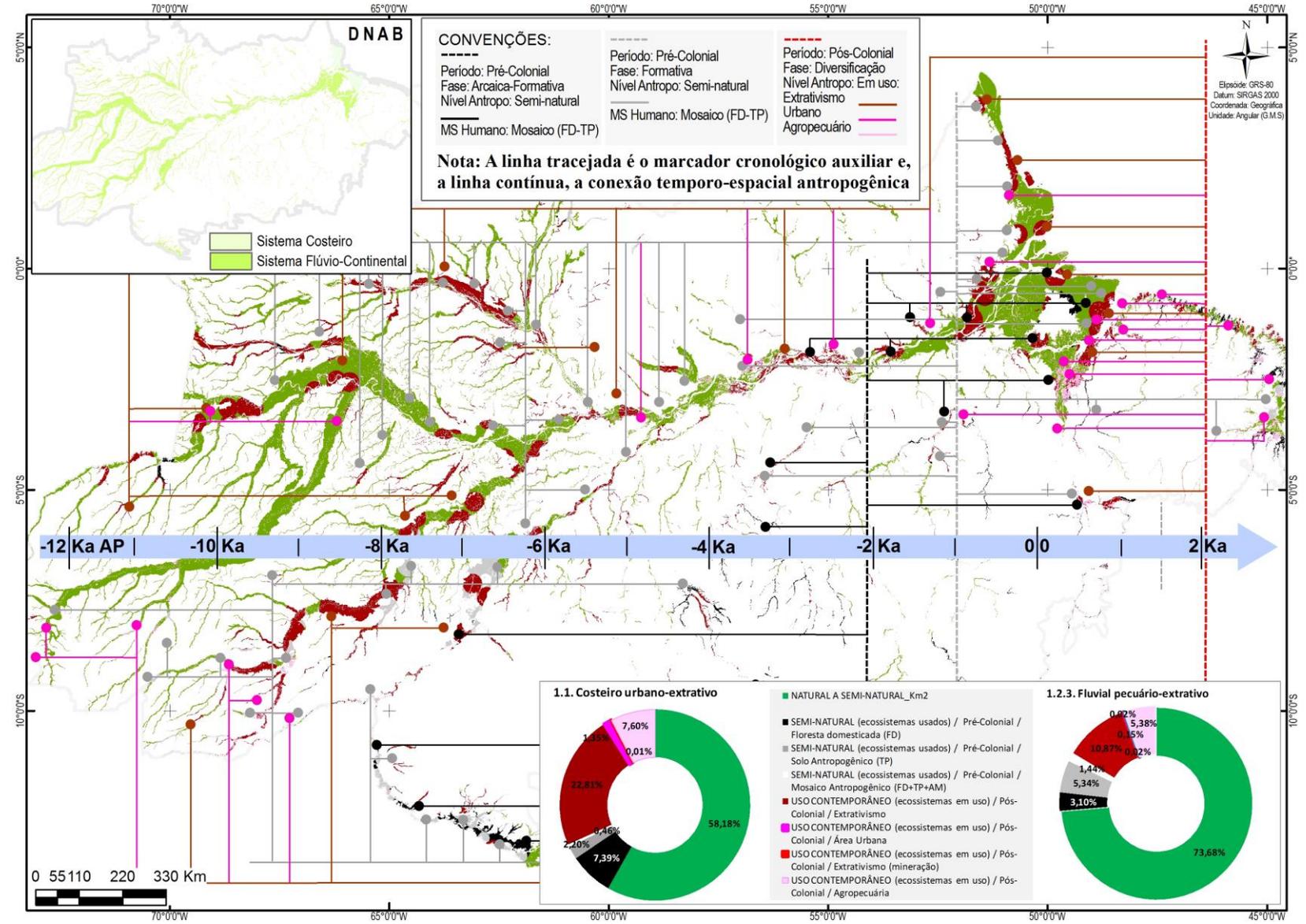


Figura 5.2 – Antropogenização dos sistemas ambientais Costeiro urbano-extrativo e Flúvio-Continental urbano-agroextrativo. Fonte: elaborado pelo autor (2021)

5.1.2 Campinarana, Tabuleiro urbano-agropecuário, Depressão extrativa ocidental e Depressão extrativo-pecuária sudoeste

Os sistemas ambientais Campinarana, Tabuleiro urbano-agropecuário, Depressão extrativa ocidental e Depressão extrativo-pecuária sudoeste estão inseridos no domínio natural da Depressão Sedimentar, com áreas aproximadas de 153.075 Km² (9%), de 481.330 Km² (29%), de 649.949 Km² (39%) e de 372.991 Km² (23%), respectivamente, totalizando uma área em 1.657.346 Km², equivalente a 45% da área total dos DNAB. Tais sistemas apresentam semelhanças ecológicas, do ponto de vista biofísico (morfoestrutura e morfoescultura), e processos modeladores (forte processo de deposição sobre antigas bacias sedimentares), além de relativas divergência e variabilidade têmporo-espacial, quanto aos aspectos antropogênicos. Proporcionalmente às áreas de cada sistema ambiental, os macrossistemas humanos totalizam um percentual de ocorrência em torno de 11%, de 59%, de 29% e de 28%, respectivamente, o que representa, em relação ao referido domínio, um percentual antropogênico de aproximadamente 36%, e, à área total de estudo (DNAB), o equivalente a 16%. O domínio da Depressão Sedimentar apresenta um remanescente de paisagens naturais a seminaturais (florestas primitivas) de aproximadamente 64%, complementada com paisagens antropogênicas seminaturais (8%) e de uso contemporâneo (28%).

Nestes macrossistemas, no âmbito dos referidos sistemas ambientais, destacam-se os usos: extrativismo vegetal (6%, 13%, 22% e 11%, respectivamente); agropecuário (0,48%, 35%, 3,18% e 5%, respectivamente); Espécies Florestais Domesticadas Pré-Coloniais (4%, 8%, 0,5% e 3,8%, respectivamente), seguidos pela TPI (0%, 2%, 3%, 7%, respectivamente) e pela área urbana (1%). Percebe-se uma discrepância na ocorrência de evidências antropogênicas, em relação aos referidos sistemas ambientais, em que os mais proeminentes dizem respeito aos tabuleiros e às depressões ocidentais.

As disposições antropogênicas ocorrem de maneira variada, especialmente, e desproporcional, em relação à extensão territorial dos sistemas ambientais correspondentes. Na Figura 5.3, percebe-se sua maior concentração, principalmente, nas porções oriental (tabuleiro), seguida pela central (tabuleiro), pela sudoeste (Depressão SO) e pela ocidental (Depressão OC). Entretanto, as evidências antropogênicas se comportam distintamente, tanto na tipologia de uso dos recursos naturais quanto na temporalidade de suas ocorrências, como, por exemplo, na predominância, nas depressões OC e SO, de macrossistemas humanos seminaturais, do período Pré-Colonial (florestas, solos e relevos domesticados) e de

atividades extrativistas Pós-Coloniais, contrapondo-se às dos tabuleiros central e oriental, cuja diversidade se evidencia mais claramente. Tais discrepâncias apresentam estreita relação, não, apenas, com os processos ocupacionais milenares, mas, também, com eventos socioespaciais mais contemporâneos.

Estes sistemas ambientais apresentam forte ligação com antigos eventos socioespaciais, se considerarmos que boa parte das áreas de maior concentração antropogênica corresponde, justamente, às trajetórias, por onde os primeiros grupos e seus descendentes passaram repetidas vezes. Tais reocupações condicionaram ambientes favoráveis à evolução e ao adensamento de uma sociedade culturalmente amazônica, caso do município de Monte Alegre (PA) e adjacências, no médio e baixo rio Tapajós, ao longo dos rios Madeira, Purus, Solimões e Negro e no baixo rio Tocantins, no centro da Ilha de Marajó. Por outro lado, a porção oriental do sistema ambiental Tabuleiros diverge significativamente, pois, além das evidências, associadas aos contextos Pré-Coloniais, apresenta uma extensa e diversificada gama de evidências antropogênicas, fruto de um processo longo e continuado de ocupação, principalmente, no período Pós-Colonial, quando os eventos socioespaciais se tornaram progressivamente mais acelerados e alcançaram maior amplitude espacial.

A linha do tempo antropogênico na Amazônia demonstra que o domínio da Depressão Sedimentar apresenta algumas das ocupações mais antigas da Amazônia brasileira, associadas à época de transição entre o Pleistoceno Tardio e o Holoceno Inicial — fase Paleoindígena, do período Pré-Colonial (~13.000 anos AP). Nesse contexto, grupos caçadores-coletores, oriundos predominantemente de domínios naturais adjacentes, de maior altitude (terrenos cristalinos), já habitavam áreas, como os interflúvios/tabuleiros circundantes ao médio rio Amazonas (caverna da Pedra Pintada/serra do Paytuna), à faixa de relevos escalonados entre a estrutura cristalina e a sedimentar, entre os rios Xingu e Tapajós, e aos interflúvios das margens do alto rio Madeira (Figura 5.3).

Por volta de 4.500 anos AP, ainda na fase Arcaica, a dinâmica socioespacial vivenciou novos eventos, impulsionados pela evolução sócio-organizacional e pelo aprimoramento de novas técnicas produtivas (indústria cerâmica precoce e horticultura), o que resultou no adensamento populacional de áreas já ocupadas e na expansão para outras áreas, como os tabuleiros das porções orientais e o baixo rio Amazonas. Esta fase foi marcada pela consolidação da ocupação de áreas mais antigas e pela expansão inicial, em direção a áreas mais próximas das planícies dos principais rios da região, prenunciando os eventos socioespaciais seguintes, que consolidariam o processo de ocupação amazônica, denominada fase Formativa.

A fase Formativa, iniciada aproximadamente em 4.000 anos AP, entretanto, com maior expressividade entre 3.000 anos AP e 1.000 anos AP, foi marcada pela evolução socioprodutiva, expansão populacional e, também, pela inauguração de uma nova percepção geocológica dos grupos sociais, centrada na inversão funcional dos ecossistemas amazônicos. Nesta fase, os grupos humanos, que, até então, usavam os ecossistemas de terra firme como recurso principal, relegando uma função secundária aos ecossistemas fluviais, começam a inverter essa lógica e a se fixar e a conviver mais ativamente com estes ambientes aquáticos, ficando a cargo daqueles a atribuição de fornecer alguns alimentos (ex.: caças e forragens) e matéria-prima (ex.: madeiras, minerais, etc.). Esta fase obteve maior expressividade, a partir de 1.000 a.C., até a chegada dos colonizadores europeus. A esta fase é atribuída boa parte das áreas com elevada ocorrência de espécies florestais úteis, reforçando a hipótese de intenso e dinâmico processos de ocupação, ao longo de boa parte da bacia amazônica.

Com a substituição da fase Formativa (período Pré-Colonial) pela fase da Descomplexificação (período Colonial), boa parte da população, que outrora havia migrado relevo abaixo, em direção às planícies, se viu obrigada a fazer o caminho inverso, em direção às planícies e/ou aos interflúvios mais elevados, o que culminou em conflitos com algumas tribos, que ali permaneceram, e que condicionou a reorganização destes "novos" espaços ocupados e a territorialização de terras indígenas da atualidade.

Com o fim do período Colonial, inaugura-se uma nova fase, a da Diversificação (período Pós-Colonial). Nesta fase, a base da economia regional é herdada do período Colonial — o extrativismo vegetal —, no entanto, sob uma concepção mercantil progressivamente mais intensa e degradante, aumentando exponencialmente as áreas e os produtos florestais explorados. Na Figura 5.3, percebem-se densas e extensas ocorrências de áreas extrativistas, margeando os principais rios da região amazônica, com uma área aproximada de 16% do domínio da Depressão Sedimentar. Além do extrativismo vegetal, destacam-se a agropecuária (35%), na porção oriental do sistema ambiental Tabuleiros, e a concentração urbana (1%), fruto do mosaico de antigos e de contemporâneos processos de ocupação e de reutilização dos recursos naturais.

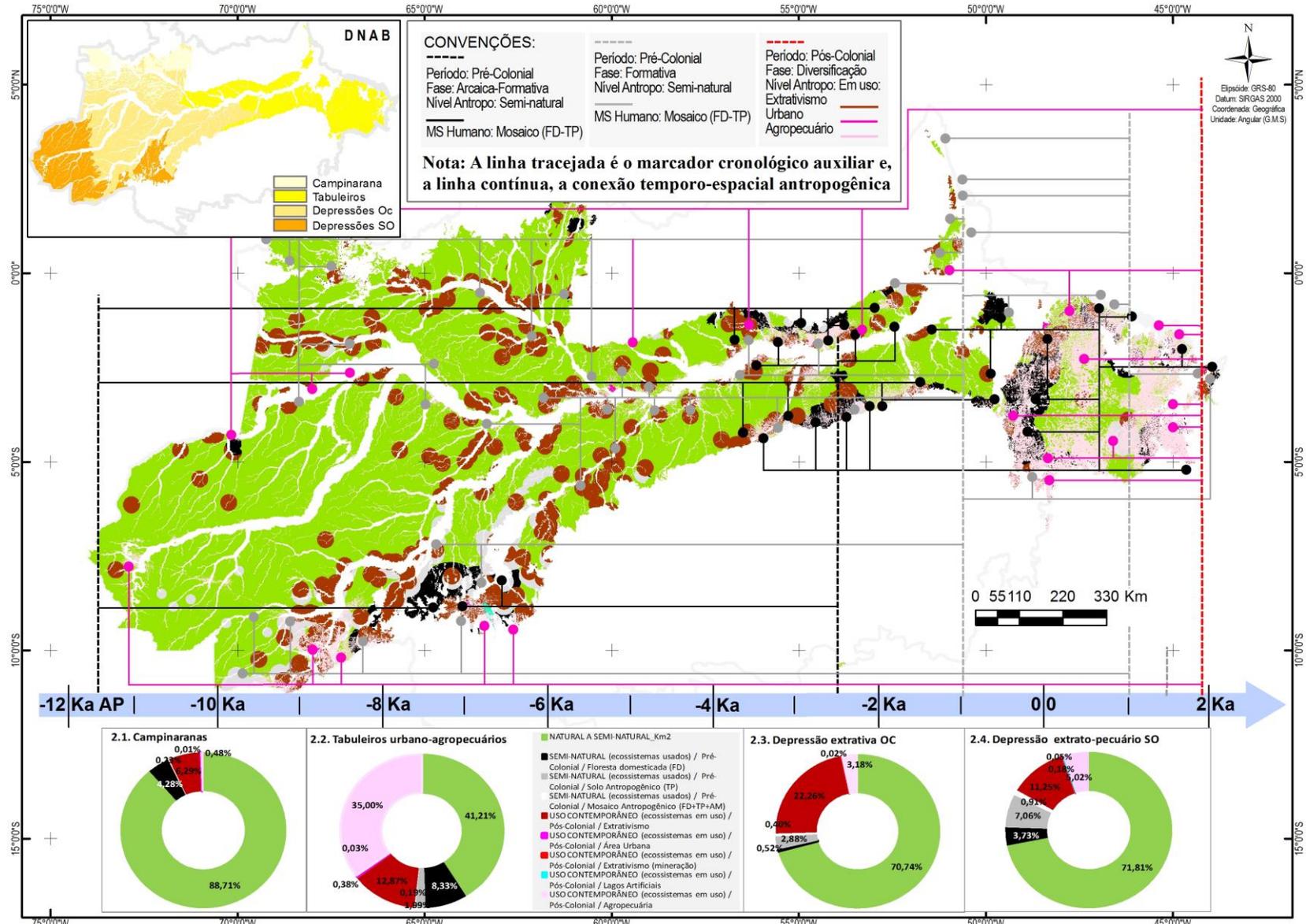


Figura 5.3 – Antropogenização dos Sistemas ambientais Campinarana, Tabuleiro, Depressão Ocidental e Depressão Sudoeste. Fonte: elaborado pelo autor (2021)

5.1.3 Depressão marginal extrativo Norte, Depressão marginal fitopluvial agropecuário Sul e Depressão marginal fitotransicional agropecuário Sul

Os sistemas ambientais Depressão marginal extrativo Norte, Depressão marginal fitopluvial agropecuário Sul e Depressão marginal fitotransicional agropecuário Sul estão inseridos no domínio natural da Depressão Cristalina, com uma área aproximada de 357.543 Km² (34%), de 170.203 Km² (16%) e de 523.729 Km² (50%), respectivamente, totalizando uma área de 1.051.475 Km², equivalente a 28% da área total dos DNAB.

Estes sistemas apresentam semelhanças ecológicas, do ponto de vista biofísico (morfoestrutura e morfoescultura) e de processos modeladores (antigos processos de erosão e de aplainamento do relevo), além de substanciais divergência e variabilidade têmpero-espacial, quanto aos aspectos antropogênicos. Proporcionalmente às áreas de cada sistema ambiental, os macrossistemas humanos totalizam um percentual de ocorrência em torno de 30%, de 87% e de 100%, respectivamente, o que representa, em relação ao referido domínio, um percentual antropogênico de aproximadamente 74%, e, em relação à área total de estudo (DNAB), o equivalente a 21%.

O domínio da Depressão Sedimentar apresenta um remanescente de paisagens naturais a seminaturais de aproximadamente 26%, complementada com paisagens antropogênicas seminaturais (45%) e de uso contemporâneo (29%). Tais percentuais sinalizam uma substancial pressão antropogênica sobre este domínio, em razão de evidências antropogênicas, associadas a eventos socioespaciais Pré-Coloniais e Contemporâneos, principalmente, sobre os sistemas ambientais da porção Sul amazônica (Depressão marginal fitopluvial agropecuário Sul e Depressão marginal fitotransicional agropecuário Sul).

Entre os macrossistemas humanos, no âmbito dos referidos sistemas ambientais, destacam-se os usos: extrativismo vegetacional (14%, 15% e 2%, respectivamente), agropecuário (1%, 36% e 27%), Espécies Florestais Domesticadas Pré-Coloniais (2%, 25% e 17%), seguidos pelo solo de TPI (10%, 25% e 17%), pelos mosaicos antropogênicos (0,4%, 0,3% e 32%). Outros macrossistemas humanos, mesmo de dimensões espaciais ínfimas, representam indicadores antropogênicos importantes, como lagos artificiais, totalizando 6.080 Km² (1%), e área urbana, com 602 Km² (0,1%). Percebe-se uma discrepância na ocorrência de evidências antropogênicas, em relação aos sistemas ambientais das porções Norte e Sul, em que os mais proeminentes dizem respeito à Depressão marginal fitopluvial agropecuário Sul e à Depressão marginal fitotransicional agropecuário Sul (Figura 5.4). A intensidade destes eventos foi condicionada pelos reiterados processos de ocupação e de uso dos sistemas,

submetidos à elevada intervenção antrópica, desde o Holoceno Inicial, até a atualidade, com desaceleração no Holoceno Médio e no período Colonial.

As disposições antropogênicas ocorrem de maneira variada, espacialmente, e são desproporcionais, em relação à extensão territorial dos sistemas ambientais correspondentes. Na Figura 5.4, percebe-se a sua maior concentração em toda a extensão dos sistemas ambientais da porção Sul da Amazônia, principalmente, nos extremos Leste e Oeste. Entretanto, as evidências antropogênicas se comportam distintamente, tanto na tipologia de uso dos recursos naturais quanto na temporalidade e na amplitude espacial de suas ocorrências. A predominância de evidências antropogênicas seminaturais (solos de TPI) e o uso contemporâneo (extrativismo vegetal) na porção Norte, mesmo que proporcionalmente mais discretas, apresentam maiores diversidade e amplitude têmporo-espacial, em relação às evidências antropogênicas nas Depressões marginais Sul, sugerindo que estas constituem sistemas ambientais com maior carga antropogênica.

Tais discrepâncias apresentam estreita relação, não, apenas, com os processos ocupacionais milenares, mas, também, com eventos socioespaciais mais contemporâneos. Entretanto, os sistemas ambientais da porção Sul da Amazônia apresentam forte ligação com eventos socioespaciais antigos e contemporâneos, conforme sugerido pelos macrossistemas humanos e pela linha do tempo antropogênico (Figura 5.4).

Tal linha do tempo antropogênico na Amazônia demonstra que a Depressão marginal extrativo Norte, a Depressão marginal fitopluvial agropecuário Sul e a Depressão marginal fitotransicional agropecuário Sul apresentam indícios de ocupações, vinculadas ao Holoceno Inicial, da fase Paleoindígena Pré-Colonial (~10.000 anos AP). Vale ressaltar que grupos caçadores-coletores já habitavam os interflúvios das terras altas, principalmente, nas colinas e nos morros entre os rios Tocantins e Xingu, nas áreas dissecadas das depressões cristalinas do rio Madeira e no sopé de chapadas/platôs, como a do Cachimbo, nos interflúvios do alto rio Tapajós.

Por volta de 5.000 AP, ainda na fase Arcaica, a dinâmica socioespacial se intensifica e expande exponencialmente os grupos de caçadores-coletores por todos os sistemas ambientais deste domínio, exceto pela Depressão marginal extrativo Norte, que aparentemente permanece com uma dinâmica socioespacial mais tímida. Na Figura 5.4, percebe-se o adensamento de evidências antropogênicas Pré-Coloniais, o que sugere uma expansão populacional significativa na região, principalmente, com relação às ocupações pretéritas ou contemporâneas às da fase Arcaica.

Nesse sentido, parece razoável afirmar que esta fase foi marcada pela consolidação da ocupação de áreas mais antigas e pela expansão circundante de novos processos de ocupação, predominantemente, nas porções Leste, central e Oeste. Tais eventos provavelmente ocorreram, em razão da posição geográfica do principal vetor de dinâmica socioespacial na Amazônia — a hidrografia, neste caso específico, a dos rios Tocantins, Xingu, Tapajós e Madeira, cortando latitudinalmente os sistemas ambientais da porção Sul Amazônica.

Em substituição à fase Arcaica, inaugura-se a fase Formativa, iniciada há aproximadamente 3.000 anos AP, com evidências antropogênicas se destacando nos interflúvios transicionais entre as estruturas cristalinas e sedimentares, caso da faixa, que vai do baixo rio Amazonas, até o extremo Norte do estado do Amapá. Por outro lado, nos sistemas ambientais da porção Sul da Amazônia, as evidências apontam para uma temporalidade próxima à da eclosão da Era Cristã, sugerindo uma desaceleração ou, até mesmo, uma possível estagnação dos eventos socioespaciais e do processo de ocupação nestes sistemas, reforçando a hipótese da inversão geocológica, que, agora, passa a priorizar os ecossistemas fluviais.

Com o surgimento do período Colonial (fase da Descomplexificação), os referidos sistemas ambientais continuarão apresentando dinâmicas socioespaciais predominantemente mais brandas, entretanto, com prováveis variabilidades dispersas e pontuais, em razão de processos inversos de ocupação, protagonizados por grupos indígenas, que outrora haviam migrado relevo abaixo, em direção às planícies, mas, que, após a chegada dos colonizadores europeus, veem-se obrigados a fazer o caminho contrário, em direção aos interflúvios mais elevados, o que culminou em conflitos com algumas tribos ali localizadas, condicionando a reorganização dos "novos" espaços ocupados e a territorialização de boa parte das terras indígenas da atualidade.

Na fase da Diversificação, o extrativismo vegetal, herdado do período Colonial, aumentam exponencialmente as áreas e os produtos florestais explorados, acompanhado por extensos macrossistemas agropecuários e por evidências antropogênicas de florestas domesticadas, principalmente, nos sistemas ambientais ao Sul da Amazônia.

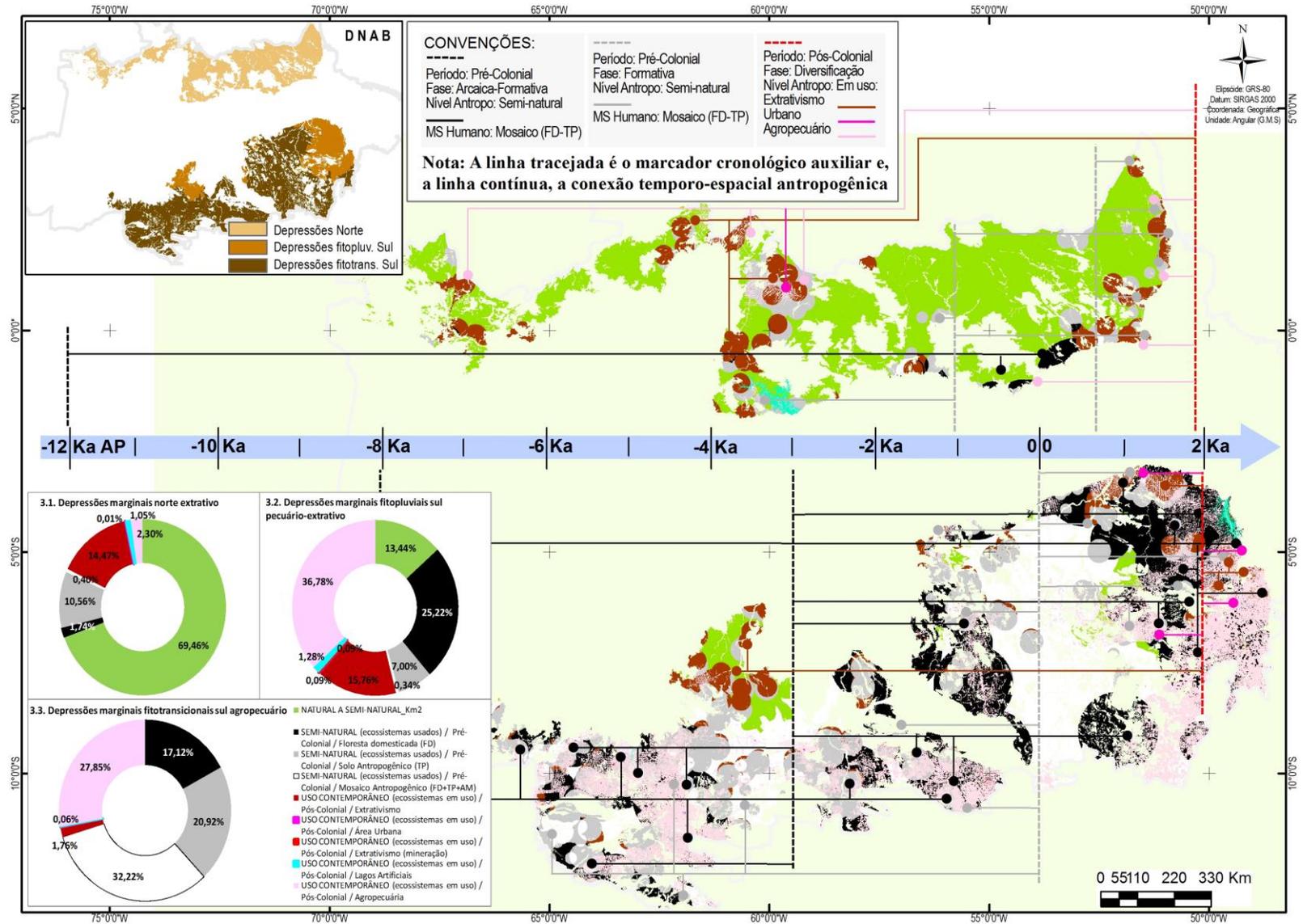


Figura 5.4 – Antropogenização dos sistemas ambientais Depressão marginal extrativo Norte, Depressão marginal fitopluviais agropecuário Sul e Depressão marginal fitotransicional agropecuário Sul. Fonte: elaborado pelo autor (2021)

5.1.4 Planalto residual Norte, Planalto agropecuário oriental e Planalto residual pecuário-extrativo Sul

Os sistemas ambientais Planalto residual Norte, Planalto agropecuário oriental e Planalto residual pecuário-extrativo Sul estão distribuídos entre as porções Norte, Leste e Sul da Amazônia brasileira, inseridos no domínio natural do Planalto e Relevos Montanos, com áreas aproximadas de 199.323 Km² (34%), de 7.548 Km² (1,31%) e de 368.838 Km² (64%), respectivamente, totalizando uma área de 575.709 Km², o segundo menor domínio em extensão territorial, equivalente a 15% da área total dos DNAB. Estes sistemas apresentam semelhanças ecológicas, do ponto de vista biofísico (morfoestrutura e morfoescultura), além de processos modeladores assemelhados (prevalência morfogenética, controle estrutural e forte erodibilidade), mas significativa divergência e variabilidade têmporo-espacial, quanto aos aspectos antropogênicos. Proporcionalmente às áreas de cada sistema ambiental, estes macrossistemas humanos totalizam um percentual de ocorrência em torno de 14%, de 99% e de 66%, respectivamente, o que representa, em relação ao referido domínio, uma carga antropogênica percentual de aproximadamente 48%, estando predominantemente localizados nos sistemas ambientais das porções oriental e Sul, correspondendo a 7,5% da área total em estudo (DNAB).

O domínio do Planalto e Relevos Montanos apresenta remanescentes de paisagens naturais a seminaturais de aproximadamente 52%, complementados com paisagens antropogênicas seminaturais (28%) e de uso contemporâneo (20%), predominantemente distribuídos no Planalto residual Norte, Planalto agropecuário oriental e Planalto residual pecuário-extrativo Sul. Tais percentuais sinalizam uma pressão antropogênica moderada a alta sobre este domínio, em razão de evidências antropogênicas, associadas a eventos socioespaciais Pré-Coloniais e Contemporâneos, principalmente, os dos sistemas ambientais das porções oriental e Sul da Amazônia.

Quanto aos macrossistemas humanos, destacam-se: o extrativismo vegetal (5%, 0,29% e 14%, respectivamente), o agropecuário (2%, 53% e 12%, respectivamente), Espécies Florestais Domesticadas Pré-Coloniais (0,8%, 45% e 27%, respectivamente), seguidos pelo solo de TPI (5,9%, 0,1% e 10%, respectivamente) e pelos mosaicos antropogênicos (0,4%, 0% e 0,7%, respectivamente). Percebe-se uma divergência na ocorrência destas evidências, em relação aos sistemas ambientais das porções Norte e Sul, com as mais proeminentes situadas no Planalto agropecuário oriental e no Planalto residual pecuário-extrativo Sul (Figura 5.5).

As disposições antropogênicas ocorrem de maneira variada, espacialmente, e de forma desproporcional, em relação à extensão territorial dos sistemas ambientais correspondentes. A Figura 5.5 apresenta a maior concentração em toda a extensão dos sistemas ambientais das porções oriental e Sul da Amazônia. Entretanto, as evidências antropogênicas se comportam distintamente, tanto na tipologia de uso dos recursos naturais quanto na temporalidade e na amplitude espacial de suas ocorrências.

Há predominância de evidências antropogênicas seminaturais (Espécies Florestais Domesticadas e solos de TPI) nas cristas e das colinas do baixo rio Gurupi — no Planalto agropecuário oriental —, nas serras e nas chapadas e platôs, como em Carajás, em Cubencranquém, em Cachimbo e nos planaltos do rio Tapajós — no Planalto residual pecuário-extrativo Sul — e, mais discretamente, nos planaltos residuais da porção Norte amazônica. Com relação aos macrossistemas humanos contemporâneos, estes ocorrem em uma extensão mais tímida, como no sistema ambiental dos planaltos oriental (agropecuária/pecuária), nos platôs da serra de Carajás (estruturas urbano-industriais e extrativismo mineral), nos planaltos do rio Tapajós (extrativismo vegetal) e nos planaltos residuais da bacia do rio Madeira (extrativismo e agropecuária).

Predominantemente, tais proporções apresentam estreita relação com processos ocupacionais milenares, associados, principalmente, a fases socioprodutivas mais remotas (Paleoindígena, Arcaica e Formativa), exceto as evidências do Planalto oriental, as quais provavelmente estão atreladas a eventos socioespaciais mais recentes (final do Arcaico e início do Formativo). Tal fato se evidencia, em razão da cultura e da forma, pelas quais os primeiros grupos e descendentes se relacionavam com os ecossistemas amazônicos, priorizando áreas fitoecologicamente menos densas e terrenos mais elevados, geralmente, circundados por tipologias vegetacionais mais densas.

A linha do tempo antropogênico na Amazônia demonstra que o sistema ambiental Planalto residual pecuário-extrativo Sul apresenta indícios de ocupações, vinculadas, principalmente, ao Holoceno Inicial, da fase Paleoindígena Pré-Colonial (~9.000 anos AP) e ao final da fase Arcaica (~4.000 anos AP), em detrimento do sistema ambiental da porção Norte. Estas evidências demonstram uma ocupação muito antiga dos sistemas da porção Sul, provavelmente, condicionada pelas condições climática e ecológica da região, como, por exemplo, a presença de uma vegetação mais aberta e/ou mais rasteira, o que teria facilitado a expansão de grupos caçadores-coletores em um ambiente menos inóspito, fato que, com o passar do tempo, vai se alterando, ajustando-se e se adaptando. À medida que estes habitantes vão evoluindo, social e culturalmente, forjam uma cultura especificamente tropical, em que o

conhecimento sobre a dinâmica dos ecossistemas amazônicos se avoluma, possibilitando a que tais grupos vão adentrando progressivamente nas áreas de mata, em direção ao cerne da floresta tropical, conquistando novas paisagens, até alcançar uma complexidade sociocultural inteiramente integrada aos ecossistemas amazônicos.

Por volta de 4.000 anos AP, ao final da fase Arcaica, indicadores arqueológicos sinalizaram para uma redução significativa de eventos socioespaciais, com a ocorrência de processos ocupacionais dispersos e esporádicos (Figura 5.5). Percebe-se uma dinâmica espacial discreta, principalmente, em áreas de ocupação anterior, refletindo justamente a mudança de percepção geocológica. A fase socioprodutiva seguinte, a Formativa (3.000 anos AP a 1.000 anos AP) mantém o mesmo ritmo pouco substancial de eventos socioespaciais, possivelmente, conduzido por descendentes de caçadores-coletores, que ali permaneceram, com costumes e com práticas produtivas relativamente divergentes das dos grupos sociais, que avançaram floresta adentro e que fundaram sociedades mais complexa e produtivamente mais diversificadas.

O domínio dos Planaltos e Relevos Montanos submergiu de um longo período de ostracismo socioprodutivo, desde a fase Formativa, até o contexto inicial do período Pós-Colonial. Com o advento da fase da Diversificação, do período Pós-Colonial, mais precisamente de meados do século XX, esta região volta a vivenciar um turbilhão de novos eventos socioespaciais, alavancado, inicialmente, pela intensificação do extrativismo vegetal, que se expande, circundando as proximidades das margens dos principais rios deste domínio, e, posteriormente, por conjuntos de projetos e de empreendimentos, que estão imprimindo a boa parte desse domínio um panorama antropogênico semelhante ao da época áurea das fases Pré-Coloniais, no entanto com potenciais chances de promover transformações e impactos irreversíveis à morfologia e aos processos ecológicos naturalmente estabelecidos e/ou parcialmente domesticados.

Na Figura 5.5, é apresentada densa ocorrência de possíveis evidências antropogênicas Pré-Coloniais, associada a uma gama reduzida de indicadores contemporâneos, provavelmente, em razão da limitação de suporte e da exploração ecológica que esses ecossistemas representam, atualmente, a qual está sendo rapidamente substituída por fatores emergentes, de alta capacidade transformadora.

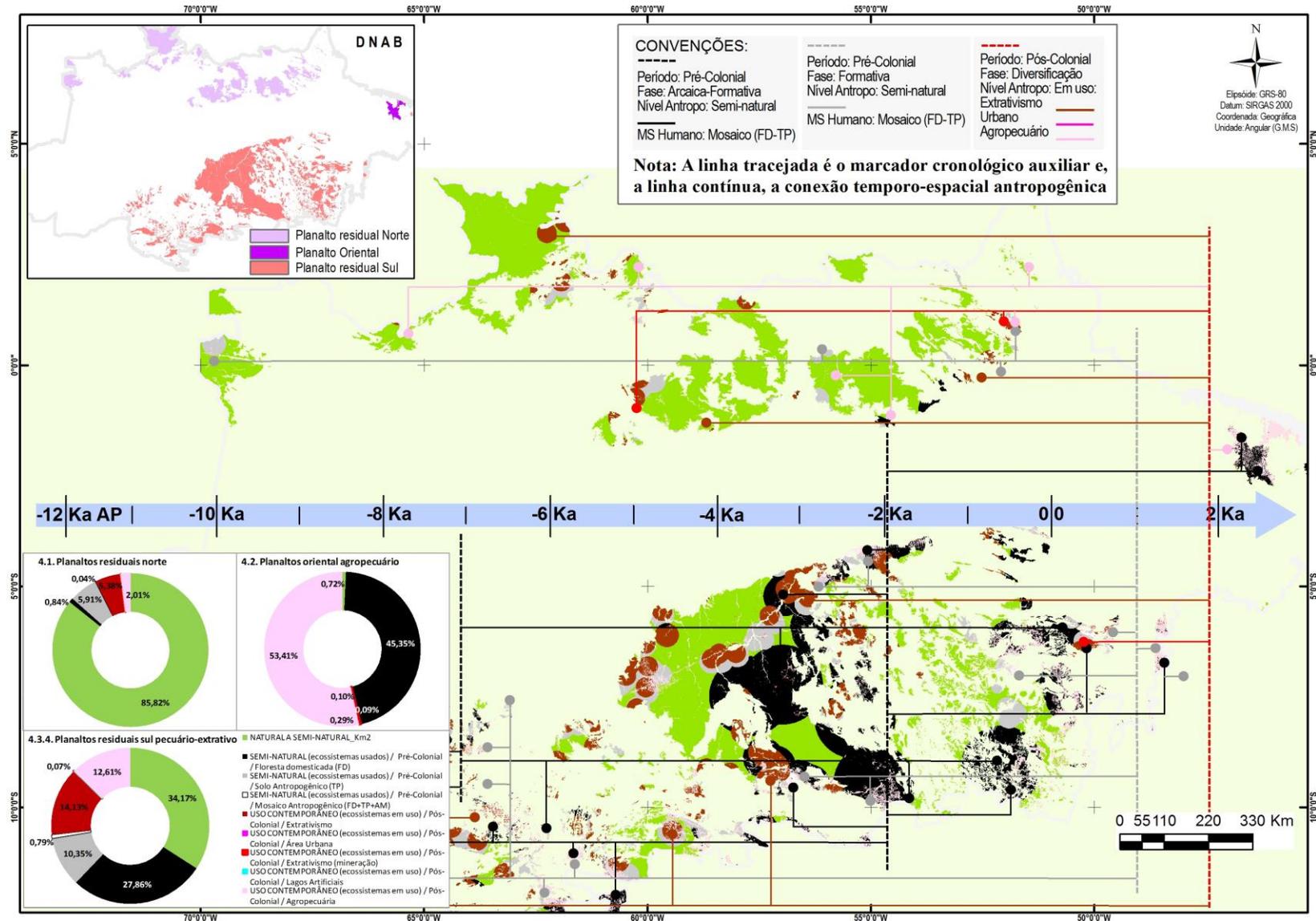


Figura 5.5 – Antropogenização dos sistemas ambientais Planalto residual Norte, Planalto agropecuário oriental e Planalto residual pecuário-extrativo Sul. Fonte: elaborado pelo autor (2021)

5.2 DOMÍNIOS ANTROPOGENIZADOS: DA NATUREZA PRIMITIVA À COMPLEXIFICAÇÃO ECOLÓGICA

Os Domínios Naturais da Amazônia Brasileira têm sido palco de amplos e de intensos eventos socioespaciais, ao longo do Holoceno, responsáveis por forjar ecossistemas seminaturais com variados graus de antropogenização. Evidências têm demonstrado que uma parcela considerável das paisagens amazônicas já sofreu algum tipo de intervenção humana, seja através do manejo ou enriquecimento de espécies florestais, seja pela alteração de propriedades do solo, seja pela mudança de processos e de camadas superficiais do relevo, seja, mesmo, pela reestruturação do substrato ecológico.

Ao contrário do que se pensava há pouco tempo, as florestas "naturais" da Amazônia brasileira escondem um passado remoto repleto de acontecimentos e de ampla variabilidade socioespacial, testemunhados através de indicadores materializados nas paisagens. Através destas evidências, foi possível estabelecer uma relação de causa e efeito entre as ações do ser humano e a natureza e estimar a alteração da dinâmica ecológica, perpetrada por grupos sociais e/ou por sociedades. A coexistência de fatores humanos e naturais se retroalimenta e é responsável pelos vários níveis de transformação da natureza.

O nível de antropogenização está condicionado às ameaças potenciais, advindas das tipologias e das intensidades de uso dos recursos naturais e da capacidade de suporte ecológico do meio para responder a estas intervenções, intermediando a análise dialética de tal relação, dos seus respectivos impactos e da proposição de indícios acerca do estado de (des)equilíbrio ecológico. A correlação de fatores naturais e humanizados permitiu identificar e dimensionar as alterações ecológicas, os possíveis impactos e a emergência de morfologias e de processos acerca da evolução e do estado atual da ecodinâmica.

A análise da antropogenização dos DNAB considerou as evidências antropogênicas (Macrossistemas Humanos), a ameaça potencial de transformação ecológica, estimada pela profundidade da alteração ecológica de seus aspectos biofísicos (vegetação, solo, relevo e geologia/estratigrafia superficial), bem como a capacidade de suporte ecológico dos sistemas ambientais, no âmbito dos domínios naturais. Vale ressaltar que a ameaça potencial sinaliza para uma menor ou maior probabilidade de alterações e de impactos ecológicos, bem como para a capacidade de perduração das transformações morfológicas e processuais dos sistemas naturais, possibilitando conjecturar sobre perspectivas de durabilidade e de resiliência das paisagens antropogênicas.

A estimativa antropogênica foi subsidiada pelo Índice de Transformação Antropogênica (ITA), o qual considerou indicadores de uso dos recursos naturais, materializados nas paisagens dos sistemas ambientais, e a capacidade de suporte, mediante a vulnerabilidade do meio ambiente, o que possibilitou a análise do estado da ecodinâmica atual e do grau de antropogenização dos sistemas ambientais e de seus respectivos domínios naturais (Quadro 5.2 e Figura 5.6). Para a definição dos domínios antropogenizados, foi considerada a média ponderada (MP) do ITA, no contexto da área total de cada domínio.

As variáveis, os parâmetros e os atributos adotados estão descritos sucintamente no Quadro 5.2, em que se visualizam as denominações imputadas aos domínios antropogenizados, assim descritos: planícies amazônicas moderadamente antropogenizadas, depressões sedimentares moderadamente antropogenizadas, depressões cristalinas altamente antropogenizadas, planaltos moderadamente antropogenizados.

5.2.1 Planícies amazônicas moderadamente antropogenizadas

Este domínio é composto pelos sistemas ambientais Costeiro urbano-extrativo e Flúvio-Continental urbano agro-extrativo. A capacidade de suporte ecológico foi classificada como baixa a moderada, com baixa sustentabilidade do meio, e a ecodinâmica foi considerada instável, em razão da vulnerabilidade litológica e de processos modeladores, fortemente baseados no transporte e na deposição de sedimentos. No entanto, predominam, neste domínio, um suporte e uma sustentabilidade moderados, representados pelo sistema Flúvio-Continental (86%), uma vez que se considerou que este apresenta uma instabilidade ecológica mais leve, sobretudo, em áreas com mata ciliar conservada ou nos terraços fluviais, comparativamente aos meios do sistema Costeiro. O referido domínio apresentou um remanescente de paisagem natural a seminatural³ de aproximadamente 72%, ficando o restante subdividido em seminatural⁴ (10%) e em contemporânea⁵ (18%) (Quadro 5.2 e Figura 5.6).

Os Macrossistemas Humanos apresentam evidências de elevada amplitude temporal e de considerável distribuição espacial, associadas ao período Pré-Colonial (ex.: Terra Preta do

³ Paisagens naturais a seminaturais constituem aquelas que não apresentaram evidências antropogênicas nesta pesquisa, no entanto há a probabilidade de suas ocorrências, em razão do potencial arqueobotânico da região amazônica.

⁴ Paisagens seminaturais correspondem aos ecossistemas que já foram submetidos a intervenções humanas em épocas Pré-Colonial e Colonial, caracterizando-se como formações ecológicas domesticadas (usadas e/ou reconstituídas), geralmente, embutidas em paisagens "naturais".

⁵ Paisagens contemporâneas correspondem àquelas de uso mais recente (período Pós-Colonial), submetidas ao fluxo do uso da atualidade.

Índio e Espécies Florestais Domesticadas), Colonial (ex.: floresta nativa extrativada) e Pós-Colonial (ex.: extrativismo vegetal, atividade agropecuária de pequeno porte, estruturas urbanas). As áreas com ocorrência de espécies ecologicamente domesticadas (ecossistemas seminaturais) estão associadas, predominantemente, à fase Formativa, do período Pré-Colonial. Destaca-se, entre as evidências antropogênicas, aquelas, dispostas ao longo da faixa litorânea, os sambaquis, às margens da baía de São Marcos (MA), as TPI, montes/tesos e espécies florestais, na porção Leste da Ilha de Marajó (PA), e as espécies florestais de castanha e de abiu, nas porções sudeste e Norte do estado do Amapá. Salienta-se o conjunto de indicadores, distribuído ao longo do sistema Flúvio-Continental, com destaque para as TPI do médio rio Amazonas, do rio Madeira, do rio Solimões e do rio Negro. Destaca-se, também, a associação de TPI a Espécies Florestais Domesticadas, como abiu e castanha, localizada na confluência dos rios Nhamundá e Amazonas, no rio Uatumã e no médio rio Madeira), e os relevos antropogênicos (aterros, tesos/montes), situados entre os rios Purus e Abunã, no extremo Leste do estado do Acre.

Ao período Colonial, foi atribuído o Macrossistema Humano Extrativismo Vegetal. Todavia, considerando que esta atividade ocorreu de maneira dispersa e ampla por quase toda a Planície Amazônica, tal aspecto dificultou a delimitação mais precisa de sua ocorrência. Igualmente, por se caracterizar basicamente pela coleta de produtos florestais (especiarias — Drogas do Sertão) e pelo seu baixo impacto ecológico, o cômputo deste macrossistema foi agregado ao nível antropogênico naturais a seminaturais.

Com relação aos Macrossistemas Humanos do período Pós-Colonial, destacam-se, no contexto deste domínio, o Extrativismo Florestal (8%) e o Agropecuário de pequeno porte (6%), com maior ocorrência, proporcionalmente à área do sistema ambiental Costeiro. A distribuição do Extrativismo Florestal ocorre, ao longo dos principais rios do domínio das planícies amazônicas, com predominância em locais com ocorrência de evidências arqueobotânicas Pré-Coloniais, corroborando a hipótese de reocupações e de reiterados manejos de ecossistemas, adjacentes a estas áreas. Por outro lado, o macrossistema Agropecuário geralmente acompanha, mesmo que mais discretamente, as áreas de atividades mais antigas (de extrativismo florestal, por exemplo), no entanto com uma maior concentração nas proximidades de locais mais antropogenizados.

Apesar da reduzida amplitude espacial das Áreas Urbanas, este macrossistema funciona como indicador importante na análise antropogênica, pois constitui um aspecto agregador e condutor de eventos socioespaciais, processados no passado e no presente, bem como estabelece um importante indicador do potencial de ameaça antropogênica futura. No

sistema Costeiro, foi detectada uma Área Urbana equivalente a 752 Km² (1,4%), subdividida em 1266 estruturas urbanas (cidades, distritos, etc.), ao longo dos estados do Maranhão, do Pará e do Amapá, com destaque para o nordeste paraense. No sistema Flúvio-Continental, foi identificada uma extensão territorial urbana de 563 Km² (0,2%), compartimentada em 1776 estruturas urbanas, predominantemente localizadas nas porções oriental e nos baixo e médio cursos do rio Amazonas.

As evidências antrópicas mais relevantes se referem a indicadores arqueobotânicos e ao extrativismo florestal, dispostos predominantemente na faixa costeira entre os estados do Pará e do Amapá e nos baixo e médio cursos do rio Amazonas e dos seus principais tributários. Apesar da significativa amplitude espacial, tais evidências apresentam uma baixa a moderada capacidade de transformação ecológica, a qual, mesmo associada a meios ecológicos instáveis, obteve um valor de 3,18 na média do ITA, o equivalente à classe antropogênica Moderada. Vale destacar que a estimativa deste grau de antropogênica foi favorecida pela aparente ausência de evidências antropogênicas em boa parte do sistema ambiental Flúvio-Continental, todavia é provável que este grau se apresente subestimado, considerando que os indicadores levantados apontam para uma dinâmica socioespacial mais intensa e de ampla ocorrência no domínio em questão.

Os macrossistemas humanos obtiveram percentuais de ocorrência não muito discrepantes, no âmbito dos sistemas ambientais integrantes deste domínio, no entanto a diferença considerável na proporcionalidade areal entre os sistemas Costeiro (13%) e o Flúvio-Continental (87%) — este, apresentando um remanescente natural substancial e a prevalência de atividades de baixo a moderado impacto ecológico, exceto aquelas de alteração pontual da estrutura ecológica (área urbana, mineração) — acabou influenciando decisivamente no cômputo e na classificação do grau de antropogênica do domínio das planícies amazônicas.

5.2.2 Depressões sedimentares moderadamente antropogenizadas

O domínio das depressões sedimentares é composto pelos sistemas ambientais campinarana, Tabuleiro urbano-agropecuário, Depressão extrativa ocidental e Depressão extrativo-pecuário sudoeste, apresentando uma área percentual aproximada de 9%, de 30%, de 39% e de 22%, respectivamente. A capacidade de suporte ecológico foi classificada como moderada, predominantemente, a vulnerabilidade, como baixa a moderada, e a ecodinâmica, como meio de transição, tendendo à estabilidade (Depressões extrativa ocidental) e à

instabilidade antropogênicas (Tabuleiros), exceto os sistemas campinarana e Depressão extrativo-pecuária sudoeste, que demonstraram maiores restrições ecológicas, dos pontos de vista pedológico e pedoclimático, respectivamente (Quadro 5.2). Este domínio apresenta um remanescente de paisagem natural a seminatural de aproximadamente 64%, situado predominantemente nas depressões ocidental e sudoeste, ficando o restante subdividido em paisagem seminatural (8%) e contemporânea (28%).

Os macrossistemas humanos apresentam evidências com ocorrências variadas no espaço e no tempo, associadas ao período Pré-Colonial (Terra Preta do Índio e Espécies Florestais Domesticadas), Colonial (floresta nativa extrativada) e Pós-Colonial (extrativismo vegetal, agropecuária, área urbana). As áreas percentuais dos macrossistemas humanos e de seus respectivos sistemas ambientais são demonstradas no Quadro 5.2, em consonância com os tipos de alterações ecológicas. As áreas com ocorrência de espécies ecologicamente domesticadas estão associadas predominantemente à fase Formativa, do período Pré-Colonial, bem como às fases mais remotas, como a Arcaica e a Paleoindígena, entretanto de maneira bem menos evidenciada. As TPI, associadas às Espécies Florestais Domesticadas, destacam-se entre as evidências antropogênicas, principalmente, nos sistemas ambientais Tabuleiro e Depressão Sudoeste, seguidos pelo Extrativismo Vegetal, encontrado próximo às margens dos principais rios e tributários, e pela Agropecuária, predominantemente localizada na porção oriental dos Tabuleiros.

O período Colonial foi marcado pela ocorrência do Macrossistema Humano Extrativismo Vegetal. Entretanto, vale ressaltar que esta atividade ocorreu de maneira ampla e dispersa por boa parte ou por toda a Planície Amazônica, o que dificultou a delimitação mais precisa de sua ocorrência. Com base em evidências de ocupação, durante este período, como fortes militares, núcleos urbanos e vilas de origem religiosa, geralmente dispostos até o curso médio dos principais tributários do rio Amazonas (faixa de transição entre o domínio sedimentar e o cristalino), em que a navegabilidade era possível, espaço considerado limite para esta atividade e coincidente com os domínios das depressões sedimentares. No entanto, o fato de esta atividade se caracterizar basicamente pela coleta de produtos florestais (especiarias/Drogas do Sertão), o tempo relativamente longo, a recomposição de possíveis alterações do meio ambiente e o baixo impacto ecológico fizeram com que este macrossistema fosse incorporado ao cômputo do nível antropogênico natural a seminatural.

Com relação aos macrossistemas humanos do período Pós-Colonial (contemporâneo), destacam-se, no contexto deste domínio, o Extrativismo Florestal (16%) e o Agropecuário (13%), com maior ocorrência na Depressão ocidental e no Tabuleiro, respectivamente. A

distribuição do extrativismo florestal ocorre, ao longo de interflúvios das planícies amazônicas. Por outro lado, o macrossistema Agropecuário está presente mais efetivamente nas áreas com ocupações mais remotas, como a porção oriental dos Tabuleiros, o baixo e médio rio Amazonas e o alto curso do rio Madeira.

As Áreas Urbanas apresentam uma extensão aproximada de 2.150 Km², o equivalente a 0,2% da área total do domínio, distribuídas predominantemente na porção oriental do sistema ambiental Tabuleiro. Apesar de sua dimensão espacial comparativamente reduzida, as estruturas urbanas são condutoras de eventos socioespaciais e de processos de ocupação, geralmente, aglutinando agentes produtores do espaço e dos seus respectivos impactos sobre os sistemas naturais. Este Macrossistema Humano é mais evidenciado no sistema ambiental Tabuleiro, com uma extensão espacial em torno de 1.900 Km², subdividido em 6950 estruturas urbanas, contra 120 Km² na Depressão ocidental e 200 Km² na Depressão Sudoeste, demonstrando uma concentração populacional comparativa muito superior e uma maior pressão antropogênica, não, apenas, no domínio em questão, mas em toda a área de estudo.

As evidências antropogênicas mais substanciais se referem à Agropecuária e ao Extrativismo Florestal, localizados predominantemente no Tabuleiro e na Depressão ocidental, respectivamente, e acompanhados, em segundo plano, por macrossistemas domesticados (seminaturais), situados majoritariamente no Tabuleiro e na Depressão Sudoeste. Tais atividades apresentam baixa a moderada capacidade de transformação ecológica, exceto aquelas de capacidade transformadora do substrato ecológico (ex.: áreas urbanas, extração mineral e lagos artificiais), associadas predominantemente a meios ecológicos de transição pedomorfo genética, ora tendendo à estabilidade (Tabuleiro e Depressões ocidental), ora à instabilidade natural (campinarana e Depressão Sudoeste).

No entanto, dependendo do grau de antropogenização corrente, o estado atual da ecodinâmica pode ter sua evolução e/ou seu equilíbrio ecológico comprometidos, como, por exemplo, no sistema ambiental Tabuleiro, que apresentou um ITA igual a 5, contrapondo-se aos ITA dos demais sistemas, de valores inferiores a 2,5, ou seja, apresentaram baixa antropogenização. Todavia, considerando a antropogenização da área total do domínio, o ITA se reduziu para 3,17, fato justificado pela proporcionalidade das áreas dos sistemas ambientais, que compõem este domínio, o equivalente à classe antropogênica moderada (Quadro 5.2 e Figura 5.6).

5.2.3 Depressões cristalinas altamente antropogenizadas

O domínio das Depressões Cristalinas é composto pelos sistemas ambientais Depressão marginal extrativo Norte, Depressão marginal fitopluvial agropecuário Sul e Depressão marginal fitotransicional agropecuário Sul, apresentando áreas percentuais em torno de 34%, de 16% e de 50%, respectivamente. A capacidade de suporte ecológico foi classificada predominantemente como moderada, a sustentabilidade, de moderada a alta, e a ecodinâmica, como de transição, com tendências à estabilidade (nas depressões marginais Norte) e à instabilidade (nas depressões marginais Sul); esta, em razão de uma agressividade climática mais acentuada. O domínio apresenta um remanescente de paisagem natural a seminatural de aproximadamente 26%, situado predominantemente nas depressões marginais Norte, ficando o restante subdividido em seminatural (45%) e em contemporâneo (29%).

Os macrossistemas humanos condicionam evidências de ocorrências variadas, associadas predominantemente aos períodos Pré-Colonial (ex.: Terra Preta do Índio e Espécies Florestais Domesticadas) e Pós-Colonial (ex.: extrativismo vegetal, agropecuária, área urbana, mineração e lago artificial).

As áreas com ocorrência de espécies ecologicamente domesticadas estão associadas, tanto a indicadores arqueoecológicos da fase Paleoindígena quanto aos do final da Arcaica e da Formativa, do período Pré-Colonial. As Espécies Florestais Domesticadas, associadas à TPI e aos demais mosaicos antropogênicos, destacam-se entre os vestígios antropogênicos, principalmente, nos sistemas ambientais da Depressão Marginal Fitopluvial Sul e da Depressão Marginal Fitotransicional Sul (Quadro 5.2).

Com relação aos macrossistemas humanos do período Pós-Colonial, destacam-se o Agropecuário (21%) e o Extrativismo Florestal (8%), com maior ocorrência na Depressão Marginal Sul. A distribuição de macrossistemas domesticados (seminaturais) ocorre, ao longo de toda a porção Sul deste domínio, com destaque para os extremos Leste e Oeste, nos quais tais indicadores ocorrem de maneira mais proeminente, demonstrando uma pressão antropogênica de elevada amplitude têmporo-espacial. Por outro lado, os macrossistemas mais evidenciados na porção Norte do domínio dizem respeito ao Extrativismo Florestal, predominantemente situado ao longo da borda meridional deste sistema ambiental.

A Área Urbana apresenta uma dimensão espacial aproximada de 600 Km², equivalente a 0,1% da área total do domínio, distribuída predominantemente nos sistemas ambientais da porção Sul. As áreas urbanas são mais evidenciadas no sistema ambiental da Depressão Marginal Fitotransicional Sul, com uma extensão espacial em torno de 380 Km², subdividida em 950 estruturas urbanas, contra 180 Km² da Depressão Marginal Fitopluvial Sul e 50 Km²

da Depressão Marginal Norte, demonstrando uma concentração populacional comparativa moderadamente superior e, conseqüentemente, uma maior pressão antropogênica, no âmbito do referido domínio.

As evidências antrópicas mais substanciais se referem às formações domesticadas do período Pré-Colonial, seguidas pela agropecuária e pelo extrativismo florestal, localizados predominantemente na Depressão Marginal Fitotransicional Sul e na Depressão Marginal Fitopluvial Sul, respectivamente. Tais atividades apresentam baixa, moderada e alta capacidades de transformação ecológica, associadas a meios ecológicos de transição pedomorfoenergética, com tendência à estabilidade (ao equilíbrio ecológico) e à instabilidade natural (com potencial de geração de desequilíbrio ecológico). Com relação aos sistemas ambientais da porção Sul, estes também demonstram uma tendência à instabilidade antropogênica, em razão da alta ameaça potencial, representada pela amplitude têmporo-espacial e pela densidade antropogênica.

Nesse sentido, a análise do grau de antropogenização revelou índices (ITA) consideravelmente divergentes, principalmente, entre os sistemas ambientais do Norte e do Sul, os quais obtiveram índices de 2,36 e de 7,45, respectivamente. Entretanto, considerando a antropogenização da área total deste domínio, o ITA se reduziu para uma média de 5,47, fato justificado pela proporcionalidade dos macrossistemas humanos e pelas respectivas áreas dos sistemas ambientais deste domínio, resultando na classe antropogênica Alta (Quadro 5.2 e Figura 5.6).

5.2.4 Planaltos moderadamente antropogenizados

O domínio Planalto é composto pelos sistemas ambientais Planalto Residual Norte (35%), Planalto Agropecuário Oriental (1%) e Planalto Residual Pecuário-Extrativo Sul (64%). A capacidade de suporte ecológico destes espaços foi classificada predominantemente como baixa, o meio ambiente, de alta vulnerabilidade, e a ecodinâmica, instável a muito instável. O referido domínio apresentou um remanescente de paisagem natural a seminatural de aproximadamente 52% nos planaltos residuais Norte, ficando o restante compartimentado em seminatural (28%) e em contemporâneo (20%).

Os macrossistemas humanos evidenciam indicadores arqueobotânicos, associados aos períodos Pré-Colonial (ex.: Terra Preta do Índio e Espécies Florestais Domesticadas) e Pós-Colonial (ex.: extrativismo vegetal, agropecuária, área urbana, mineração). As áreas

percentuais destes macrossistemas e de seus respectivos sistemas ambientais são apresentadas no Quadro 5.2.

As áreas com ocorrência de espécies ecologicamente domesticadas estão associadas a indicadores arqueocológicos da fase Paleoindígena e aos finais das fases Arcaica e Formativa, do período Pré-Colonial. Destacam-se, entre os indicadores antropogênicos, as Espécies Florestais Domesticadas, associadas à TPI, principalmente, nos sistemas ambientais do Planalto Residual Sul.

Com relação aos macrossistemas humanos do período Pós-Colonial, destacam-se o Agropecuário (9%) e o Extrativismo Florestal (11%), com maior ocorrência nos sistemas ambientais da porção Sul. A distribuição de macrossistemas domesticados ocorre ao longo de boa parte da porção Sul deste domínio, com destaque para o extremo Leste, para o centro e para o Oeste, em que tais indicadores ocorrem de maneira mais proeminente, demonstrando uma pressão antropogênica de elevada amplitude temporal, associada principalmente a eventos socioespaciais do período Pré-Colonial.

A Área Urbana apresenta uma área ínfima, de aproximadamente 80 Km², o equivalente a 0,1% da área total do domínio, distribuída predominantemente nos sistemas ambientais da porção Sul.

As evidências antrópicas mais substanciais se referem às formações domesticadas do período Pré-Colonial, seguidas pela Agropecuária e pelo Extrativismo Florestal, localizados predominantemente nos Planaltos Residuais Oriental e Sul. Tais atividades apresentam baixa a moderada capacidade de transformação ecológica, exceto as que promovem transformações do substrato ecológico (ex.: áreas urbanas e extração mineral), associadas a meios ecológicos instáveis a muito instáveis.

A análise do grau de antropogenização revelou ITA consideravelmente divergentes, com valores de 1,69 para o Planalto Residual Norte, de 7,76 para o Planalto Residual Oriental e de 4,23 para o Planalto Residual Sul. Entretanto, considerando a antropogenização da área total do domínio em questão, o ITA se reduziu para uma média de 3,4, fato justificado pela proporcionalidade dos macrossistemas humanos e das áreas dos sistemas ambientais, que compõem este domínio, resultando na classe antropogênica Moderada.

O Quadro 5.2 e a Figura 5.6 apresentam as variáveis e os parâmetros considerados no cálculo dos índices de transformação antropogênica e de suas respectivas médias ponderadas, bem como os aspectos, relacionados ao suporte ecológico dos sistemas ambientais, à alteração ecológica, aos fatores emergentes e ao estado atual da ecodinâmica.

Quadro 5.2 – Dinâmica ecológica e antropogenização dos DNAB, segundo a capacidade de suporte ecológica e a ameaça potencial-transformadora do meio ambiente

SISTEMAS AMBIENTAIS	SUPORTE ECOLÓGICO (potencialidades/limitações)	ALTERAÇÃO ECOLÓGICA	FATORES EMERGENTES	AMEAÇA POTENCIAL	ECODINÂMICA ATUAL	DOMÍNIO ANTROPOGÊNICO
<i>Costeiro urbano-extrativo</i>	<i>Baixo suporte:</i> alta vulnerabilidade ecológica, moderada a alta agressividade climática, baixo potencial hidrogeológico, baixa capacidade produtiva, limitação ecológica à ocupação e uso controlado	<i>Moderada:</i> mudança na composição florestal - domesticação de espécies e extrativismo (29%); substituição vegetal e impactos pedogeomorfológicos - TPI, agropecuária, urbano (12%). <i>Total:</i> 41%	Incremento de espécies florestais úteis, redução da densidade da cobertura vegetal, baixa substituição de florestas nativas, alteração estrutural pontual	<i>Baixa a moderada:</i> maior parte das atividades apresenta baixa ameaça transformadora ou ocorre em ecossistemas naturais, todavia com indícios pontuais de agressividade	<i>Meios instáveis:</i> apresentam limitações ecológicas ao uso, com prevalência de processos erosivos, de baixa a moderada ameaça, tendendo à evolução natural, exceto nas áreas com maiores ameaças	<i>Nível Antropogênico:</i> natural a seminatural: 72%; seminatural (usado): 10% Em uso: 18% <i>Média ponderada (Mp)</i>
<i>Flúvio-Continental urbano agro-extrativo</i>	<i>Baixo a moderado suporte:</i> moderada a alta vulnerabilidade ecológica, baixa a alta agressividade climática (porções noroeste e Sul), baixo a moderado potencial hidrogeológico, moderada a alta limitação ecológica, baixa a moderada sustentabilidade	<i>Baixa:</i> mudança na composição florestal - domesticação de espécies e extrativismo (13%); substituição vegetal e impactos pedogeomórficos - TPI, agropecuária, área urbana (12,03%). <i>Total:</i> 25%	Baixo incremento de espécies florestais, redução da densidade da cobertura vegetal (mata ciliar), baixa substituição de florestas, alteração estrutural pontual	<i>Baixa ameaça:</i> boa parte das atividades apresenta baixa capacidade de transformação, exceto áreas mais assentadas, com sinais pontuais de atividades agressivas (agropecuária e urbanização)	<i>Meios instáveis:</i> apresenta limitações ecológicas ao uso, prevalência processos erosivos, baixa ameaça, predomina a evolução natural, exceto nos locais com maior ameaça	<i>ITA:</i> 3,18 <i>Classe antropogênica:</i> moderada <i>Denominação:</i> planícies amazônicas Moderadamente Antropogenizadas
<i>Campinaranas</i>	<i>Baixo suporte:</i> baixa sustentabilidade ecológica (restrição pedológica), alta a	<i>Muito baixa:</i> Mudança na composição florestal - domesticação de espécies e	Baixo incremento florestal e redução da vegetação, com	<i>Baixa ameaça:</i> presença ínfima de indícios antrópicos, exceto nas	<i>Meios instáveis:</i> apresenta restrições ecológicas ao uso,	<i>Nível Antropogênico:</i> natural a seminatural: 64%;

	moderada agressividade climática, potencial hidrogeológico baixo, baixa capacidade produtiva, alta limitação ecológica	extrativismo (10%); substituição vegetal e impactos pedogeomórficos - TPI, agropecuária, área urbana (< 1%). <i>Total alterado: ~10%</i>	substituição de florestas, exceto, nas margens do rio Negro e afluentes	margens de afluentes do rio Negro, no entanto, de baixa ameaça transformadora (extrativismo)	com prevalência de processos erosivos (limitações edáficas), baixa ameaça, evolução ecológica em curso	seminatural (usado): 8% Em uso: 28% <i>Mp ITA: 3,17</i>
<i>Tabuleiro urbano-agropecuário</i>	<i>Moderado a alto suporte:</i> baixa a moderada vulnerabilidade ecológica, exceto tabuleiros pré-litorâneos e encostas fluviais, moderada agressividade climática, moderado a alto potencial hidrogeológico, moderada a alta capacidade produtiva	<i>Alta:</i> mudança na composição florestal - domesticação de espécies e extrativismo (22%); substituição vegetal e impactos pedogeomórficos - TPI, agropecuária, urbano (39,5%). <i>Total: 61,5%</i>	Alto incremento de espécies florestais, baixa densidade vegetal, elevada supressão florestal, potencial desequilíbrio ecológico	<i>Alta ameaça:</i> presença significativa de atividades de baixa (extrativismo) a alta ameaça (agropecuária intensiva e urbano), principalmente, em áreas de maior assentamento humano	<i>Meios de transição com tendência à instabilidade:</i> baixa restrição ecológica ao uso, prevalência da pedogênese, alta ameaça, tendendo à instabilidade ecológica	<i>Classe Antropogênica:</i> moderada <i>Denominação:</i> Depressões Sedimentares Moderadamente Antropogenizadas
<i>Depressão extrativa OC</i>	<i>Moderado suporte:</i> baixa a moderada vulnerabilidade ecológica, moderada agressividade climática, moderado a alto potencial hidrogeológico, baixa a moderada limitação ecológica ao uso (pedogenética), moderada capacidade produtiva	<i>Baixa:</i> mudança na composição florestal - domesticação florestal e extrativismo (23%); substituição vegetal e impacto geomórfico - TPI, agropecuária (6,1%). <i>Total: 29,1%</i> , sobretudo, às margens dos rios Madeira, Solimões e Negro	Baixo incremento de espécies florestais, todavia com relevante atividade extrativa, talvez, em razão de maior manejo, densidade vegetal conservada, baixa supressão florestal	<i>Baixa ameaça:</i> presença significativa de atividades de baixa capacidade transformadora (extrativismo), intercaladas com formações ecológicas seminaturais, de baixa amplitude espacial	<i>Meios de transição com tendência à estabilidade:</i> baixa a moderada restrição ecológica ao uso, prevalência da pedogênese, baixa ameaça potencial, tendendo à estabilidade ecológica	
<i>Depressão</i>	<i>Baixo a moderado suporte:</i>	<i>Baixa a moderada:</i>	Relativo	<i>Baixa ameaça:</i> presença	<i>Meios de transição</i>	

<i>extrativo-pecuário SO</i>	moderada a alta vulnerabilidade ecológica, alta agressividade climática, baixo potencial hidrogeológico, moderada a alta limitação ecológica (pedoclimática), baixa a moderada capacidade produtiva	mudança na composição florestal - domesticação florestal e extrativismo (15%); substituição vegetal e impacto geomórfico - TPI, aterros, agropecuária, urbano (13%). <i>Total: 28%</i>	incremento de espécies florestais, densidade vegetal conservada, baixa supressão florestal. Fatores emergentes de moderado impacto	significativa de atividades de baixa a média capacidade transformadora, intercaladas com formações ecológicas seminaturais, de baixa amplitude espacial	<i>tendendo à instabilidade:</i> moderada a alta restrição ecológica, prevalência morfogênética, ameaça moderada. Áreas com maiores ameaças e/ou restrições climáticas	
<i>Depressão marginal extrativo Norte</i>	<i>Baixa a moderado suporte:</i> baixa a moderada sustentabilidade ecológica, pedogenização variavelmente elevada (pediplanação), intercalada com proeminentes testemunhos morfogênicos, agressividade climática variada, tendendo à maior intensidade, à Norte, e menor, à Sul, baixo potencial	<i>Baixa a moderada:</i> mudança na composição florestal - domesticação florestal e extrativismo (16%); substituição vegetal e impactos pedogeomórficos - TPI, agropecuária, lagos artificiais, urbano (14,01%). <i>Total: 30,01%</i> , sobretudo, na borda meridional	Baixo incremento de espécies florestais, todavia com relevante atividade extrativa, baixa redução da densidade vegetal e baixa substituição, alterações pontuais na estrutura ecológica (lagos e urbano)	<i>Baixa ameaça:</i> presença dominante de atividades de baixa capacidade transformadora, exceto nas áreas impactadas pelos lagos e pelas estruturas urbanas, intercaladas com discretas formações ecológicas seminaturais, de baixa amplitude espacial	<i>Meios de transição com tendência à instabilidade:</i> moderada a alta restrição a ocupação, relação pedomorfofogenética variada, baixa ameaça potencial. Locais com maior ameaça potencializam o impacto	<i>Nível Antropogênico:</i> natural a seminatural: 26%; seminatural (usado): 45% Em uso: 29% <i>Mp ITA: 5,47</i> <i>Classe Antropogênica:</i> alta
<i>Depressão marginal fitoplúvia agropecuário Sul</i>	hidrogeológico, baixa a moderada capacidade produtiva, vegetação densa de clímax pluvial	<i>Muito alta:</i> mudança na composição florestal - domesticação florestal e extrativismo (41%); substituição vegetal e	Alto incremento de espécies florestais e relevante atividade extrativa, alta redução da	<i>Muito alta ameaça:</i> elevadas atividades de baixa (extrativismo), moderada (pecuária) e alta (urbano e lagos)	<i>Meios de transição com tendência à instabilidade:</i> moderada a alta restrição ecológica,	<i>Denominação:</i> Depressões Cristalinas Altamente Antropogenizadas

		impactos pedogeomórficos - TPI, agropecuária, lagos artificiais, urbano (46,01%). <i>Total: 87%</i>	densidade vegetal e supressão florestal	ameaça potencial, intercalada com significativas formações ecológicas seminaturais	relação pedomorfo genética variada, alta ameaça potencial e impactos mais proeminentes	
<i>Depressão marginal fitotransicional agropecuário Sul</i>	<i>Baixo a moderado suporte:</i> moderada a alta vulnerabilidade ecológica, pedogenização variável, intercalada com testemunhos de controle estrutural, alta agressividade climática, baixo potencial hidrogeológico, baixa a moderada capacidade produtiva	<i>Muito alta:</i> mudança na composição florestal - domesticação florestal e extrativismo (52%); substituições vegetais e prováveis impactos pedogeomórficos - TPI, agropecuária, lagos artificiais, urbano (45,02%). <i>Total: 97%</i>	<i>Alto:</i> incremento de espécies florestais, baixa atividade extrativa, alta redução da densidade vegetal e substituição de florestas, processos erosivos acelerados	<i>Muito alta ameaça:</i> baixa ocorrência de atividades de ameaça reduzida (extração vegetal) e elevada concentração de macrossistema com moderada ameaça, intercalada com formações seminaturais	<i>Meios de transição com tendência à instabilidade:</i> moderada a alta restrição ecológica, relação pedomorfo genética variada, muito alta ameaça potencial	
<i>Planalto residual Norte</i>	<i>Baixo suporte: baixa sustentabilidade</i> ecológica, baixa pedogenização e morfogênese elevada (prevalência de processos erosivos), moderada agressividade climática, potencial hidrogeológico muito baixo, baixa capacidade produtiva, principalmente, nas áreas com maior declividade e controle estrutural	<i>Baixa:</i> mudança na composição florestal - domesticação florestal e extrativismo (7%); substituições vegetais e prováveis impactos pedogeomórficos - TPI, agropecuária, lagos artificiais, urbano (7%). <i>Total: 14%</i> alterada	Baixo incremento de espécies florestais, baixa redução da densidade vegetal e substituição de florestas nativas, alterações pontuais do substrato ecológico	<i>Baixa ameaça:</i> discreta ocorrência de atividades de baixa capacidade transformadora, exceto áreas de mineração, intercaladas com formações seminaturais	<i>Meios instáveis:</i> alta restrição ecológica, prevalência morfo genética, exceto chapadas/platôs, baixa ameaça potencial. Locais com maior ameaça potencializam os impactos ecológicos	<i>Nível Antropogênico:</i> natural a seminatural: 52%; seminatural (usado): 28% Em uso: 20% <i>Mp ITA:</i> 3,40
<i>Planalto</i>		<i>Muito alta:</i> Mudança na	Incremento de	<i>Muito alta ameaça:</i>	<i>Meios instáveis a</i>	<i>Classe Antropogênica:</i>

<i>agropecuário oriental</i>		composição florestal - domesticação florestal e extrativismo (45%); substituição vegetal e impactos geomórficos - agropecuária, urbano, mineração (54,02%). <i>Total:</i> 99,02% alterada	espécies florestais, baixo extrativismo, talvez, em razão da extinção de espécies e/ou de lacuna de dados, alta redução e supressão florestal	elevada atividade de moderada a alta ameaça (urbano e mineração), intercalada com significativas formações ecológicas seminaturais	<i>muito instáveis:</i> alta restrição ecológica, prevalência morfo genética, alta ameaça potencial, associada à instabilidade antrópica	moderada <i>Denominação:</i> Planaltos Moderadamente Antropogenizados
<i>Planalto residual pecuário-extrativo Sul</i>	<i>Baixo suporte:</i> alta vulnerabilidade ecológica, elevada morfogênese, moderada a alta agressividade climática, vegetação variada, baixo potencial hidrogeológico e capacidade produtiva	<i>Moderada a alta:</i> mudança composição florestal - domesticação e extrativismo (42%); supressão vegetal e impactos geomórficos - TPI, agropecuária mineração (23,01%)	Incremento de espécies florestais e relativo extrativismo, relevante redução da densidade e supressão florestal	<i>Moderada ameaça:</i> atividades com moderada a alta ameaça (urbano e mineração), intercalada com formações ecológicas seminaturais	<i>Meios instáveis a muito instáveis:</i> alta restrição ecológica, domínio da morfogênese, moderada ameaça, associada à instabilidade	

Fonte: organizada pelo autor (2021)

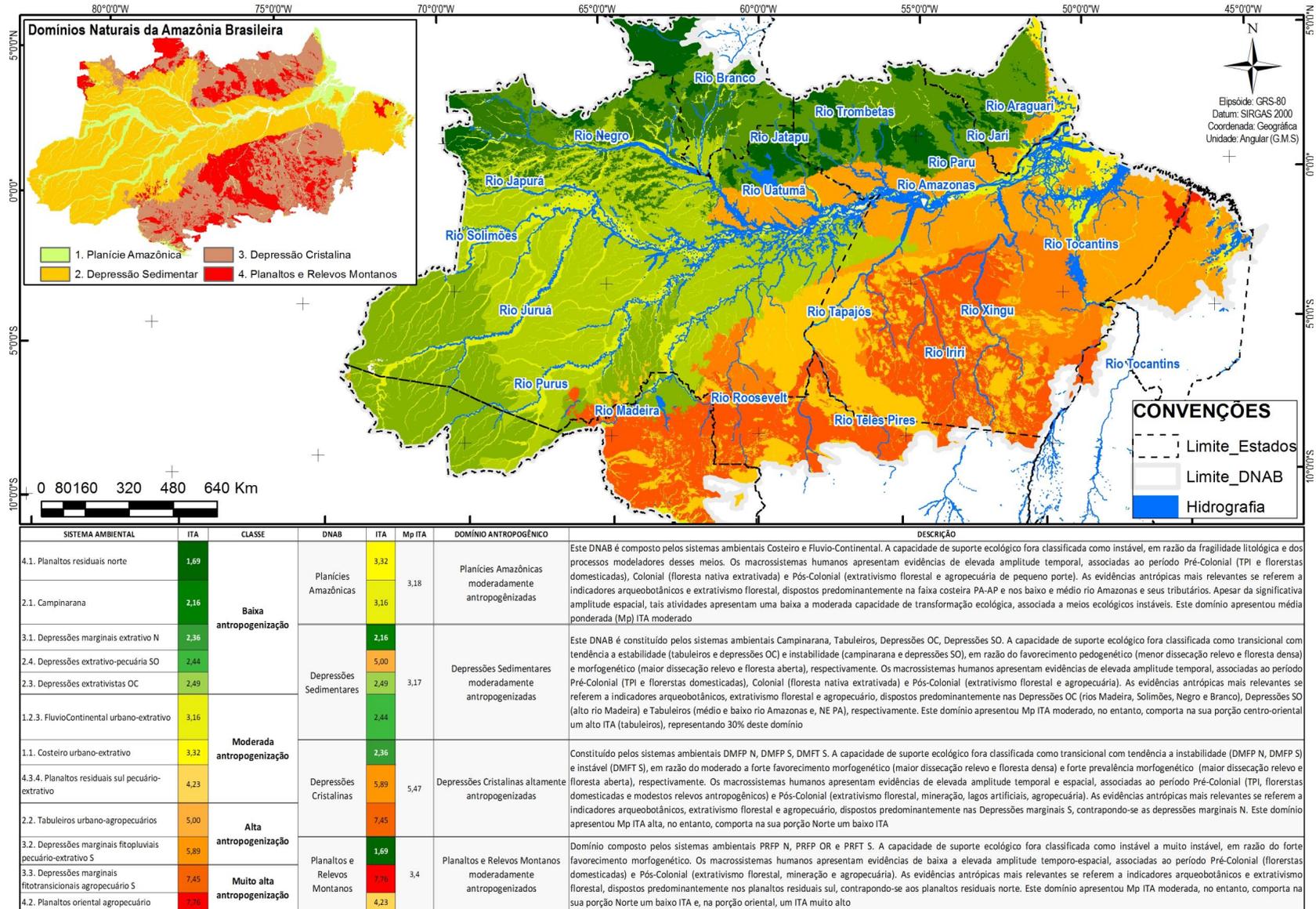


Figura 5.6 – Antropogênização dos Domínios Naturais da Amazônia Brasileira (ANEXO A). Fonte: elaborado pelo autor (2021)

6 A PERSPECTIVA DO ANTROPOCENO NOS DOMÍNIOS NATURAIS DA AMAZÔNIA BRASILEIRA

A antropogenização de paisagens naturais tem protagonizado diversas hipóteses e perspectivas de análises, quanto à amplitude e à intensidade, com as quais tais eventos têm ocorrido. A contínua e progressiva relação das ações do ser humano sobre a natureza tem gerado proposições acerca da possibilidade de a sociedade estar diante de um novo panorama ambiental, em que o ser humano é considerado a principal força motriz da natureza, responsável pela perturbação e pela alteração de processos, de morfologias e de dinâmicas ecológicas — o Antropoceno.

O termo Antropoceno surge como alusão ao período atual, marcado pelos impactos das ações humanas sobre o clima, sobre a geologia e sobre a ecologia, configurando-se potencialmente tão importantes quanto os sistemas naturais. Enquanto a maioria dos cientistas ambientais aceita que muitos parâmetros ambientais importantes estão, agora, fora de suas faixas do Holoceno, não há acordo sobre o começo do Antropoceno (CORLETT, 2015).

O avanço das discussões técnico-conceituais, a respeito do Antropoceno, tem sido cercado por questionamentos e por incertezas, quanto a sua viabilidade como uma nova época geológica. Por outro lado, os debates que se adensam em torno desta temática têm demonstrado que, tão importante quanto a aplicabilidade da caracterização do Antropoceno como época geológica, os sistemas terrestres têm apresentado, de fato, comportamentos decorrentes da ampla e diversa gama de evidências antropogênicas.

Entretanto, as ações humanas e os seus impactos significativos constituem um amplo leque de evidências antropogênicas. Considerando estas evidências, várias são as propostas acerca de marcadores de modificações humanas nos ecossistemas naturais, com vistas ao estabelecimento do início do Antropoceno, como os indicadores ecológicos — domesticação ecológica, por caçadores-coletores e por agricultores pré-coloniais, o advento da Revolução Industrial ou vestígios radioativos da tecnologia nuclear (WHITEHEAD, 2014) — e os estratigráficos — artefatos arqueológicos (ZALASIEWICZ *et al.*, 2011), solos de concha/sambaquis (ERLANDSON, 2013), solos antropogênicos (ROOSEVELT, 2013), depósitos tecnogênicos (OLIVEIRA; PELOGGIA, 2014).

A definição do Antropoceno, marcada pela dominação humana dos ecossistemas, deve reconhecer explicitamente os processos históricos profundos, que contribuíram para tal dominação, no entanto definir uma data de início para o Antropoceno é mais complicado, pois as lacunas ainda persistem e se mostram globalmente dispersas e com baixa conectividade

regional (ERLANDSON; BRAJE, 2014). Para os autores, as evidências antropogênicas são forjadas em escala local/regional, destacando as extinções induzidas pelo ser humano, os campos agrícolas, os solos antrópicos, as terraplenagens, as represas e reservatórios fluviais, a domesticação de plantas, entre outras, tendo, muitas destas evidências, começado há milhares de anos.

Whitehead (2014) observa que, tão importante quanto questões de marcadores temporais, são as indagações “onde está o Antropoceno?”, fazendo alusão à prerrogativa espacial, portanto geográfica, do Antropoceno e, como tal, as suas implicações históricas, “em que lugares começaram os processos, associados ao Antropoceno?” e “como os efeitos do Antropoceno são experienciados, local e regionalmente?”.

Uma das crescentes tendências teóricas e metodológicas na abordagem do Antropoceno diz respeito à perspectiva ecológica, em que a Arqueologia tem se preocupado em documentar relações de longo prazo entre ambientes naturais e humanos. Os indicadores ecológicos (ex.: fauna, flora, estratigrafia) sugerem que a formação de ecossistemas modernos é resultado de longos processos de mudança ambiental, fornecendo perspectivas temporais profundas sobre a evolução dos ecossistemas, sobre o lugar das pessoas, dentro deles, e sobre os efeitos dos humanos sobre os mesmos (CRUMLEY, 1994 apud ERLANDSON; BRAJE, 2014).

O Antropoceno tem se destacado como a possibilidade de uma nova época geológica, no entanto se propõe, como perspectiva de análise, uma abordagem multiescalar, centrada na conjugação de fatores ambientais, em que se vislumbra a identificação de paisagens e/ou de fenômenos ambientais, associáveis a preceitos do Antropoceno.

Nesse sentido, cabe ressaltar que, além da perspectiva climática, a investigação acerca das evidências antropogênicas é de suma importância na proposição de marcos e/ou de conexões entre mudanças de paisagens naturais e da formatação de indicadores com potencial geológico, uma vez que a dinâmica de ambos pode ser atenuada e/ou acelerada, de acordo com as condições climáticas têmporo-espacialmente vigentes, bem como influenciar suas condições.

A identificação e a caracterização de paisagens associáveis aos preceitos do Antropoceno devem partir de aspectos, como as escalas espacial e temporal, a intensidade das alterações perpetradas sobre o meio ambiente (grau de antropogenização) e a perspectiva da durabilidade dos fatores e/ou dos fenômenos emergentes.

Nesse sentido, a paisagem, na perspectiva do Antropoceno, pode ser definida como aquela, que interliga e que expande as ações e/ou os assentamentos humanos, em que

elementos naturais e antropogênicos se combinam, formando paisagens complexas e heterogêneas, com formas e com dinâmicas ecológicas significativamente modificadas, associadas a potenciais indicadores geológicos.

A análise da antropogenização e a proposição de paisagens e/ou de fatores associáveis ao Antropoceno foi baseada na adaptação de variáveis e de parâmetros adotada por Ellis (2010) acerca da investigação de biomas antropogênicos. Os biomas antropogênicos tendem a ser mais bem caracterizados como mosaicos de paisagem multifuncionais e heterogêneas, que combinam ecossistemas usados e novos. As áreas urbanas estão embutidas em áreas agrícolas, as árvores são intercaladas com terras agrícolas e com habitações e a vegetação manejada é misturada com a vegetação seminatural, ou seja, as interações diretas entre humanos e ecossistemas geralmente ocorrem, dentro de mosaicos de paisagem heterogêneos (ELLIS; RAMANKUTTY, 2008).

Apesar da complexidade geral dos mosaicos dos biomas antropogênicos, alguns padrões tendem a emergir, em resposta a variações nas populações, ao uso e cobertura da terra, dentro e através dos níveis de antropogenização de sistemas naturais. Nesse contexto, os aspectos naturais e os sistemas de uso da terra se combinam e se retroalimentam, permitindo que eventos socioespaciais e que adensamentos antropogênicos se intensifiquem, levando ao aumento do uso da terra, ao longo do tempo, reiterando a tendência da transformação ecológica de longo prazo e a consolidação de paisagens antropogênicas duradouras — paisagens antropocênicas (ELLIS, 2011, ELLIS, 2014).

As alterações da biodiversidade são atribuídas às ações humanas, historicamente acumuladas, por meio das mais variadas formas de uso dos recursos naturais, desencadeando uma série de mudanças estruturais, geomórficas e climáticas. Tais aspectos e evidências se configuram como a base dos preceitos, que regem a proposta do Antropoceno como nova época geológica, já em curso, na Terra. No entanto, os esforços para datar o surgimento de fatores antropogênicos como forças da natureza permanecem incompletos e controversos, em parte, por causa de lacunas acerca de indicadores regionalmente forjados.

A análise da alteração ecológica, na perspectiva antropogênica, pode ser viabilizada pelo princípio basilar do Antropoceno — os padrões ecológicos, os processos e as dinâmicas do passado profundo, do presente e do futuro —, moldados pelas sociedades humanas (ELLIS, 2015). Este autor saliente que o princípio do Antropoceno se lastreia na teoria da ecologia antrópica e/ou antropogenizada, a qual se fundamenta na integração das sociedades humanas à ecologia, ao longo do tempo geológico, por meio da estrutura evolutiva da

construção de paisagens humanizadas, direcionada a explicar o padrão ecológico, o processo e a mudança, dentro e através de uma biosfera cada vez mais antropogênica.

Para tanto, a análise antropogênica, na perspectiva do Antropoceno, busca identificar fatores e/ou eventos responsáveis por alterações significativas, no âmbito dos sistemas naturais, podendo desencadear estruturas e/ou paisagens humanizadas, as quais, dependendo do grau de transformação e da capacidade de suporte e da vulnerabilidade ambiental, poderão se constituir em indicadores, potencialmente associáveis a preceitos do Antropoceno.

A Figura 6.1 apresenta um esquema de abordagem da perspectiva do Antropoceno, partindo de preceitos teórico-conceituais, centrados na análise geoambiental da dinâmica ecológica, no âmbito dos domínios da natureza, considerando a capacidade de suporte ecológico (potencial/fragilidade e estado atual da ecodinâmica do meio ambiente), a ameaça potencial de transformação antropogênica, a coexistência de paisagens e a eclosão de indicadores passíveis de associação a preceitos do Antropoceno.

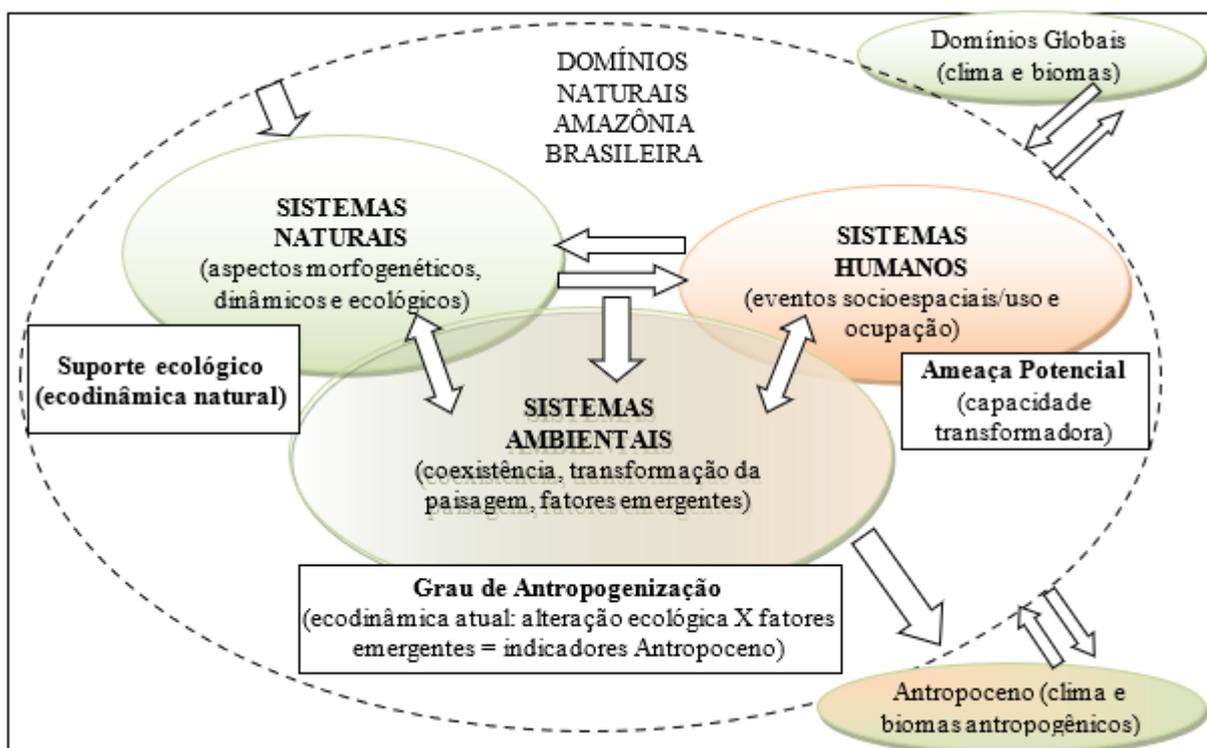


Figura 6.1 – O Antropoceno, a partir de uma visão centrada na análise antropogênica dos DNAB. Fonte: elaborado pelo autor (2021)

6.1 INDICADORES POTENCIAIS E A PROPOSIÇÃO DE PAISAGENS ANTROPOCÊNICAS

A análise da antropogenização dos domínios amazônicos, na perspectiva do Antropoceno, alicerçada na investigação da dinâmica da alteração ecológica e dos seus respectivos impactos sobre o condicionamento de fenômenos e de processos, intrínsecos à evolução de novos rearranjos e/ou de padrões ecológicos, mostrou-se efetivamente viável. A estrutura ecológica condiciona o funcionamento e a dinâmica de fatores e de processos, responsáveis pelo estado evolutivo e pelo equilíbrio dos sistemas naturais, como:

1. Composição e densidade da cobertura vegetal, responsável pelas manutenções da biodiversidade, da sucessão vegetacional, do balanço hídrico e da filtragem atmosférica;
2. Ritmo de processos geomórficos, responsável pelo balanço erosivo e pela dinâmica pedogeomorfológica;
3. Potencial de reestruturação de camadas estratigráficas superficiais e/ou do substrato ecológico.

A condição da cobertura vegetal pode ser considerada um indicador de primeira ordem do processo de antropogenização de um determinado sistema natural, podendo apresentar vários significados e, ao mesmo tempo, sintetizar a história ambiental de um dado local ou região. A dinâmica fitoecológica está diretamente associada à evolução de um determinado ecossistema, seja de essência físico-natural, seja de essência humano-social, e, portanto, a análise de sua condição é de fundamental importância na busca por evidências de ocorrência do Antropoceno, pois denuncia o contexto têmporo-espacial de intervenções do ser humano, bem como a forma e/ou a técnica, pela qual os recursos da natureza são tratados.

Outro ponto importante diz respeito à funcionalidade da cobertura vegetal no controle e/ou na medição da variabilidade de condições climáticas, uma vez que o estado ou equilíbrio ecológico é mais facilmente percebido, através da condição evolutiva de espécies vegetacionais dominantes de um determinado ecossistema e/ou de um nicho ecológico. Nesse sentido, a condição da cobertura e/ou das espécies florestais concentradas em uma determinada área tem grande relevância, como evidência passível de associação ao Antropoceno.

Com relação às transformações da biodiversidade, promovidas por atividades antropogênicas, particularmente, no que tange às espécies vegetacionais, geralmente, a

abordagem é realizada, mediante as perdas massivas de espécies nativas ou invasões, causadas por distúrbios humanos. Ellis *et al.* (2012) salientam que estas e outras mudanças, determinadas diretamente pelo uso da terra, tendem a levar espécies nativas à extinção e ao estabelecimento rápido de espécies domésticas e exóticas, configurando-se em processos de mudança de biodiversidade de longo prazo no Antropoceno.

Na Amazônia, a substituição da cobertura natural do solo por estruturas antrópicas tem povoado intensamente as discussões acerca da degradação da biodiversidade da floresta tropical amazônica, em razão da provável crise ambiental, que já dá sinais de presença na região. O aumento progressivo do desmatamento, associado à intensificação da pecuária e ao avanço do cultivo de espécies vegetais divergentes das nativas, principalmente, as de monocultura, tem sinalizado para maiores complexificação e heterogeneidade ecológicas, potencializadas pela agressividade climática, que, em princípio, parece estar ficando mais pronunciada, com o passar dos anos.

A floresta tropical mantém uma alta taxa de evapotranspiração, durante a estação seca, constituindo uma importante fonte de umidade atmosférica, que é reciclada de volta para a precipitação regional, ao contrário de pastagens ou áreas de cultivo (ZEMP *et al.*, 2017). Entre as consequências da supressão da cobertura vegetal nativa estão o aumento da temperatura, o prolongamento do período de estiagem e a redução da precipitação, os quais podem trazer sérios danos à evolução ecológica da região, como a retração de espécies florestais nativas (da floresta pluvial) e o avanço de espécies de biomas extra-amazônicos (das florestas transicionais e da savana). A este respeito, Nobre *et al.* (1991) sugerem que, se a taxa de desmatamento atingir 30% a 40% da floresta primitiva da Amazônia, isto pode ter graves consequências para a manutenção e para o equilíbrio da floresta, bem como pode ultrapassar um limite moderadamente seguro, podendo representar um desequilíbrio significativo para os DNAB. Para Salazar *et al.* (2007 apud FEARNSSIDE, 2008), modelos estimativos da “savanização” da Amazônia indicam que uma faixa das extremidades Leste e Sul da região, hoje, ocupada por floresta, será climaticamente imprópria para este uso em 2100, levando à substituição de árvores por outro tipo de vegetação, geralmente denominado como “savana”.

Nesse sentido, indícios de alteração da composição de formações vegetacionais têm sido identificados na Amazônia brasileira, em princípio, com fortes ligações ao avanço antropogênico na região, com destaque para o desmatamento e para a substituição progressiva da floresta por formações e/ou por estruturas profundamente divergentes (ex.: estruturas urbanas, mineração, agropecuária). Tais evidências têm sido registradas em vários domínios

naturais da Amazônia, principalmente, nas porções central e Sul (FEARNSIDE, 2008, 2011; MASSOCA *et al.*, 2012).

A redução da densidade da cobertura vegetal e/ou a sua substituição desencadeiam fatores emergentes de segunda ordem na dinâmica ecológica, os quais, dependendo da tipologia/intensidade de uso e das condições ecodinâmicas do sistema natural, poderão interferir em maior ou menor grau sobre os processos geomórficos da superfície do relevo, bem como sobre as condições e sobre as propriedades dos solos. No entanto, diferentemente da cobertura vegetal, os aspectos da dinâmica pedogeomorfológica apresentam maior probabilidade de se aderirem aos preceitos do Antropoceno, em razão da modelagem de formas e/ou de camadas de origem antropogênica, o que influencia diretamente na velocidade da dinâmica da erosão, configurando um importante indicador potencial na formação de estruturas e/ou de paisagens passíveis de associação ao Antropoceno.

O estudo da dinâmica de processos geomórficos na perspectiva do Antropoceno parece ir além dos aspectos geológico-estratigráficos, uma vez que o fluxo de processos superficiais apresenta estreita relação com os fatores emergentes de origem antropogênica, configurando importante condutor no estabelecimento de camadas e/ou de estruturas stratigráficas superficiais. Nesse sentido, a taxa de antropogenização, associada um determinado sistema natural, considerando as condições de ambos, frente à ameaça transformadora e à capacidade de suporte/resposta, constitui aspecto fundamental no estabelecimento e na perspectiva da evolução e da durabilidade de processos e/ou de fatores emergentes, o que pode auxiliar na proposição de potenciais indicadores de ocorrência do Antropoceno.

As intervenções antrópicas sobre os sistemas naturais amazônicos têm gerado uma série de impactos negativos, no âmbito dos processos superficiais e da morfologia do relevo. A remoção da cobertura vegetal é o ponto de partida para a eclosão destes eventos, a qual, dependendo da forma ou da estrutura que a substitui, tende a alcançar proporções drásticas na desestruturação das paisagens primitivas e, conseqüentemente, no desequilíbrio ecológico e na piora na qualidade dos serviços ecossistêmicos.

Eventos geomorfológicos de natureza antropogênica têm se tornado cada vez mais frequentes na Amazônia brasileira, desencadeados, principalmente, pelo avanço do desmatamento (aceleração de processos erosivos), pela intensificação da agropecuária (com aceleração exponencial da erosão, com alteração físico-química dos solos e com assoreamento dos leitos dos rios), pela implantação de infraestruturas (barragens, estradas, indústrias) e pela urbanização (desestruturação ecológica, aumento dos assentamentos humanos).

A substituição de paisagens/estruturas naturais por paisagens humanizadas tem impactado diretamente na degradação ambiental da Amazônia, no entanto com dimensões e com velocidades divergentes, uma vez que algumas intervenções desencadeiam consequências mais precoces e outras levam mais tempo para se pronunciarem. Eventos, como a expansão urbana e como a intensificação do manejo dos solos, tendem a comprometer profundamente o balanço de sedimentos, realizado pelos processos erosivos. Tal fato influencia diretamente no aumento ou redução de sedimentos transportados, o que pode afetar a estabilidade de encostas e de barrancos, bem como a qualidade da água, a dinâmica fluvial e o reabastecimento do lençol freático, que pode ter sua capacidade de volume e sua navegabilidade reduzidas, em razão do assoreamento de seu leito.

A análise e a quantificação da carga de partículas transportada pelo rio Amazonas constituem uma abordagem de extrema relevância na perspectiva do balanço sedimentológico da região, pois poderia revelar anomalias e correlações com o processo de antropogenização dos sistemas naturais amazônicos.

Martinez *et al.* (2009), ao quantificarem o balanço de sedimentos do rio Amazonas, entre 1996 e 2007, através de rede de monitoramento de descarga e de dados de sensoriamento remoto, constataram um aumento significativo no orçamento de sedimentos da Amazônia, com uma descarga de sedimentos suspensos equivalente a 20%. Apesar de a conclusão destes autores não contemplar a conexão com os fatores antropogênicos na região, parece razoável propor que este aumento pode está diretamente ligado à expansão do desmatamento na Amazônia. Por outro lado, nos dias atuais, este percentual provavelmente se apresenta subestimado, em virtude dos aumentos no desmatamento e nas atividades agropecuárias, bem como em razão de que a carga antropogênica está predominantemente situada na Amazônia oriental, sendo cortada latitudinalmente pelos rios Tocantins, Xingu e Tapajós, ou seja, a jusante da estação de coleta de dados utilizada por estes autores (situada em Óbidos, PA).

Os eventos e os indicadores, representados pelos processos geomórficos, geralmente antecedem à terceira ordem do processo de antropogenização de um determinado sistema natural, na perspectiva do Antropoceno: camadas/estruturas estratigráficas antropogênicas. A formação de estruturas superficiais, em resposta à transformação da estrutura biofísica da paisagem, constitui o estágio de maior potencial na proposição de indicadores dos preceitos do Antropoceno. Na perspectiva geológica, o estabelecimento de indicadores deve ser condicionado aos fatores antropogênicos, elegendo, para tanto, os aspectos estratigráficos como base para as unidades antropocênicas (WATERS *et al.*, 2014), como sedimentação de

lagos/rios e evidências, relacionadas às formas de relevo (BROWN *et al.*, 2013). Por outro lado, a proposição de indicadores estratigráficos da perspectiva antropocênica desperta preocupações, por serem considerados, em alguns casos, formações precoces, cuja permanência/durabilidade apresenta incertezas. A este respeito, Zalasiewicz *et al.* (2011) enfatizam que a presença considerável de estratos antropogênicos superficiais, se preservados por longo prazo, podem representar sinais bastante relevantes na definição de novos fenômenos e na consolidação de paisagens antropogênicas (ex.: construção urbana, depósitos de sedimentos).

Na Amazônia, há vários eventos passíveis de conexão com aspectos geológicos, entre os quais, as formações fitoecológicas, consideravelmente evidenciadas em boa parte dos DNAB, as estruturas pedogeomorfológicas, próximas aos aspectos geológicos, como solos de TPI e relevos remodelados, ambos pertencentes ao período Pré-Colonial. Além das evidências supracitadas, outros indicadores, consideravelmente mais proeminentes, povoam extensas áreas da região, associadas ao período Pós-Colonial, principalmente, aqueles atrelados à segunda subfase ou ciclo socioprodutivo. Nesse contexto, a Amazônia tem apresentado conjuntos de evidências das ações do ser humano, que a caracterizam como um grande "celeiro" antropogênico, pois esta região tem revelado um espectro ambiental que se confunde com o início do Holoceno, em que a história evolutiva de seus sistemas naturais está diretamente entrelaçada com o desenvolvimento do ser humano, enquanto protagonista na configuração ambiental da região.

Nesse sentido, a identificação e a proposição de paisagens associáveis ao Antropoceno levaram em consideração três aspectos: alteração na morfologia e/ou na estrutura ecológica, interferência na dinâmica de processos geomórficos e indicadores de potencial geológico. Além dos aspectos mencionados, foi considerada a variabilidade climática das últimas décadas, como nos aspectos da precipitação e da temperatura. Tal procedimento vislumbra estabelecer uma conectividade entre o avanço antropogênico e o comportamento de tais fenômenos.

A retrospectiva da dinâmica de eventos socioespaciais e as evidências antropogênicas, no âmbito dos domínios amazônicos, possibilitaram a identificação e a mensuração de tipologias de uso dos recursos naturais (macrossistemas humanos). Os macrossistemas humanos foram classificados, em consonância com níveis antropogênicos (natural a seminatural, seminatural e contemporâneo), os quais estão associados às fases e aos períodos temporais (Pré-Colonial, Colonial e Pós-Colonial), no intuito de estabelecer uma

conectividade entre as evidências antropogênicas dominantes e os seus respectivos contextos têmporo-espaciais, dentro do espectro holocênico.

A análise e a caracterização dos domínios antropogenizados demonstraram que todos os domínios e os seus respectivos sistemas ambientais foram submetidos, em maior ou menor grau, às intervenções humanas, de maneiras consideravelmente amplas e diversas, variando de moderada a alta antropogênica (Figura 5.6). As evidências antropogênicas levantadas demonstraram uma área de ocorrência total de aproximadamente 5.440.000 Km², correspondendo a uma extensão espacial superior à da área total de estudo (~3.706.000 Km²), ou seja, um volume antropogênico ~46% superior ao da área dos DNAB. Esta extrapolação areal sugere uma substancial sobreposição de atividades antrópicas em diferentes contextos socioprodutivos, sinalizando que o ser humano vem intervindo significativamente nos sistemas naturais da região há milênios.

Por outro lado, se considerarmos apenas as extensões horizontal e contínua dos indicadores antropogênicos no cenário atual dos DNAB, os macrossistemas humanos apresentam uma área total de ocorrência de aproximadamente 1.775.000 Km², o equivalente a 48% da área total dos DNAB. A divergência no cômputo dessas evidências escamoteia a real dimensão e a intensidade dos aspectos antropogênicos e dos seus respectivos impactos ecológicos.

No cenário antropogênico dos DNAB, foram detectados indícios de ações humanas com amplitudes e com intensidades variadas em boa parte dos domínios, sugerindo alterações significativas em vários níveis da estrutura ecológica, como aquelas, associadas às fases socioprodutivas dos períodos Pré-Colonial (ex.: Espécies Florestais Domesticadas, solos e relevos antropogênicos), Colonial (ex.: extrativismo vegetal) e Pós-Colonial (ex.: extrativismo florestal, estruturas urbanas, extrativismo mineral, lagos artificiais e agropecuária). Cada macrossistema humano representa uma ameaça potencialmente transformadora específica, com impactos diretos e indiretos na estrutura ecológica.

Os macrossistemas humanos com impactos diretos na composição e na densidade da cobertura vegetal são as florestas domesticadas do período Pré-Colonial (nível antropogênico seminatural) e o extrativismo florestal do período Pós-Colonial (nível antropogênico contemporâneo), no entanto ambos representam ameaças potenciais divergentes.

No caso das florestas domesticadas, que ocupam uma área aproximada de 426.000 Km², o equivalente a 12% dos DNAB e que estão predominantemente localizadas nos domínios da porção Sul-amazônica (Quadro 6.1 e Figura 6.2), estas perfazem um rearranjo na composição e/ou na concentração de espécies florestais úteis, geralmente, fruto das reiteradas

ocupações humanas nas proximidades das áreas de ocorrência de tais formações fitoecológicas. Além de representarem uma alteração ecológica significativa e duradoura, constituem paisagens potencialmente complexas, heterogêneas e condutoras de eventos socioespaciais e de assentamentos humanos, conforme demonstrado pela elevada concentração de artefatos arqueológicos, constituindo-se em paisagens associáveis ao Antropoceno, não propriamente pelo potencial geológico, mas pela alteração fitoecológica de caráter duradouro.

Com relação ao extrativismo vegetal do período Pós-Colonial (contemporâneo), este ocupa uma área percentual em torno de 13% dos DNAB, estando predominantemente situado nas depressões sedimentares. Em princípio, constitui atividade de baixa ameaça potencial, geralmente, localizada em áreas de ocupações pré-coloniais e, embora nem sempre apresente grandes assentamentos populacionais, constitui, na atualidade, importante indicador de eventos socioespaciais passados, presentes e futuros. Mesmo apresentando baixa ameaça potencial, esta atividade sinaliza prováveis indícios de domesticação Pré-Colonial, considerando que sua ocorrência coincide fortemente com áreas de ocupação Pré-Coloniais, logo, configurando-se como paisagem passível de associação ao Antropoceno.

Outro aspecto fundamental na análise e na proposição de paisagens antropocênicas diz respeito ao segundo nível dos aspectos biofísicos da estrutura ecológica, o pedogeomorfológico, condicionado pela substituição da cobertura vegetal e pela perturbação de processos geomórficos. Neste aspecto ecológico, foram incluídos os macrossistemas humanos solos antropogênicos (TPI) e relevos antropogênicos (aterros-montes), ambos associados predominantemente à fase Formativa, do período Pré-Colonial (nível antropogênico seminatural), bem como o agropecuário, do período Pós-Colonial (nível antropogênico contemporâneo).

Os solos antropogênicos Pré-Coloniais (Terra Preta do Índio) ocupam uma área de cerca de 335.000 Km², correspondendo a 10% dos DNAB, estando predominantemente localizados nas depressões sedimentares e cristalinas, na porção Sul-amazônica (Quadro 6.1 e Figura 6.2). São solos de origem humana, formados predominantemente por resíduos orgânicos antropogênicos, imprimindo a estes solos aspectos físico-químicos divergentes dos de sua originalidade, geralmente, fruto de reiteradas ocupações humanas nas proximidades das áreas de ocorrência destas formações pedoecológicas. Além de representarem uma alteração ecológica significativa e duradoura, constituem paisagens potencialmente complexas, heterogêneas e condutoras de eventos socioespaciais e de assentamentos humanos proeminentes, conforme demonstrado pela elevada concentração de artefatos arqueológicos,

constituindo paisagens associáveis ao Antropoceno, não, propriamente, pelo potencial geológico, mas, sim, pela alteração ecológica de caráter duradouro.

Com relação aos relevos antropogênicos do período Pré-Colonial (aterros, tesos/montes), estes ocupam uma área aproximada de 38.700 Km², o equivalente a 1% da área total dos DNAB, estando predominantemente situados nas planícies e nas depressões sedimentares da Ilha de Marajó e nos interflúvios entre o alto rio Purus e o Madeira (Quadro 6.1 e Figura 6.2), constituindo atividade de significativa ameaça potencial transformadora, uma vez que alteram a morfologia do relevo e interferem na dinâmica geomórfica local. Mesmo apresentando baixa amplitude espacial, esta atividade sinaliza para uma provável complexidade ecológica no entorno destas evidências, o que as configuram como paisagens passíveis de associação ao Antropoceno.

Com relação ao macrossistema humano agropecuário, este conta com uma área aproximada de 505.000 Km², o equivalente a 14% da área total dos DNAB, estando predominantemente situado nas depressões sedimentares (do sistema ambiental Tabuleiros) e nas Depressões Cristalinas (dos sistemas ambientais Sul), em que ocorre um aglomerado de atividades rurais, predominantemente ligadas à pecuária e, em menor amplitude espacial, à agricultura. Tais atividades são predominantemente responsáveis pela substituição da cobertura vegetal nativa e/ou manejada por formações, por estruturas e/ou por espécies vegetais consideravelmente divergentes das condições originais, resultando em moderada a alta ameaça potencial transformadora, uma vez que reduz efetivamente a cobertura florestal do solo e altera substancialmente, a médio e longo prazos, a dinâmica dos processos geomórficos. Tais indicadores potencializam mudanças nas propriedades e nas condições pedogeomorfológicas, trazendo aumentos à erosão e ao assoreamento, a formação de camadas estratigráficas antropogênicas e a redução da capacidade produtiva dos solos. Nesse sentido, considerando a perspectiva duradoura deste macrossistema, a relevante amplitude têmporo-espacial, a aceleração da erodibilidade e a elevada probabilidade de propagação da sucessão de espécies vegetacionais divergentes, principalmente, nas áreas de elevada pressão antropogênica e de intensificação das restrições ecológicas (pedoclimáticas), esta atividade sinaliza para um agravamento das dinâmicas ecológicas, configurando-se como potencial vetor geológico na formação de camadas estratigráficas superficiais.

Outro aspecto fundamental na análise e na proposição de paisagens antropocênicas diz respeito ao terceiro nível dos aspectos biofísicos da estrutura ecológica — o substrato —, relacionado às morfologias do relevo e da própria estratigrafia geológica. Neste aspecto ecológico, foram incluídos os macrossistemas humanos área urbana, extrativismo mineral e

lagos artificiais, associados à fase da diversificação do período Pós-Colonial (nível antropogênico contemporâneo).

As estruturas urbanas ocupam uma área em torno de 4.200 Km², correspondendo a 0,2% dos DNAB, estando predominantemente localizadas nas planícies amazônicas e nas depressões sedimentares (sistema ambiental Tabuleiros). São estruturas de expressão e de consolidação de processos de ocupação e de assentamentos populacionais, formadas em amplo espectro temporal, refletindo a importância e a funcionalidade de tais áreas na condução e na intensidade da configuração dos eventos socioespaciais passados, presentes e futuros.

As estruturas urbanizadas imprimem aspectos morfológicos e estruturais substancialmente divergentes daqueles concebidos na estrutura ecológica naturalizada, geralmente, descaracterizando profundamente a originalidade das paisagens locais. Além de representarem alterações ecológicas profundas e duradouras, constituem paisagens potencialmente complexas, heterogêneas e condutoras de eventos socioespaciais e de consolidação de assentamentos humanos, constituindo-se em paisagens associáveis ao Antropoceno, tanto em razão das alterações ecológicas marcantes quanto em função de seus potenciais geológicos, uma vez que congregam elevado leque de agentes produtores de espaço e que intensificam a antropogenização dos sistemas naturais de seu entorno.

Com relação aos lagos artificiais, estes apresentam uma área aproximada de 6.800 Km², o equivalente a 0,2% da área total dos DNAB, estando predominantemente situados na borda das depressões cristalinas e constituindo estruturas antropogênicas de elevada ameaça potencial transformadora do meio ambiente, uma vez que alteram a morfologia do relevo, a dinâmica fluvial, o transporte de sedimentos minerais e orgânicos e o substrato estratigráfico — em três dimensões distintas: local, a montante e a jusante. Este macrossistema representa substancial alteração ecológica, não, somente, nos locais e no entorno mais imediato, mas, também, ao longo de toda a extensão fluvial dos corpos hídricos, sobre os quais estão assentes, potencializando a formação de camadas estratigráficas antropogênicas. Mesmo apresentando baixa amplitude espacial, este macrossistema sinaliza a presença de uma provável complexidade ecológica, também se configurando como uma paisagem associável ao Antropoceno, em razão de seu potencial geológico.

Com relação ao macrossistema humano extrativismo mineral, este dispõe de uma área aproximada de 1000 Km², o equivalente a 0,1% da área total dos DNAB, estando situado nas depressões cristalinas e, predominantemente, nos planaltos residuais (Figura 6.2). Constitui atividade de alta capacidade transformadora, responsável pela alteração da estrutura ecológica

e, também, do substrato geológico, uma vez que suprime e/ou que descaracteriza profundamente os níveis da estrutura ecológica, suprimindo seus componentes biofísicos no curto, médio e longo prazos. Nesse sentido, considerando a profundidade das alterações ecológicas perpetradas por esta atividade e a perspectiva duradoura e geralmente irreversível destas transformações, tal atividade sinaliza para um agravamento das dinâmicas ecológicas e para uma capacidade resiliente geralmente nula, configurando-se como potencial vetor geológico e, conseqüentemente, como uma paisagem passível de associação ao Antropoceno.

Quadro 6.1 – Macrossistemas humanos, indicadores geológicos potenciais e a proposição de paisagens na perspectiva do Antropoceno, na Amazônia brasileira

MACROSSISTEMA HUMANO	ASPECTO AMBIENTAL (funcional e estrutural-ecológico)	AMPLITUDE DOMINANTE		POTENCIAL INDICADOR GEOLÓGICO	PAISAGEM ANTROPOCÊNICA
		TEMPORAL	ESPACIAL		
Estrutura urbana	Elevada concentração populacional, condutora de serviços e de demandas. Prevalência de estruturas artificiais e elevado desequilíbrio ecológico	Período Pré-Colonial/fase de Diversificação	Área: 4.140 Km ² , Planície Amazônica (32%) e Depressão Sedimentar (52%)	Altos potenciais pedogeomorfológico e geológico	Assentamento populacional denso
Agropecuária	Conjunto de atividades primárias (agricultura, pecuária, agroindústria), destinadas ao consumo humano e ao mercado em geral. Mosaico de ecossistemas novos e usados e promissor desequilíbrio ecológico	Período Pós-Colonial/segundo ciclo da fase Diversificação (pós-1950)	Área: 504.104 Km ² , Depressão Sedimentar (42%) e Depressão Cristalina (43%)	Alto potencial pedogeomorfológico e moderado a alto potencial geológico	Mosaico de paisagens antroponaturais
Extrativismo mineral	Atividade primária mineralógica (ferro, bauxita, manganês, ouro), destinada ao abastecimento industrial. Desestruturação de sistemas naturais e elevado desequilíbrio ecológico	Período Pós-Colonial/segundo ciclo da fase Diversificação (pós-1950)	Área: 960 Km ² , Depressão Cristalina (89%) e Depressão Cristalina (26%)	Alto potencial geológico	Relevo antropogênico
Lago artificial	Reservatório fluvial de estrutura artificial, destinado ao abastecimento energético da indústria e da população. Submersão da estrutura ecológica e remodelagem do relevo, elevado desequilíbrio ecológico	Período Pós-Colonial/segundo ciclo da fase Diversificação (pós-1950)	Área: 6.789 Km ² , Depressão Cristalina (89%)	Alto potencial geológico	Relevo antropogênico
Extrativismo vegetal	Atividade primária coletora, de natureza milenar,	Período Colonial e	Área: 461.834 Km ² ,	Moderado a alto	Floresta

	de grande vocação na região, destinada ao abastecimento industrial e aos consumos local, nacional e internacional. Alteração na densidade e na composição vegetacionais, com moderado desequilíbrio ecológico	Pós-Colonial/primeiro ciclo da fase Diversificação (pós-1850)	Depressão Sedimentar (56%) e Depressão Cristalina (20%)	potencial botânico e baixo a moderado potencial geológico	antropogênica
Solos de Terra Preta do Índio	Atividade milenar, fruto de longo manejo ecológico e de densos assentamentos populacionais, materializada nas paisagens amazônicas e constituindo ecossistema usado (seminatural). Alteração significativa nas propriedades químico-físicas dos solos, com moderado a alto desequilíbrio ecológico	Período Pré-Colonial/fase Arcaica e Formativa (4.000 anos AP a 1.000 anos AP)	Área: 334.953 Km ² , Planície Amazônica (17%) e Depressão Cristalina (62%)	Alto potencial pedogeomorfológico e baixo a moderado potencial geológico	Solo antropogênico
Relevos/montes-tesos	Atividade milenar, fruto de intenso manejo ecológico e de densos assentamentos populacionais, demonstrando considerável conhecimento técnico, constituindo ecossistema seminatural. Alteração significativa da morfologia topográfica	Período Pré-Colonial/fase Formativa (2.000 anos AP a 1.000 anos AP)	Área: 38.000 Km ² , Planície Amazônica (16%) e Depressão Sedimentar (65%)	Alto potencial pedogeomorfológico e moderado potencial geológico	Relevo antropogênico
Floresta domesticada	Atividade milenar, fruto de intenso manejo de espécies florestais úteis, demonstrando considerável domesticação fitoecológica e reiterados processos de ocupação, constituindo ecossistema seminatural. Alteração significativa da composição florística	Período Pré-Colonial/fase Arcaica e Formativa (7.500 anos AP a 1.000 anos AP)	Área: 426.000 Km ² , Depressão Sedimentar (15%), Depressão Cristalina (60%) e Planalto (20%)	Alto potencial pedobotânico, baixo a moderado potencial geológico	Floresta antropogênica

Fonte: organizado pelo autor (2021)

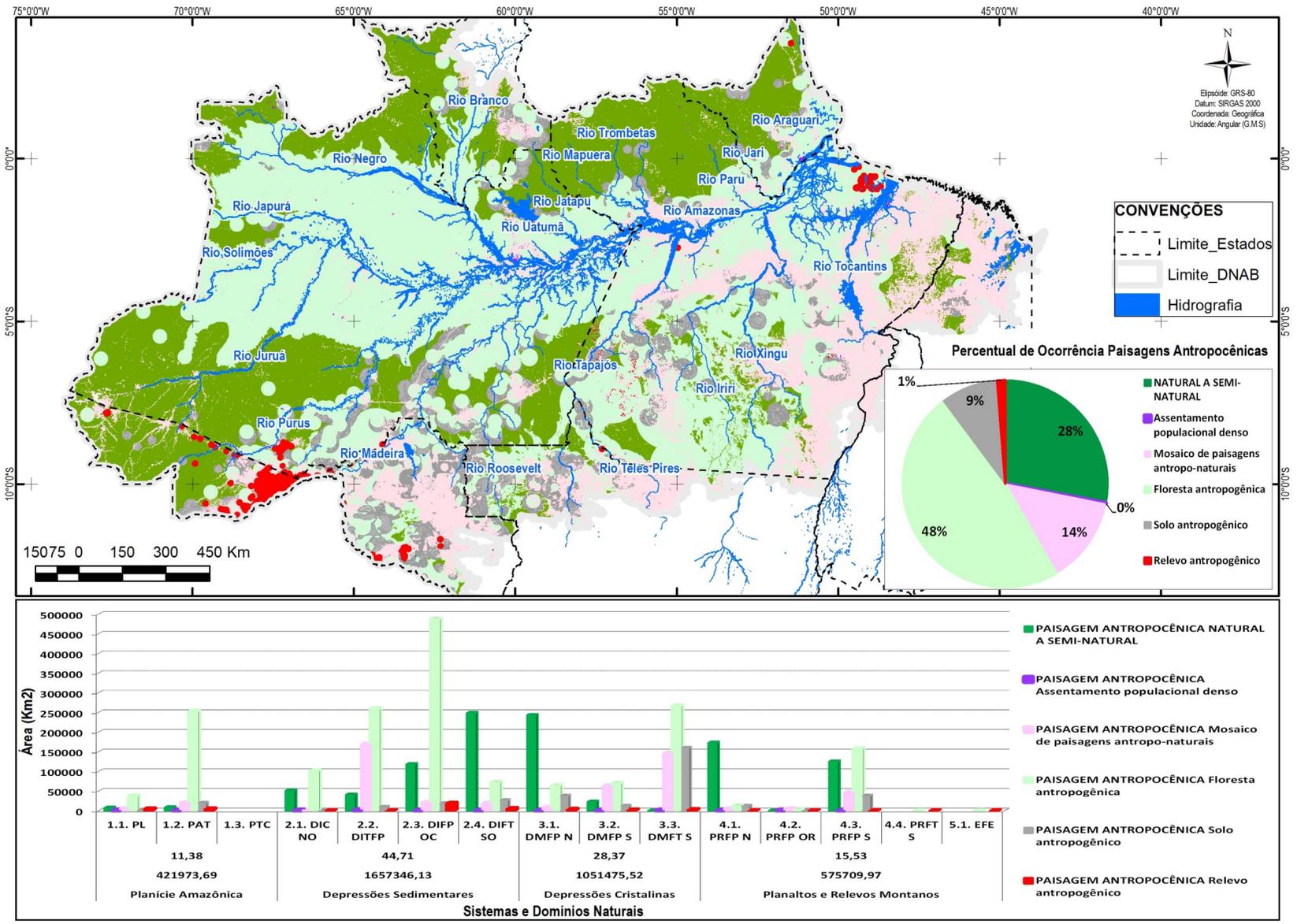


Figura 6.2 – Paisagens Antropocênicas, no contexto dos Domínios Naturais da Amazônia Brasileira (ANEXO B). Fonte: elaborado pelo autor (2021)

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A natureza, representada pela grandeza dos ecossistemas e das paisagens amazônicas, acondiciona uma riqueza que vai além da sua sublime floresta tropical. Esta natureza é a síntese de um movimento cíclico complexo e dinâmico de espécies, de processos, de formas e de fatores, os quais, alinhados segundo uma conexão interdependente e coevolutiva, forjaram um dos cenários naturais mais biodiversos da Terra, marcado pela amplitude e pela intensidade dos seus fenômenos naturais, responsáveis pelo engendramento dos domínios naturais da Amazônia.

Como dito, sua evolução depende da interação entre os componentes e/ou os fenômenos que a conduzem, rumo ao equilíbrio e à estabilidade ecológica, mas nem sempre de forma retilínea, em razão da emergência de eventos, que podem interromper seu fluxo natural, sejam de essência natural, sejam de essência humana. No entanto, as intervenções humanas prolongadas, persistentes e gradativas sobre seus recursos, têm interferido na trajetória desta natureza, através da produção de fatores antropogênicos, que, aparentemente, têm se mostrado tão intensos quanto os naturais.

Os domínios de natureza constituem substratos fundamentais nas análises espaciais macrorregional e/ou regional, os quais, no caso específico da Amazônia brasileira, mostraram-se cabais no estudo do objeto da pesquisa: a antropogenização dos domínios naturais e a conexão desta com os preceitos do Antropoceno. Nesse sentido, a utilização dos DNAB como recorte espacial, para a análise da expansão do ser humano na região, justificou-se, por entendermos que tais domínios funcionam como mediadores dos efeitos e dos impactos das ações antrópicas, que se condensam, em nível local, que se projetam e se aglutinam, em escala regional (macro), e que alcançam magnitudes escalares relacionáveis aos eventos e aos parâmetros multiescalares do Antropoceno.

A retrospectiva de indicadores antropogênicos, lastreada em um amplo espectro temporal, foi de fundamental importância, pois se considera que as causas e efeitos das mais diversas formas de apropriação da natureza, pelo ser humano, estão vinculadas ao desvendamento da origem desta relação mútua. Sendo assim, a busca por respostas acerca de evidências associáveis ao Antropoceno se fundamentou justamente no resgate de vestígios arqueológicos e ecológicos, os quais possibilitaram rastrear os eventos e os processos da expansão de grupos humanos na Amazônia brasileira holocênica. A diversidade sociocultural e a densidade de evidências ambientais permitiram congregiar fatores, que coexistem e que se

retroalimentam, a partir da relação condicionante e mutualista entre as ações humanas e os meios de habitação, o que foi imperativo na reconstrução da trajetória humana na região.

Os pressupostos para a proposição do Antropoceno se alicerçam justamente na análise integrada de indicadores físico-naturais e humano-sociais, o que faz da Geografia uma disciplina com envergadura teórico-conceitual potencial para contribuir no avanço do estudo do Antropoceno. Por isso, foi imperativo que as abordagens desta perspectiva considerassem a evolução histórica do ser humano, enquanto agente morfológico do meio ambiente amazônico, segundo um ponto de vista multiescalar (domínio e região).

O desenvolvimento deste trabalho, sob a perspectiva antropocênica, possibilitou um entendimento mais preciso das alterações dos sistemas naturais amazônicos. O levantamento e a cartografização de dados, referentes a eventos socioespaciais e a evidências de uso da natureza nas paisagens, subsidiou a obtenção de respostas acerca das causas e das consequências das atividades do ser humano sobre o meio ambiente, através de fatores antropogênicos, que conduziram as investigações de indícios para elucidar o processo histórico das ações antrópicas sobre as paisagens e sobre a dinâmica da organização espacial, ao longo do Holoceno.

A pesquisa revelou a presença de grupos humanos com diferentes níveis de complexidade e com impactos diversos sobre suas áreas de atuação, variando continuamente no tempo e no espaço. O ser humano vem desempenhando um papel principal na dinâmica e no comportamento parcial de sistemas naturais amazônicos. As várias maneiras, pelas quais as ações humanas foram e continuam sendo implementadas e desenvolvidas, têm desencadeado formas diversas de tipologias de uso e múltiplos arranjos ambientais, ao longo da história holocênica, resultando na intensificação de processos antropogênicos e na ocorrência de fatores emergentes cada vez mais preponderantes e de maior amplitude espacial.

O conjunto de indícios antropogênicos demonstra a ocorrência de amplas evidências de uso dos recursos naturais, que são concomitantes ao início do Holoceno, desencadeados por uma intensa dinâmica socioespacial, sobretudo, quando se considera a variabilidade geográfica desses eventos e das evidências arqueambientais a eles associados. A distribuição espacial de indicadores da ação humana sugere a presença de grupos de pessoas em boa parte dos domínios naturais, nos quais se percebe a existência de densos e de duradouros fatores de caráter antrópico.

A espacialização de evidências antropogênicas possibilitou estabelecer recortes temporais, considerando padrões e/ou indicadores de uso dos recursos naturais materializados

em paisagens dos sistemas naturais da Amazônia brasileira. Os períodos considerados constituem amplo espectro temporal, considerando os eventos socioespaciais, produzidos ao longo da trajetória do ser humano na Amazônia, em particular, quanto a sua relação com a natureza, caracterizando-se como eventos decisivos no estabelecimento e/ou na mudança profunda da organização socioprodutiva de grupos humanos, que se adaptaram e que evoluíram como sociedades, ao longo do Holoceno.

As evidências antropogênicas apresentam uma estreita relação com as condicionantes do meio que as circundam, no entanto, ambas acabam se retroalimentando, seja através da evolução natural da biodiversidade, seja através da diversificação de paisagens antropogênicas, impulsionadas pela forma, com que o ser humano vem manejando os recursos naturais. Nesse sentido, o conjunto de eventos socioespaciais impostos e condicionados pelos domínios naturais amazônicos demonstrou refletir o mosaico de fatores físico-humanos, através das ações de sistemas humanos e das respostas dos sistemas naturais.

A investigação, em busca de vestígios de ações do ser humano sobre o meio ambiente amazônico, demonstrou robusta presença de evidências antropogênicas na Amazônia holocênica. Esta constatação foi subsidiada por conjuntos de dados e de informações, relacionadas a sítios/artefatos arqueológicos, bem como por pesquisas de natureza arqueológica. Tais evidências sugerem que a expansão e a evolução sociocultural de sociedades amazônicas estão diretamente relacionadas aos aspectos e à diversidade dos domínios naturais amazônicos, bem como à capacidade do ser humano de interagir, de se adaptar e, muitas vezes, de superar as adversidades impostas pelas condições biofísicas.

A retrospectiva acerca de eventos e de vestígios da chegada, da expansão e da adaptação humana aos domínios naturais da Amazônia brasileira possibilitou levantar e sistematizar uma gama de indícios, associados a sua relação com as paisagens regionais, o que auxiliou na conjecturação e na qualificação dos eventos socioespaciais. O mosaico de evidências antro-holocênicas, associado aos aspectos biofísicos dos DNAB, aos artefatos/tipologias de uso da terra e às técnicas produtivas, demonstram a ampla variabilidade têmporo-espacial do processo de ocupação e da evolução das relações do ser humano com os recursos naturais da Amazônia.

No início do processo de povoamento da região, evidências já apontam para uma atividade antrópica significativa, corroborada por uma quantidade expressiva de sítios arqueológicos, principalmente, em domínios naturais mais elevados. Outro aspecto importante diz respeito à forma, pela qual os primeiros grupos humanos (caçadores-coletores) se relacionavam entre si e com o espaço, constituindo-se como grupos nômades, sujeitos a

longos e constantes deslocamentos. Com o passar dos tempos, tais grupos foram se familiarizando com as particularidades naturais da região e compreendendo as dinâmicas de seus ecossistemas, tendo, como consequência, a priorização e/ou a seleção de espécies vegetais e animais, que apresentavam maior potencial utilitário ao seu sustento.

De acordo com dados arqueológicos, o povoamento inicial da Amazônia provavelmente ocorreu por reiterados grupos paleoindígenas, aparentemente avançando Amazônia adentro, através de ambientes mais elevados e detentores de uma cobertura vegetal menos densa. Tais sítios denunciam um processo ocupacional dos interflúvios, situados em planaltos e em depressões cratônicas (porções Norte e Sul), geralmente, circundantes a rios, que perpassam tais domínios, em direção à calha do rio Amazonas.

Entre as prováveis rotas de ocupação inicial da Amazônia, destacam-se as oriundas da Amazônia setentrional e meridional. A primeira, provavelmente, com origem na porção noroeste da Cordilheira dos Andes, avança, rumo à Amazônia, por duas possíveis rotas: costa atlântica e/ou interflúvios adjacentes ao rio Orinoco. Tais rotas aparentemente corroboram dados sobre a ocupação mais antiga encontrada na Amazônia, situada em um dos interflúvios marginais à Planície Amazônica: a caverna da Pedra Pintada, em Monte Alegre (PA). Além da possibilidade dessa ocupação ter ocorrido, via costa atlântica, através da desembocadura do rio Amazonas, cogita-se a alternativa de que tenha acontecido, via planaltos cristalinos do Norte Amazônico, através de corredores ecológicos, compostos por vegetação de savana (via Guiana-Suriname) ou por via fluvial, pelo rio Branco, por sua conexão com os rios Orinoco, Casiquiare e Negro. A segunda rota é constituída, provavelmente, por três portas de entrada: pela porção Sul dos Andes, adentrando na Amazônia, através de interflúvios adjacentes a rios da porção sudoeste e de tributários do rio Madeira (ex.: Madre de Dios, Beni, Mamoré); pelos rios Araguaia e Tocantins, provavelmente, oriunda de grupos paleoindígenas, advindos da costa atlântica do nordeste brasileiro; e pelo centro-Oeste brasileiro, através dos rios Jamanxim, Teles Pires e Tapajós.

Tais indícios sugerem várias rotas de povoamento na Amazônia, advindas de áreas diversas e longínquas, no entanto todas apresentam estreita relação com a vocação natural da região — uma densa e diversificada bacia hidrográfica. A dinâmica do processo de ocupação, nesta fase, foi marcada por uma modesta diversidade socioespacial, em razão do povoamento disperso e da reduzida concentração populacional. Por outro lado, evidências apontam para um processo ocupacional fundamental e decisivo para a eclosão de novos eventos socioespaciais e para a evolução constante da relação destes grupos com as particularidades ecológicas da região.

A evolução sociocultural de grupos caçadores-coletores permitiu a consolidação de ocupações anteriores e a expansão, na Amazônia, para uma nova fase socioprodutiva no Holoceno Médio (7.500 anos AP - 4.000 anos AP): Arcaica. Esta fase é caracterizada por desenvolvimento e aperfeiçoamento moderados, principalmente, da estrutura produtiva, com destaque para o manejo/seleção de espécies florestais (horticultura), para o início da indústria cerâmica e para a incorporação da pesca como base alimentar de alguns grupos sociais (ex.: Planície Amazônica) e como atividade complementar de outros (ex.: interflúvios cristalinos).

Na fase Arcaica, mesmo que timidamente, o povoamento amazônico iniciou uma nova organização socioprodutiva, pautada nos aspectos e nas condições ecológicas locais, impulsionando a formação de grupos sociais mais adaptados às condições da floresta nativa, rumo a uma complexificação gradativa e mais duradoura. Nesta fase, a dinâmica socioespacial foi marcada por processos ocupacionais discretos, como no Oeste (estado de Roraima) e no extremo Leste (depressões e planaltos dos rios Xingu e Tocantins) dos domínios cratônicos Sul-amazônicos, bem como pela eclosão e pela expansão moderada de novos eventos socioespaciais, principalmente, na faixa transicional entre os domínios cristalinos e os sedimentares. Nesse contexto, vale destacar, também, a expansão de ocupações sobre alguns tabuleiros das depressões sedimentares do extremo oriente (MA-PA) e do entorno do baixo rio Amazonas, além do início do processo ocupacional da porção oriental da Ilha de Marajó.

A evolução gradativa e contínua do ser humano, enquanto grupo de indivíduos com baixo nível de complexidade sócio-organizacional, ao longo dos milênios, antecedeu e condicionou o surgimento de grupos sociais e/ou de sociedades com maiores níveis de complexidade organizacional e produtiva, culminando na última fase do período Pré-Colonial — a fase Formativa.

Nesse contexto, ocorreu expansão expressiva na Planície Litorânea (ex.: Ilha de Marajó e costa do estado do Amapá), consolidação de ocupações anteriores e ocupação acentuada da Planície Aluvial-Terracial (ex.: baixo e médio rio Amazonas e tributários), bem como a significativa ampliação de movimentações no alto curso dos tributários do Amazonas, ao Sul da Planície, em Terrenos Cristalinos. Também foi detectada uma expansão acentuada da ocupação no Sul do estado do Amapá, na Baía de Caxiuana e na Amazônia central, um avanço moderado no entorno do médio rio Amazonas e dos seus tributários, como o baixo rio Madeira, bem como nos interflúvios das Depressões Marginais Fitoplúvias Norte (ex.: rios Negro e Branco) e na porção ocidental das Depressões Marginais Fitotransicionais Sul (ex.: rios Tapajós e Madeira). Por outro lado, a expansão ocupacional sobre os domínios dos

Planaltos e dos Relevos Montanos se mostrou aparentemente ínfima ou inexistente, frente às ocupações anteriores, e também foi pouco significativa na fase Formativa.

Por outro lado, o período Colonial desencadeou séries de conflitos e de alterações socioespaciais, em razão da imposição forçada de aspectos socioculturais profundamente divergentes daqueles vigentes. A chegada dos colonizadores europeus constitui a reestruturação da dinâmica socioespacial na região, fato que resultou na simplificação dos aspectos sociais, culturais, técnico-produtivos e, particularmente, na relação do ser humano com a natureza, estabelecendo um cenário socioprodutivo menos heterogêneo — fase da Descomplexificação.

Nesse contexto, a expansão que se processa ocorre predominantemente sobre as planícies e sobre os interflúvios adjacentes, limitando-se à região das depressões sedimentares. Nesse sentido, consideraram-se, como áreas com prováveis evidências antropogênicas, as planícies e os interflúvios adjacentes ao rio Amazonas e aos seus tributários, de acordo com a localização de missões e de demais localidades (vilas, núcleos), uma vez que estas eram responsáveis pela coleta e pelo envio dos produtos florestais à capital. Nesse sentido, a delimitação da área de abrangência da atividade extrativista das Drogas do Sertão ficou restrita às planícies e às depressões sedimentares, uma vez que a distribuição espacial destas especiarias ocorria em abundância sobre os domínios naturais supracitados.

A expansão do Mercantilismo, nos séculos XVI e XVII, e a Revolução Industrial, no século XVIII, representaram a consolidação de uma economia progressivamente globalizante, em que as demandas dos mercados nacionais e internacionais reestruturaram as relações sociais e reformularam os agentes produtores do espaço, a funcionalidade regional, frente às necessidades capitalistas, e, principalmente, as relações entre as entidades financeiras e os recursos naturais.

A substituição do império mercantilista (primeiro ciclo do sistema capitalista) pelo capitalismo industrial representa o declínio dos territórios coloniais e a eclosão de territórios "independentes" — Estado-Nação. No Brasil, especificamente, na Amazônia, que acontece na primeira metade do século XIX, quando o período Colonial é substituído por um novo momento histórico, particularmente, definido como período Pós-Colonial.

O advento do período Pós-Colonial inaugura uma nova fase na Amazônia: a Diversificação. Nesta fase, o povoamento amazônico se intensifica de maneiras diversa e ampla, alcançando significativamente a maior parte dos domínios naturais, como as planícies amazônicas, as depressões sedimentares e as Depressões Cristalinas, consolidando antigas

ocupações, potencializando eventos socioespaciais mais contemporâneos e inaugurando processos ocupacionais atuais.

Esta fase é marcada pelo "desenvolvimento" e pela reestruturação acentuada da organização socioprodutiva das populações remanescentes de fases anteriores, bem como pela inserção de atores e de atividades cada vez mais técnico-científicas. Nesse contexto, a Amazônia passa a vivenciar sua maior experiência acerca das pressões antropogênicas, em que boa parte dos domínios naturais passa a ser protagonista dos impactos humanos.

O surgimento e a distribuição destas evidências apresentaram estreita relação com as condições biofísicas dos domínios naturais e com o contexto socioprodutivo vigente em cada momento histórico. A análise da dinâmica de eventos socioespaciais demonstrou que o ser humano sempre estabeleceu relações com a natureza, mediante suas capacidades organizacional e produtiva; esta, condicionada pela tecnologia disponível. Conforme os grupos humanos foram interagindo com a natureza amazônica, foram alcançando patamares mais altos de conhecimento e de domínio sobre seus recursos, potencializando gradativamente a criação de condições facilitadoras ao adensamento populacional e à estabilização socioprodutiva. Esta evolução gradativa e contínua imprimiu à região um cenário de estabilidade sócio-organizacional e uma diversidade produtiva significativa, até o período Colonial.

A partir do período Colonial, as sociedades e os recursos naturais amazônicos foram expostos a domínios externos e, desde então, a região passou a vivenciar variados ciclos econômicos, com a incorporação de diversos agentes produtores do espaço, e um mosaico de paisagens cada vez mais fragmentado e diverso, principalmente, a partir do início da segunda metade do século XX, quando modelos econômicos insustentáveis e com elevada ameaça potencial aos domínios naturais foram implantados na Amazônia, desencadeando alterações significativas em processos e em estruturas ecológicas.

A dinâmica dos processos de ocupação na Amazônia brasileira atribuiu à região um diversificado conjunto de macrossistemas humanos, herdados e processados, mais recentemente, os quais coexistem e sugerem que seus domínios naturais apresentam um nível significativo de antropogenização, representado por uma extensão territorial de aproximadamente 70% (Figura 5.6). Este nível de antropogenização provavelmente apresenta um percentual maior, por considerar a existência de lacunas acerca de evidências antropogênicas mais remotas, as quais vão sendo desvendadas, conforme as pesquisas arqueológicas avançam.

O mosaico de evidências antropogênicas e os processos de ocupação perpetrados na Amazônia brasileira, ao longo do Holoceno, desencadearam o surgimento de conjuntos de objetos e de fenômenos artificiais de acentuada amplitude têmporo-espacial e de aspectos físico-processuais duradouros. Esta gama de evidências, associada à capacidade de perduração e à intencionalidade de continuidade do ser humano no processo de apropriação dos recursos naturais da região, forjou uma natureza humanizada, representada por domínios naturais antropogenizados.

A estimativa da antropogenização dos DNAB, a partir da análise geoambiental, foi de grande contribuição, pois possibilitou confrontar os domínios naturais com os macrossistemas humanos, a partir da setorização de unidades espaciais, com base na semelhança de seus aspectos biofísicos e antropogênicos — sistemas ambientais. Os sistemas ambientais representaram a coexistência de densas paisagens híbridas, imprimindo aos ambientes uma morfologia e/ou uma dinâmica condicionadas pelo grau de antropogenização das suas paisagens de inserção.

A coexistência de sistemas naturais e humanos se mostra consideravelmente persistente e diversa, ao longo do Holoceno. Tal afirmação se baseia no conjunto de evidências materializadas nas mais diversas paisagens da região, fruto de um longo processo de ocupação e de fatores emergentes, carregados de particularidades e de semelhanças socioespaciais, entretanto, evoluindo progressivamente para o engendramento de paisagens e de processos cada vez mais complexos e heterogêneos, os quais serão melhor compreendidas, mediante a correlação, a categorização, a compartimentação e a sintetização de fatores e de atributos semelhantes e correspondentes, têmporo-espacialmente, como a definição de sistemas ambientais.

A definição de sistemas ambientais se mostrou bastante eficaz, pois permitiu a percepção panorâmica dos macrossistemas humanos e de seus respectivos sistemas naturais, o que subsidiou satisfatoriamente a análise da variabilidade de evidências antropogênicas no contexto de cada domínio natural. Além da dinâmica espacial das tipologias de uso dos recursos naturais, foi possível estabelecer uma conectividade entre tais evidências e seus contextos no espectro temporal holocênico, facilitando a investigação da evolução humana na Amazônia brasileira, o que possibilitou a periodização, a mensuração e a montagem de narrativas acerca do condicionamento de determinadas evidências antrópicas e de seus respectivos sistemas naturais.

Outra contribuição importante dos sistemas ambientais foi a constituição de uma análise das variáveis e dos parâmetros adotados para verificar a capacidade de suporte/vulnerabilidade do meio ambiente, bem como a ameaça potencial sobre a estrutura ecológica, representada pela agressividade e/ou pela capacidade transformadora dos macrossistemas humanos. Tais aspectos

só puderam ser avaliados, em razão da conectividade têmporo-espacial entre os fatores naturais e humanos, essenciais na análise da antropogenização dos DNAB.

A estimativa do grau de antropogenização, inicialmente atribuída aos sistemas ambientais e, posteriormente, ponderadas no contexto dos domínios naturais, demonstrou a prevalência de uma antropogenização moderada na Amazônia brasileira, entretanto com significativas tendências a uma alta antropogenização em três domínios. Tal aspecto sugere que, apesar de o conjunto de evidências antropogênicas detectadas ultrapassar quase 50% da área total dos DNAB, considerando suas sobreposições, ao longo do Holoceno, alguns sistemas naturais, ou parte deles, foram priorizados pelos processos de ocupação e de uso dos recursos, como as Depressões Cristalinas da porção Sul-amazônica, as depressões sedimentares dos Tabuleiros e as planícies amazônicas (sistemas ambientais costeiro e flúvio-continental).

Esta estimativa é muito interessante, pois nos leva a sugerir que a pressão antropogênica sobre os ecossistemas amazônicos é muito elevada, o que poderia justificar o avanço da degradação ecológica em algumas áreas, como a da porção central (entre o baixo e o médio cursos do rio Amazonas), a da porção da faixa Sul, em que estão situados os sistemas naturais das Depressões Marginais Fitotransicionais, e no nordeste paraense.

Coincidência ou não, estas áreas constituem algumas das mais antigas ocupações na Amazônia, o que poderia explicar a degradação do solo e a expansão de espécies vegetacionais invasoras, como as da savana, por exemplo, ou, ainda, a intensificação do aumento da agressividade climática, a qual também apresenta fortes indícios antropogênicos. Estes sistemas ambientais se mostraram mais proeminentes na análise da antropogenização, o que pode ser explicado pelo longo período de reiteradas ocupações nas épocas Pré e Pós-Coloniais, provavelmente, em razão do posicionamento geográfico (cortados por recursos hídricos condutores da expansão humana na região), da moderada capacidade de suporte ecológica e do manejo e incremento de condições favoráveis à ocupação e ao adensamento populacionais (aprimoramento sociocultural e domesticação ecológica).

As evidências antropogênicas, materializadas nas paisagens dos domínios amazônicos, demonstram amplas, variadas e intensas intervenções sobre os recursos naturais. À medida que as pesquisas arqueobotânicas avançam, em direção ao passado remotamente profundo, novos indícios da ação humana são descobertos, contribuindo para o preenchimento gradativo das lacunas. Nesse sentido, tal fato pode sugerir que o volume de indicadores antropogênicos levantados nesta pesquisa tem boa probabilidade de estar subestimado, o que representaria uma pressão antrópica aquém da realidade antropogênica vivenciada pelos DNAB.

Com relação à perspectiva do Antropoceno, a retrospectiva e a análise da dinâmica e da densidade de eventos e de evidências da antropogenização da natureza constituiu uma abordagem imprescindível à identificação e à proposição de paisagens ou fenômenos que possam ser associados a princípios do Antropoceno. O levantamento, a espacialização e a quantificação destas evidências, no contexto dos DNAB, possibilitaram identificar um conjunto de indicadores com aspectos profundamente humanizados, credenciando-os à proposição de paisagens antropocênicas. No entanto, deve-se ressaltar que a caracterização de paisagens associáveis ao Antropoceno vai além do entendimento de aspectos morfológicos de dimensões pontuais, englobando vários aspectos igualmente importantes, como a densidade, o tempo e a variabilidade das evidências, nos âmbitos macrorregional e/ou regional.

Nesse sentido, as evidências antropogênicas materializadas nos domínios amazônicos apresentam elevados potenciais de transformação e de durabilidade ecológicas, o que demonstra uma forte conectividade com preceitos do Antropoceno. Por outro lado, dependendo dos princípios técnicos e conceituais a serem considerados na proposição de paisagens antropocênicas ou da definição de um marco temporal para o início do Antropoceno na Amazônia, as respostas e as sugestões podem variar consideravelmente, uma vez que várias são as proposições de indicadores antropogênicos e de "picos de ouro" para definir uma provável transição do Holoceno para o Antropoceno.

Desde o período histórico Pré-Colonial, os efeitos da seleção de espécies ecológicas resultaram na rápida disseminação de grupos de plantas domesticadas na Amazônia (ex.: milho, arroz, mandioca, cacau, castanha, etc.), criando um horizonte botânico regional incontestável e globalmente potencial de marcadores do Antropoceno, dependendo da disponibilidade conjunta e mais ampla destas evidências. Se considerarmos que os efeitos da exploração dos recursos naturais se tornaram ainda mais amplos e intensos nos demais períodos históricos que se seguiram (ex.: Colonial e Pós-Colonial), a junção e a disseminação das evidências antropogênicas, já materializadas nas paisagens amazônicas, com as mais contemporâneas e em processo de consolidação tendem a reforçar e, até mesmo, a consolidar a questão da ocorrência do Antropoceno na Amazônia.

A dinâmica socioespacial nos DNAB demonstra uma expressiva evolução humana na região amazônica, representada, inicialmente, por caçadores-coletores, depois, por agricultores domésticos, seguidos por extrativistas mercantis, por agropecuaristas, por extrativistas minerais e, mais recentemente, por agentes do agronegócio. Tal evolução socioprodutiva foi condicionada por aspectos biofísicos da região, associada à capacidade dos grupos humanos em moldar e em potencializar ecossistemas para a sua sustentação. Percebe-

se a estreita relação entre o aumento populacional e a antropogenização dos DNAB, principalmente, durante os dois milênios que antecedem aos períodos Colonial e Pós-Colonial; neste, com destaque para as fases dos grandes projetos na região (ex.: agropecuária e mineral). Para tanto, tais eventos produziram e acumularam uma complexa e heterogênea gama de evidências e de paisagens antropogênicas, impulsionadas pelo aumento populacional e pelos processos de ocupação e as fases econômicas, as quais controlam a demanda e o uso de recursos naturais. No entanto, apesar da elevada quantidade de evidências e de paisagens antropogênicas, ainda persistem consideráveis discrepâncias socioeconômicas e dispersões populacionais na Amazônia brasileira, principalmente, entre os eixos Norte-Sul (domínios cristalinos Norte e Sul) e os eixos Leste-Oeste (domínios sedimentares oriental e ocidental).

A realização de estudos na perspectiva do Antropoceno tem se mostrado bem diversificada, seja nas áreas de ciências humanas, seja nas geociências. Entretanto, boa parte destas pesquisas tem enveredado por caminhos tangenciais ou, mesmo, intangíveis ao preceito geológico da estratigrafia, em razão, justamente, da complexidade de estabelecer marcos temporais para eventos diacrônicos.

Entre as possibilidades de investigação, na perspectiva antropocênica, destaca-se a ligada à dinâmica socioespacial de eventos antropogênicos, por considerar que, antes de qualquer preceito, imputado ao Antropoceno, existe um que é mais proeminente: o das ações humanas e de seus impactos sobre o meio ambiente.

Nesse sentido, esta pesquisa teve, como fio condutor de sua abordagem, a busca pela origem e pela extensão de evidências antropogênicas na Amazônia brasileira holocênica, através da identificação e da análise da dinâmica de eventos impulsionadores de alterações ecológicas, vislumbrando um melhor entendimento dos impactos das ações humanas sobre paisagens e/ou sobre ecossistemas, no âmbito dos DNAB.

Os conjuntos de dados e de evidências antropogênicas identificados e analisados, ao longo deste estudo, sugere que vestígios humanos povoam a Amazônia brasileira, desde o Holoceno inicial, conforme denunciados por densos, embora ainda subestimados, artefatos arqueológicos e por indicadores ecológicos já registrados em boa parte da região. Tais indícios apontam, com boa margem de segurança, para o fato de que os ecossistemas amazônicos foram substancialmente alterados por grupos humanos Pré-Coloniais, principalmente, a partir do final da fase Arcaica, quando uma cultura tipicamente amazônica começa a ser forjada, em que seu processo de consolidação será alcançado com o florescer da fase Formativa.

A pesquisa permitiu concluir que o legado já deixado pelo ser humano na Amazônia brasileira e, ao que tudo indica, que continuará deixando, produziu marcas profundas na estrutura ecológica das paisagens dos DNAB, com evidências potencialmente duradouras, como formações de solos e de relevos antropogênicos, introdução de espécies florestais domesticadas e construção de estruturas urbanas, de megaestruturas de engenharia e de indústria, entre outras, as quais se avolumam, progressivamente. Como mencionado, atualmente, mais da metade dos DNAB apresentam algum tipo negativo de impacto humano, principalmente, aqueles associados à agropecuária e à mineração. Estas atividades estão se expandindo rapidamente, descaracterizando paisagens e/ou estruturas ecológicas, e, provavelmente, contribuindo para o aumento da agressividade climática regional, somando-se às paisagens historicamente já moldadas por fatores antropogênicos (ex.: nordeste paraense, baixo e médio cursos do rio Amazonas, interflúvios das depressões cristalinas da porção Sul-amazônica, baixo, médio e alto rio Tapajós, médio e alto rio Madeira, rio Negro, rio Branco, rio Solimões, entre outras áreas).

Tais indicadores sugerem que as potencialidades e/ou as limitações ecológicas dos domínios naturais amazônicos tiveram e ainda têm importante influência na dinâmica de processos ocupacionais da Amazônia, principalmente, nas primeiras fases socioprodutivas. Por outro lado, percebe-se, também, que, conforme o ser humano vai se adaptando aos ecossistemas amazônicos e evoluindo, social e tecnicamente, consegue alcançar maior capacidade de intervenção no meio ambiente e, muitas vezes, transpor barreiras naturais que, antes, mostravam-se intransponíveis, imprimindo aos DNAB evidências progressivamente marcantes e duradouras.

A configuração atual da ocupação humana na região é fruto de um conjunto de eventos socioespaciais, processado ao longo do Holoceno, munido de uma amplitude regional, que perpassa paisagens e dinâmicas socioespaciais variadas. Tais dinâmicas demonstram uma evolução ambiental não linear, ora condicionada pela limitação ecológica, no âmbito dos domínios naturais, ora pela capacidade técnico-produtiva de cada contexto temporal.

Diante do conjunto de evidências e dos eventos ambientais levantados, bem como considerando os preceitos, a complexidade e as possibilidades que orbitam o Antropoceno, vale destacar que, tão importante quanto os marcadores geológicos, é a capacidade do ser humano de transformar sistemas naturais em sistemas humanizados, desencadeando estruturas e/ou paisagens antropogênicas duradouras. Nessa perspectiva, conclui-se que o Antropoceno, enquanto categoria centrada na concepção antropogênica, está presente na Amazônia há pelos

menos 4.000 anos, quando boa parte de seus domínios naturais já era ocupado por grupos e/ou por sociedades humanas, principalmente, as áreas circundantes aos principais rios da região.

No entanto, caso a busca por preceitos do Antropoceno na Amazônia esteja atrelada a parâmetros globais, torna-se razoável propor que o marco temporal do Antropoceno na Amazônia brasileira possa ser associado aos eventos socioespaciais do início da segunda metade do século XX, quando a economia mundial passa a se globalizar, progressivamente. Nesse contexto, os efeitos ambientais ganham proporções antropogênicas significativas sobre a grande maior parte dos domínios naturais planetários, como os da Amazônia brasileira, em que grandes empreendimentos agropecuários e mineralógicos irão desencadear intensas e amplas alterações ecológicas, alimentando e se retroalimentando das transformações climáticas e dos demais sistemas naturais antropogênicos, tanto em nível regional quanto em escala global.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. Bases para o estudo dos ecossistemas da Amazônia brasileira. **Estudos Avançados**, v. 16, n. 45, p. 7-30, 2002.
- AB'SABER, A. Conhecimentos sobre as flutuações climáticas ao Quaternário no Brasil. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 1, p. 24-30, 1958.
- AB'SABER, A. Domínios morfoclimáticos e províncias fitogeográficas no Brasil. **Orientação**, São Paulo, v. 3, p. 45-48, 1967.
- AB'SABER, A. Espaços Ocupados pela Expansão dos Climas Secos na América do Sul, por Ocasão dos Períodos Glaciais Quaternários. **Paleoclimas**, v. 3, p. 1-17, 1977.
- AB'SABER, A. O domínio morfoclimático amazônico. **Geomorfologia**, São Paulo, v. 1, p. 1-12, 1966.
- AB'SABER, A. **Os domínios de natureza no Brasil**: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 159 p.
- AB'SABER, A. Os mecanismos da desintegração das paisagens tropicais no Pleistoceno: Efeitos paleoclimáticos do período Wurm-Wisconsin no Brasil. **Inter-Facies**, São José do Rio Preto, v. 4, p. 1-19, 1979.
- AB'SABER, A. Participação das depressões e superfícies aplainadas na compartimentação do Planalto Brasileiro. **Geomorfologia**, São Paulo, IGEO - USP, v. 28, 1972.
- AB'SABER, A. Paleoclima e paleoecologia da Amazônia brasileira. *In*: AB'SABER, A. **Amazônia**: do discurso à práxis. 2. ed. São Paulo: EDUSP, 2004. p. 49-66.
- AB'SABER, A. Zoneamento fisiográfico e ecológico do espaço total da Amazônia Brasileira. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, 2010.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Sistema Nacional de informações sobre Recursos Hídricos. **Disponibilidade hídrica superficial. Águas subterrâneas e sistemas aquíferos do Brasil**. 2016. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/snirh/snirh-1/acesso-tematico/quantidade-de-agua>. Acesso em: 08 ago. 2019.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Hidroweb – Sistema de informações hidrológicas**. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br>. Acesso em: 10 maio 2018.
- AMORIM, R. Um novo olhar na Geografia para os conceitos e aplicações de geossistemas, sistemas antrópicos e sistemas ambientais. **Caminhos de Geografia**, v. 13, n. 41, p. 80-101, 2012.
- ARAÚJO, A. A variabilidade cultural no período paleoíndio no Brasil (11.000 - 8.000 AP): algumas hipóteses. **Revista do CEPA**, v. 39, n. 28, p. 111-130, 2004.

ARAÚJO, R. A Urbanização da Amazônia e do Mato Grosso no século XVIII Povoações civis, decorosas e úteis para o bem comum da coroa e do povo. **Anais do Museu Paulista**, São Paulo, v. 1, n. 20, p. 41-76, jan./jun. 2012.

ARROYO-KALIN, M. Human Niche Construction and Population Growth in Pre-Columbian Amazonia. **Archaeology International**, v. 20, p. 122-136. DOI: <https://doi.org/10.5334/ai-367>.

AYOADE, J. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 332 p.

AZEVEDO, A. O planalto brasileiro e o problema da classificação e suas formas e relevos. **Boletim Paulista de Geografia**, v. 2, p. 43-53, 1949.

BALÉE, W. **Cultural forests of the Amazon: a historical Ecology of people and their landscapes**. Tuscaloosa: University of Alabama Press, 2013. 248 p.

BANDEIRA, A. Por uma história indígena de longa duração: cronologia das ocupações humanas pré-coloniais na Ilha de São Luís – MA. **Outros Tempos**, v. 25, n. 15, p. 24-50. 2018. ISSN 1808-8031.

BASHFORD, A. The Anthropocene in modern history: reflections on climate change and Australian deep time. **Australian Historical Studies**, v. 44, p. 341-349, 2013.

BECKER, B. Novas territorialidades na Amazônia: desafio às políticas públicas. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Hum.**, Belém, v. 5, n. 1, p. 17-23, jan./abr. 2010.

BENITO-GARZÓN, M.; LEADLEY, P.; FERNÁNDEZ-MANJARRÉS, J. Assessing global biome exposure to climate change through the Holocene–Anthropocene transition. **Global Ecology and Biogeography**, v. 2, n. 23, p. 124-258, 2013.

BERTALANFFY, L. **Teoria geral dos sistemas**. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 1977. 321 p.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia física global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**, IGEO-USP, v. 13, 1972.

BIZZI, L.; SCHOBENHAUS, C.; GONÇALVES, J.; BAARS, F.; DELGADO, I.; ABRAM, M.; LEÃO NETO, R.; MATOS, G.; SANTOS, J. **Geologia e Recursos Minerais da Amazônia Brasileira: Sistema de Informações Geográficas - SIG**. Brasília: CPRM, 2002.

BOLÓS, M. Problemática actual de los estudios de paisaje integrado. **Revista de Geografia**, Barcelona, v. XV, n. 1-2, p. 45-68, 1981.

BROWN, A.; TOOTH, S.; CHIVERRELL, R.; ROSE, J. THOMAS, D.; WAINWRIGHT, J. The Anthropocene: is there a geomorphological case? **Earth Surface Processes Landforms**, v. 38, p. 331-434, 2013.

BUENO, L. A Amazônia brasileira no holoceno inicial: tecnologia lítica, cronologia e processos de ocupação. *In*: PEREIRA, E.; GUAPINDAIA, V. (Org.). **Arqueologia Amazônica**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2010. p. 37-52.

BUENO, L.; DIAS, A. Povoamento inicial da América do Sul: contribuições do contexto brasileiro. **Estudos Avançados**, v. 83, p. 29, 2015.

BUSH, M.; SILMAN, M.; TOLEDO, M.; LISTOPAD, C.; GOSLING, W.; WILLIAMS, C.; OLIVEIRA, P.; KRISSEL, C. Holocene fire and occupation in Amazonia: records from two lake districts. **The Royal Society**, v. 362, p. 209-218, 2007.

CALLAI, H. Estudar o lugar para compreender o mundo. *In.*: CASTROGIOVANNI, A. (Org). **Ensino de Geografia: Práticas e textualizações no cotidiano**. Porto Alegre: Mediação, 2002. p. 83-134.

CASTREE, N. The Anthropocene and Geography I: The back story. **Geography Compass**, v. 8, n. 7, p. 436-449, 2014.

CASTRO, E.; CAMPOS, I. Formação Socioeconômica da Amazônia. *In.*: CASTRO, E.; CAMPOS, I. (Org.). **Formação sócio-econômica da Amazônia**. Belém: NAEA, 2015. p. 15-36.

CASTRO, E.; RODRIGUES, J.; HAZEU, M.; ALONSO, S. Mega projetos e novos territórios do capital: infraestrutura de transporte e portuária na Amazônia. *In.*: CASTRO, E.; FIGUEIREDO, S. (Org.). **Sociedade, Campo Social e Espaço Público**. Belém: NAEA, 2014. p. 14-42.

CASTRO, I. Escala e pesquisa na Geografia. Problema ou solução? **Espaço Aberto**, PPGG - UFRJ, v. 4, n. 1, p. 87-100, 2014.

CERTINI, G.; SCALENGHE, R. Anthropogenic soils are the golden spikes for the Anthropocene. **SAGE: The Holocene**, v. 21, n. 8, p. 1-7, 2011.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de Sistemas em Geografia**. São Paulo: Hucitec-Edusp, 1979. 106 p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgar Blucher, 1999. 236 p.

CLEMENT, C.; CRISTO- ARAÚJO, M.; D'EECKENBRUGGE, G.; PEREIRA, A.; PICANÇO- RODRIGUES, D. Origin and domestication of native Amazonian crops. **Diversity**, v. 2, p. 72-106, 2010.

CLEMENT, C.; DENEVAN, W.; HECKENBERGER, M.; JUNQUEIRA, A.; NEVES, E.; TEIXEIRA, W.; WOODS, W. The domestication of Amazonia before European conquest. **Proceedings of Royal Society**, 2015. 282 p.

CORLETT, R. The Anthropocene concept in ecology and conservation. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 30, n. 1, 2015.

COSTA, M.; BEHLING, H.; SUGUIO, K.; KÄMPF, N.; KERN, D. Paisagens Amazônicas sob a ocupação do homem pré-histórico: uma visão geológica. *In*: TEIXEIRA, W.; MADARI, B.; BENTES, V.; KERNE, D.; FALCÃO, N. (ed.). **As Terras Pretas de Índio – Caracterização e Manejo Para Formação de Novas Áreas**. 38. ed. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2009. p. 15-37.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001.

CRUTZEN, P.; STOERMER, E. The Anthropocene. **IGBP Newsletter**, v. 41, p. 2, 2000.

CRUTZEN, P. Geology of Mankind: The Anthropocene. **Nature**, v. 415, p. 23, 2002.

CRUTZEN, P. The Anthropocene: the current human-dominated geological era. **Pontifical Academy of Sciences**, v. 18, p. 199-293, 2006.

CURCIO, G.; LIMA, V.; GIAROLA, N. **Antropossolos**: proposta de ordem (1ª aproximação). Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 49 p.

DA-GLORIA, P. Ocupação inicial das Américas sob uma perspectiva bioarqueológica. **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v. 14, n. 2, p. 429-457, 2019.

DENEVAN, W. The pristine myth: the landscape of the Americas in 1492. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 82, p. 369-385, 1992.

DENEVAN, W. The Native Population of Amazonian 1492 Reconsidered. **Revista de Índias**, v. LXIII, n. 227, p. 175-188, 2003.

DIAS, M. Fundamentos da ocupação da Amazônia Colonial. **Textos & Debates**, Caracas, Universidade Católica Aluís Bello, n. 5, 1998.

DIXON, E. Human colonization of the Americas: timing, technology and process. **Quaternary Science Reviews**, v. 20, p. 277-299, 2001.

DIXON, E. Late Pleistocene colonization of North America from Northeast Asia: New insights from large-scale paleogeographic reconstructions. **Quaternary International**, Elsevier, v. 285, p. 57-67, 2013.

DOWNIE, A.; VAN ZWIETENC, L.; SMERNIK, R.; MORRIS, S.; MUNRO, P. Terra Preta Australis: Reassessing the carbon storage capacity of temperate soils. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 140, p. 137-147, 2011.

ELLIS, E. Anthropogenic Transformation of the Terrestrial Biosphere. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, v. 369, p. 1010-1035, 2011.

ELLIS, E. (Anthropogenic Taxonomies) A Taxonomy of the Human Biosphere. *In*: REED, C.; LISTER, Nina-Marie (Org.). **Projective Ecologies**. Cambridge: University Graduate School of Designer, 2014. p. 168-182.

ELLIS, E. Ecology in an anthropogenic biosphere. **Ecological Monographs**, v. 85, n. 3, p. 287-331, 2015.

ELLIS, E.; ANTILL, E.; KREFT, H. All Is Not Loss: Plant Biodiversity in the Anthropocene. **PLoS ONE**, v. 7, n. 1, p. e30535, 2012.

ELLIS, E.; FULLER, D.; KAPLAN, J.; LUTTERS, W. Dating the Anthropocene: Towards an empirical global history of human transformation of the terrestrial biosphere. **Elementa - Science of the Anthropocene**, v. 1, p. 1-6, 2013.

ELLIS, E.; GOLDEWIJK, K.; SIEBERT, S.; LIGHTMAN, D.; RAMANKUTTY, N. Anthropogenic transformation of the biomes, 1700 to 2000. **Global Ecology and Biogeography**, v. 19, p. 589-606, 2010. Disponível em: <http://ecotope.org/anthromes/v2/data/>. Acesso em: 15 jun. 2017.

ELLIS, E.; HAFF, P. Earth Science in the Anthropocene: New Epoch, New Paradigm, New Responsibilities. **EOS Transactions of the American Geophysical Union**, v. 90, n. 49, p. 473, 2009.

ELLIS, E.; RAMANKUTTY, N. Putting people in the map: anthropogenic biomes of the world. **Front Ecol Environ**, v. 6, n. 8, p. 439-447, 2008.

ERIKSEN, L. **Nature and Culture in Prehistoric Amazonia**: Using G.I.S. to reconstruct ancient ethnogenetic processes from archaeology, linguistics, geography, and ethnohistory. [S. l.]: Lund University. 2011. 376 p.

ERLANDSON, J. Shell middens and other anthropogenic soils as global stratigraphic signatures of the Anthropocene. **Anthropocene**, v. 4, p. 24-32, 2013.

ERLANDSON, J.; BRAJE, T. Archeology and the Anthropocene. **Anthropocene**, p. 1-7, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/>.

FEARNSIDE, P. Clima e Mudanças na Amazônia Brasileira. In: CONFERÊNCIA SOBRE "MUDANÇAS E CLIMA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA", 27-29, 2008, Fundação Heinrich Böll, Berlim, Alemanha. **Anais [...]**. Berlim, 2008. 7 p.

FEARNSIDE, P. Floresta amazônica e clima. In: NUSSENZVEIG, H. (ed.). **O Futuro da Terra**. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 2011. p. 227-247.

FORD, J.; PRICE, S.; COOPER, A.; WATERS, C. An assessment of lithostratigraphy for anthropogenic deposits. In: WATERS, C.; ZALASIEWICZ, J.; WILLIAMS, M.; ELLIS, M.; SNELLING, A. (Orgs.). **A Stratigraphical Basis for the Anthropocene**. 1. ed. Londres: Geological Society, 2014. p. 55-89.

FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO (FUNAI). **Terras Indígenas**. Forma de apresentação: arquivo em formato shapefile. 2018. Disponível em: <http://www.funai.gov.br/index.:php/shape>. Acesso em: 19 set. 2020.

FURTADO, A.; PONTE, F. Mapeamento de unidades de relevo do Estado do Pará. **Revista GeoAmazônia**, v. 2, n. 2, p. 56-67, 2013.

GALE, S.; HOARE, P. The stratigraphic status of the Anthropocene. **Holocene**, v. 22, p. 1491-1494, 2012.

GOCH, Y. O Bioma Amazônico. *In*: PELEJA, J.; MOURA, J. (Org.). **Estudos Integrativos da Amazônia - EIA**. São Paulo: Acquerello, 2012. p. 129-153. (Coleção Diálogos Interdisciplinares, n. 1)

GOMES, P. O conceito de região e sua discussão. *In*: CASTRO, I.; GOMES, P.; CORRÊA, R. **Geografia: conceitos e temas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. p. 49-76.

GOUDIE, A. **The Human Impact on the natural environment: Past, Present and Future**. 7. ed. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2013.

GUERRA, A.; GUERRA, A. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

GUZMÁN, D. A colonização nas Amazônia: guerras, comércio e escravidão nos séculos XVII e XVIII. **Revista Estudos Amazônicos**, v. III, n. 2, p. 103-139, 2008.

HARDEN, C.; CHIN, A.; ENGLISH, M.; FU, R.; GALVIN, K.; GERLAK, A.; McDOWELL, P.; McNAMARA, D.; PETERSON, J.; POFF, N.; ROSA, E.; SOLECKI, W.; WOHL, E. Understanding Human–Landscape Interactions. The “Anthropocene”. **Environmental Management**, v. 51, n. 6, p. 4-13, 2014.

HECKENBERGER, M.; NEVES, E. Amazonian Archaeology. **Reviews in Advance: Annu. Rev. Anthropol.**, v. 38, p. 251-266, 2009.

HINCHLIFFE, S. **Geographies of Nature: Societies, Environments, Ecologies**. 1. ed. London: SAGE Publications, 2007. 225 p.

HOMMA, A. **A imigração japonesa na Amazônia: sua contribuição ao desenvolvimento agrícola**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2016. 255 p.

HOMMA, A. **Extrativismo Vegetal na Amazônia: história, ecologia, economia e domesticação**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2014. 29 p.

HOMMA, A. Extrativismo vegetal ou plantio: qual a opção para a Amazônia? **Estudos Avançados**, v. 26, n. 74, p. 167-186, 2012.

HOMMA, A. Evolução histórica dos macrossistemas de produção na Amazônia. *In*: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 4., SBSP, Belém, 2001. **Anais [...]**. Belém, 2001.

HOMMA, A. **História da Agricultura na Amazônia: da era pré-colombiana ao terceiro milênio**. Brasília: Embrapa Embrian, 2003. 274 p.

HOPKINS, D. Aspects of the Paleogeography of Beringia during the Late Pleistocene. *In*: HOPKINS, D.; MATTHEWS Jr., J.; SCHWEGER, C.; YOUNG, S. (Eds.). **Paleoecology of Beringia**. New York: Academic Press, 1982. p. 3-28.

HOWARD, J. **Anthropogenic Soils**. Cham: Springer, 2017. 231 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Áreas urbanizadas do Brasil**. 2015b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/redes-geograficas/15789-areas-urbanizadas.html>. Acesso em: 12 set. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Base cartográfica contínua do Brasil ao milionésimo – BCIM versão 5**. / Coordenação de Cartografia (CCAR). Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas/15759-brasil.html?=&t=downloads>. Acesso em: 19 maio 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Biomass e Vegetação do Brasil**. 2004a. Disponível em: <https://www2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>. Acesso em: 09 maio 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo 2010: população indígena**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/downloads-estatisticas.html>. Acesso em: 28 set. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico: Série histórica 1950 a 2010**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?=&t=series-historicas>. Acesso em: 17 maio 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: Brasil**, ed. 2017. / Coordenação de Geografia. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Macrocaracterização dos Recursos Naturais do Brasil**: Províncias estruturais, compartimentos de relevo, tipos de solos e regiões fitoecológicas. / Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro, 2019. 179 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico de geomorfologia**. / Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2. ed. Rio de Janeiro, 2009b. 182 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa da Amazônia Legal**. / Diretoria de Geociências (DGC) / Coordenação de Geografia. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. Rio de Janeiro. 2014b. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/mapas_regionais/sociedade_e_economia/amazonia_legal/amazonia_legal_2014.pdf. Acesso em: 09 maio 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa de biomas do Brasil**. Escala 1:5.000.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2004b. Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/biomass2/viewer.htm>. Acesso em: 17 maio 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa de unidades de relevo do Brasil.** / Diretoria de Geociências / Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2006c. Disponível em: https://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm Acesso em: 17 maio 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sistematização das Informações sobre Recursos Naturais: Clima.** / Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. Rio de Janeiro, 2006b. Disponível em: https://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm. Acesso em: 19 maio 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sistematização das Informações sobre Recursos Naturais: Cobertura vegetal e uso da terra.** / Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoesambientais/coberturaeuso_da_terra/uso_atual/mapas/unidades_da_federacao/uso.pdf. Acesso em: 09 maio 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sistematização das Informações sobre Recursos Naturais: Geologia.** / Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: https://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm. Acesso em: 09 maio 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sistematização das Informações sobre Recursos Naturais: Geomorfologia.** / Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. Rio de Janeiro: [IBGE], 2009a. Disponível em: https://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm. Acesso em: 19 maio 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sistematização das Informações sobre Recursos Naturais: Manual Técnico da Vegetação Brasileira.** / Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. Rio de Janeiro. 2012. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>. Acesso em: 19 maio 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sistematização das Informações sobre Recursos Naturais: Potencial de agressividade climática na Amazônia legal.** / Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. Rio de Janeiro, 2014a. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/climatologia/mapas/regional/amazonia_potencial_agressividade_climatica.pdf. Acesso em: 30 maio 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sistematização das Informações sobre Recursos Naturais: Tipologia da Ocupação Territorial.** / Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. Rio de Janeiro, 2006a. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/mapas_regionais/sociedade_e_economia/integrado_zee_amazonia_legal/amazonia_tipologia_da_ocupacao.pdf. Acesso em: 09 maio 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sistematização das Informações sobre Recursos Naturais: Vegetação.** / Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: https://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm. Acesso em: 19 maio 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sistematização das Informações sobre Recursos Naturais: Pedologia.** / Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. Rio de Janeiro, 2015a. Disponível em: https://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm. Acesso em: 19 maio 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA). **Áreas de quilombolas e projetos de assentamento.** Disponível em: <http://acervofundiario.incra.gov.br/acervo/acv.php>. Acesso em: 28 set. 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Atlas Climatológico da Amazônia Legal.** Brasília: INMET, 2001.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa.** Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: 17 ago. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Projeto TerraClass. Mapeamento do uso e cobertura da terra na Amazônia Legal Brasileira.** Brasília: Embrapa; São José dos Campos: INPE, 2014. Disponível em: http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/terraclass2014.php. Acesso em: 09 set. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Coordenação Geral de Observação da Terra. Programa de monitoramento da Amazônia e demais biomas. **Desmatamento – PRODES - Amazônia: 2017.** Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>. Acesso em: 11 set. 2018.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN). **CNSA – Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos.** 2018. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/1701/>. Acesso em: 17 out. 2018.

KÄMPF, N.; KERN, D. O solo como registro da ocupação humana pré-histórica na Amazônia. **Tópicos Em Ciência Do Solo**, v. 4, p. 277-320, 2005.

KAWA, N. **Amazonia in the Anthropocene: people, soils, plants, forests.** Austin: University of Texas Press, 2016.

LEITE, A.; SAMPAIO, P.; BARBOSA, A.; QUISEN, R. **Diretrizes para o resgate e conservação da variabilidade genética de espécies amazônicas I – pau-rosa.** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1999. 43 p.

LAMBIN, E.; GEIST, H. (eds.). **Land-Use and Land-Cover Change: Local Processes and global Impacts.** Berlin: Springer, 2006. 235 p.

LENOBLE, R. **História da ideia de natureza**. 4. ed. Lisboa: Edições 70, 1990. 378 p.

LEVIS, C. *et al.* Persistent effects of pre- Columbian plant domestication on Amazonian forest composition. **Science**, v. 355, p. 925-931, 2017.

LIU, J.; DIETZ, T.; CARPENTER, S.; ALBERTI, M.; FOLKE, C.; MORAN, E.; PELL, A.; DEADMAN, P.; KRATZ, T.; LUBCHENCO, J.; OSTROM, E.; OUYANG, Z.; PROVENCHER, W.; REDMAN, C.; SCHNEIDER, S.; TAYLOR, W. Complexity of Coupled Human and Natural Systems. **Science**, v. 317, n. 5844, p. 1513-1516, 2007a.

LIU, J.; DIETZ, T.; CARPENTER, S.; FOLKE, C.; ALBERTI, M.; REDMAN, C.; SCHNEIDER, S.; OSTROM, E.; PELL, A.; LUBCHENCO, J.; TAYLOR, W.; OUYANG, Z.; DEADMAN, P.; KRATZ, T.; PROVENCHER, W. Coupled Human and Natural Systems. **Ambio**, v. 36, n. 8, p. 639-649, 2007b.

LUI, G.; MOLINA, S. Ocupação humana e transformação das paisagens na Amazônia brasileira. **Amazônica**, v. 1, n. 1, p. 200-228, 2009.

MAGALHÃES, M. A arqueologia da Amazônia pela perspectiva inter-relativa. *In*: MAGALHÃES, M. (Org.). **Amazônia Antropogênica**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2016. p. 95-117.

MAGALHÃES, M. **A Physis da Origem**. Belém: Museu Paraense Emilio Goeldi, 2005. 267 p.

MAGALHÃES, M. Conexões evolucionárias entre cultura e natureza na Amazônia Neotropical. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 5, n. 9, 2009.

MAGALHÃES, M. Evolução Histórica das Antigas Sociedades Amazônicas. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 1, n. 2, p. 97-112, 2006.

MAGALHÃES, M. Mudanças antropogênicas e evolução das paisagens na Amazônia. *In*: TERRA, C. G.; ANDRADE, D. de (Org.). **Coleção Paisagens Culturais**. v. 2. Rio de Janeiro: Escola de Belas Artes; UFRJ; EBA, 2008.

MANN, C. **1491**: novas revelações das Américas antes de Colombo. Tradução de R. Aguiar. Rio de Janeiro: Objetiva, 2005.

MARSH, G. **Man and Nature or Physical Geography**: as modified by human's action. New York: [s. n.], 1864. 560 p.

MARTINEZ, J.; GUYOT, J.; FILIZOLA, N.; SONDAG, F. Increase in suspended sediment discharge of the Amazon River assessed by monitoring network and satellite data. **Elsevier Catena**, Catena, v. 79, p. 257-264, 2009.

MASSOCA, P.; JAKOVAC, A.; BENTOS, T.; WILLIAMSON, G.; MESQUITA, R. Dinâmica e trajetórias da sucessão secundária na Amazônia central. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat.**, Belém, v. 7, n. 3, p. 235-250, set./dez. 2012.

McMICHAEL, C.; PALACE, M.; BUSH, M.; BRASWELL, B.; HAGEN, S. Predicting pre-Columbian anthropogenic soils in Amazonia. **Proc. Royal Society**, v. B 281, p. 20132475, 2014.

MDA FEDERAL. **Landsat GeoCover ETM+ 2000 Edition Mosaics Tile N-03-05**. ETM-EarthSat-MrSID, 1.0, USGS, Sioux Falls, South Dakota, 2004. Disponível em: <http://glcf.umd.edu/data/mosaic/>. Acesso em: 01 jun. 2018.

MENDONÇA, F. **Geografia e meio ambiente**. 1. ed. São Paulo: Contexto, 1993. 80 p.

MENDES, R. A formação geológica da Amazônia: uma visão elementar. *In*: PELEJA, J.; MOURA, J. (Org.). **Estudos Integrativos da Amazônia - EIA**. São Paulo: Acquerello, 2012. p. 57-85. (Coleção Diálogos Interdisciplinares, n. 1)

MIRANDA, E. (Coord.). **Brasil em Relevô**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>. Acesso em: 19 maio 2018.

MIRANDA, E. **Quando o Amazonas corria para o Pacífico: uma história desconhecida da Amazônia**. Petrópolis: Vozes, 2007.

MITTERMEIER, R.; MITTERMEIER, C.; BROOKS, T.; PILGRIM, J.; KONSTANT, W.; FONSECA, G.; KORMOS, C. Wilderness and biodiversity conservation. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.A**, v. 100, p. 10309-10313, 2003.

MONTEIRO, C. Derivações antropogênicas dos sistemas terrestres no Brasil e alterações climáticas. **Revista Ra'eGa**, v. 5, p. 197-226, 2001.

MOREIRA, A. Relevô. *In*: **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geografia do Brasil. Região Norte**. Vol. 1. Rio de Janeiro: SERGRAF-IBGE, 1977. 466 p.

MORENO-MAYAR, J. *et al.* Early human dispersals within the Americas. **Science**, v. 362, p. 1128, 2018.

MOULIN, M.; ASLANIAN, D.; UNTERNEHR, P. A new starting point for the South and Equatorial Atlantic Ocean. **Earth-Science Reviews**, v. 98, p. 1-37, 2010.

NASCIMENTO, F.; SAMPAIO, J. Geografia física, geossistemas e estudos integrados da paisagem. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, v. 6-7, n. 1, p. 167-179, 2004.

NASCIMENTO, F. **Degradação ambiental e desertificação no nordeste brasileiro: o contexto da bacia hidrográfica do rio Acaraú - Ceará**. 2006. 340f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006.

NEVES, B. América do Sul: quatro fusões, quatro fissões e o processo acrescionário andino. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 29, n. 3, p. 379-392, 1999.

NEVES, E. **Arqueologia da Amazônia**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2006.

NEVES, W.; HUBBE, M. Luzia e a saga dos primeiros americanos. **Revista Scientific American Brasil**, ano 2, n. 15, p. 24-31, 2003.

NIMUENDAJU, C. **Mapa Etno-Histórico (1944)**. Rio de Janeiro: IBGE, 1981.

NOBRE, C.; SELLERS, P.; SHUKLA, J. Amazonian deforestation and regional climate change, **Journal of Climate**, v. 4, p. 957-988, 1991.

NOBRE, C.; OBREGÓN, G.; MARENGO, J.; FU, R.; POUEDA, G. Características do Clima Amazônico: Aspectos Principais. **Amazonia and Global Change**, American Geophysical Union, p. 149-162, 2009. (Geophysical Monograph Series)

OLIVEIRA, A. Relação homem/natureza no modo de produção capitalista. **Scripta Nova: Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**, Universidad de Barcelona, v. 6, n. 119, p. 18, 2002.

OLIVEIRA, A.; PELOGGIA, A. O Antropoceno e o Tecnógeno: implicações geocronológicas da ação geológica da humanidade. **Quaternary and Environmental Geosciences**, v. 5, n. 2, p. 103-111, 2014.

OTTONI, M. (Org.). **HYBRAS, Hydrophysical Database for Brazilian Soils**: Banco de dados hidrofísicos em solos no Brasil para o desenvolvimento de funções de pedotransferências de propriedades hidráulicas, versão 1.0. Rio de Janeiro: CPRM, 2018. Disponível em: <http://geosgb.cprm.gov.br/geosgb/downloads.html>. Acesso em: 12 set. 2018.

PENHA, K.; SILVA, G.; MACHADO, M. (Org.). **Quilombos e quilombolas na Amazônia: os desafios para o (re) conhecimento**. Brasília: ECAM/CONAQ, 2020.

PEREZ FILHO, A. Sistemas Naturais e Geografia. In: SILVA, J.; LIMA, L.; ELIAS, D. (Org.). **Panorama da Geografia Brasileira**. São Paulo: Annablume, 2007. v. 1, p. 333-336.

PFAFSTETTER, O. **Classificação de Bacias Hidrográficas – Metodologia de Codificação**. Rio de Janeiro: DNOS, 1989. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/>. Acesso em: 14 out. 2018.

PIPERNO, D.; McMICHAEL, C.; BUSH, M. Amazonia and the Anthropocene: What was the spatial extent and intensity of human landscape modification in the Amazon Basin at the end of prehistory? **Holocene**, v. 25, p. 1588-1597, 2015.

POSTH, C. *et al.* Reconstructing the Deep Population History of Central and South America. **Cell**, v. 175, p. 1185-1197, 2018.

PRATES, L. Adaptación humana y ocupación de los ambientes amazónicos por poblaciones indígenas precolombinas. **Cadernos de Geografia - Revista Colombiana de Geografia**, v. 25, n. 1, p. 139-152, 2016.

PROST, M.; FRANÇA, C.; PIMENTEL, M.; MENDES, A. Relevô e paisagem: aplicações na costa amazônica Norte-brasileira. **AURORA - geography journal**, v. 3, p. 75-92, 2011.

PROUS, A. **Arqueologia brasileira**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1992.

PROUS, A. O povoamento da América visto do Brasil: uma perspectiva crítica. **Revista USP**, v. 34, p. 8-21, 1997.

PROUS, A. **O Brasil antes dos Brasileiros, A Pré-História do nosso país**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006.

RADAMBRASIL. **Folhas NA-22, SA.22 e SA-23 - Geomorfologia**. Rio de Janeiro: [s. n.], 1974.

REIS, A. **Limites e demarcações na Amazônia brasileira: a fronteira com as colônias espanholas**. Vol. 2. 2. ed. Belém: Secretaria de Estado da Cultura, 1993.

RODRIGUEZ, J.; SILVA, E.; CAVALCANTI, A. **Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 4. ed. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2013. 222 p.

ROOSEVELT, A. Arqueologia Amazônica. In. CUNHA, Manuela (Org.). **História dos Índios no Brasil**. São Paulo: Companhia das Letras; Secretaria Municipal de Cultura; Fapesp, 1992. p. 53-86.

ROOSEVELT, A. Determinismo ecológico na interpretação do desenvolvimento social indígena da Amazônia. [Belém]: **Museu Paraense Emílio Goeldi**, 1991. (Coleção Enílie Sneathlage)

ROOSEVELT, A.; COSTA, M.; MACHADO, C.; MICHAEL, M.; MERCIER, N.; VALLADAS, H.; FEATHERS, J.; BARNETT, W.; SILVEIRA, M.; HENDERSON, A.; SILVA, J.; CHERNOFF, B.; REESE, D.; HOLMAN, J.; TOTH, N.; SCHICK, K. Paleoindian Cave Dwellers in the Amazon: The Peopling of the Americas. **Science - New Series**, v. 272, n. 5260, p. 373-384, 1996.

ROSS, J. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia FFLCH – USP**, São Paulo, n. 8, 1994.

ROSS, J. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 208 p.

ROSS, J. **Geomorfologia ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 1990, 85 p.

ROSS, J. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 6, 1992.

ROSS, J. O Relevo Brasileiro nas Macroestruturas Antigas. **Continentes (UFRRJ)**, ano 2, n. 2, p. 8-27, 2013.

ROSS, J. O Relevo Brasileiro no Contexto da América do Sul. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 61, n. 1, p. 21-58, 2016.

ROSS, J. Relevo brasileiro: uma nova proposta de classificação. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, v. 4, p. 25-39, 1985.

RUDDIMAN, W. The anthropogenic greenhouse era began thousands of years ago. **Climatic Change**, v. 61, p. 261-293, 2003.

RUDDIMAN, W.; THOMSON, J. The case for human causes of increased atmospheric CH₄ over the last 5000 years. **Quaternary Science Reviews**, v. 20, p. 1769-1777, 2001.

SANCHEZ, C. Ecologia da Paisagem Amazônica. *In*: PELEJA, J.; MOURA, J. (Org.). **Estudos Integrativos da Amazônia - EIA**. São Paulo: Acquerello, 2012. p. 87-128. (Coleção Diálogos Interdisciplinares, n. 1)

SANTOS, H.; JACOMINE, P.; ANJOS, L.; OLIVEIRA, V.; LUMBRERAS, J.; COELHO, M.; ALMEIDA, J.; CUNHA, T.; OLIVEIRA, J. (Org.). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. rev. amp. Brasília: EMBRAPA, 2013. 353 p.

SANTOS, J. Geotectônica dos Escudos das Guianas e Brasil-Central. *In*: BIZZI, L.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R.; GONÇALVES, J. (eds.). **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil**. Brasília: CPRM, 2003.

SANTOS, J.; SOUZA, C.; SILVA, R.; PINTO, A.; LIMA, A.; HIGUCHI, N. Amazônia: características e potencialidades. *In*: HIGUCHI, M.; HIGUCHI, N. (Org.). **A floresta amazônica e suas múltiplas dimensões: uma proposta de educação ambiental**. Manaus: CNPq; FAPEAM, 2012. p. 13-40.

SAUER, C. La Morfología del Paisaje. **Revista POLIS**, v. 5, n. 15, 2006.

SCHAAN, D. A Amazônia em 1491. Especiaria. **Cadernos de Ciências Humanas**, v. 11-12, n. 20-21, p. 55-82, 2009.

SCHAAN, D. **The Camutins Chiefdom**: rise and development of social complexity on Marajo Island, Brazilian Amazon. 2004. Tese (Doutorado) – Universidade de Pittsburgh, Pittsburgh, 2004.

SCHAAN, D. Uma janela para a história Pré-Colonial da Amazônia: olhando além – e apesar – das fases e tradições. **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v. 2, n. 1, p. 77-89, 2007.

SCHAAN, D.; PARSSINEN, M.; RANZI, A.; PICCOLI, J. Geoglifos da Amazônia ocidental: evidência de complexidade social entre povos da terra firme. **Revista de Arqueologia**, v. 20, p. 67-82, 2007.

SCHMIDT, M. A formação de terra preta: análise de sedimentos e solos no contexto arqueológico. *In*: MAGALHÃES, M. (Org.). **Amazônia Antropogênica**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2016. p. 121-176.

SCHOBENHAUS, C.; NEVES, B. A Geologia do Brasil no Contexto da Plataforma Sul-Americana. *In*: BIZZI, L.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R.; GONÇALVES, J. (eds.). **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil**. Brasília: CPRM, 2003. p. 5-25.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). **Atlas Hidrogeológico do Brasil ao Milionésimo**. 2016. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Mapas-e-Publicacoes/Atlas-Hidrogeologico-do-Brasil-ao-Milionesimo-4267.html>. Acesso em: 09 ago. 2019.

SHOCK, M.; MORAES, C. A floresta é o domus: a importância das evidências arqueobotânicas e arqueológicas das ocupações humanas amazônicas na transição Pleistoceno/Holoceno. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Hum**, v. 14, n. 2, p. 263-289, 2019.

SILVA, D.; CLAUDINO, L.; OLIVEIRA, C.; MATEI, A.; KUBO, R. Extrativismo e desenvolvimento no contexto da Amazônia brasileira. **Desenvolv. Meio Ambiente**, v. 38, p. 557-577, ago. 2016.

SILVA, F.; PENA, H.; OLIVEIRA, F. A dinâmica da ocupação da Amazônia brasileira: do interesse político e econômico aos conflitos socioambientais. **Revista Caribeña de Ciencias Sociales [online]**, n. 1, 2015. Disponível em: <http://caribeña.eumed.net/conflitos-socioambientais/>. Acesso em: 22 mar. 2020.

SILVA, O.; HOMMA, A. (Org.). **Pan-Amazônia: Visão histórica, Perspectivas de Integração e Crescimento**. Manaus: [s. n.], 2015. 519 p.

SILVA, V. Paisagem: Concepções, Aspectos Morfológicos e Significados. **Sociedade & natureza**, Uberlândia, v. 19, n. 1, p. 199-215, 2007.

SMITH, B.; ZEDER, M. The onset of the Anthropocene. **Anthropocene**, v. 4, p. 8-13, 2013.

SMITH, N. Anthrosols and human carrying capacity in Amazonia. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 70, n. 4, p. 553-566, 1980.

SMITH, N. **Desenvolvimento Desigual: natureza, Capital e a Produção do Espaço**. Tradução de E. Navarro. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1988. 250 p.

SO HYBAM. Serviço de observação dos controles geodinâmico, hidrológico e biogeoquímico da erosão/alteração e do transporte de matérias nas bacias dos rios Amazonas, Orinoco e Congo. **Dados Cartográficos**. Disponível em: <http://www.orehybam.org/index.:php/por/Dados/Cartografia/Bacia-amazonica-hidrografia>. Acesso em: 30 maio 2018.

SOTCHAVA, V. Definition de Quelques Notions et Termes de Géographie Physique. **Institute de Geographie de la Sibirie et Extrem Orient**, v. 3, p. 94-177, 1962.

SOTCHAVA, V. **O Estudo de Geossistemas**. São Paulo: IG-USP, 1977. (Métodos em Questão, n. 16)

SOUZA, M. Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do Estado do Ceará. In: LIMA, L. **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará**. Fortaleza: FUNCEME, 2000. p. 6-98.

SOUZA, M.; OLIVEIRA, V. Análise ambiental – uma prática da interdisciplinaridade no ensino e na pesquisa. **REDE – Revista Eletrônica do Prodepa**, v. 7, n. 2, p. 42-59, 2011.

SOUZA, W. **Castanha-da-Amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) no contexto dos novos padrões internacionais de qualidade e segurança dos alimentos**. 2018. Tese (Doutorado) – CCR, UFSM, [Santa Maria], 2018.

STEFFEN, W.; CRUTZEN, P.; McNEILL, J. The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature? **Ambio**, v. 36, n. 8, dez. 2007.

STEFFEN, W.; GRINEVALD, J.; CRUTZEN, P.; MCNEILL, J. The Anthropocene: Conceptual and Historical Perspectives. **Journal Philosophical Transactions of The Royal Society**, v. 369, p. 842-867, 2011.

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA (SUDAM). **Atlas Climatológico da Amazônia Brasileira**. Belém: [s. n.], 1984. 125 p. (Série SUDAM, n. 39)

SYVITSKI, J.; KETTNER, A. Sediment flux and the Anthropocene. **Journal Philosophical Transactions of The Royal Society**, v. 369, p. 957-975, 2011.

SZABÓ, J. Anthropogenic Geomorphology: Subject and System. *In*: SZABÓ, J.; LÓCZY, D.; DÁVID, L. (eds.). **Anthropogenic Geomorphology: A Guide to Man-Made Landforms**. New York: Springer, 2010. p. 3-10.

TARDIN, A.; LEE, D.; SANTOS, R.; ASSIS, O.; BARBOSA, M.; MOREIRA, M.; PEREIRA, M.; SILVA, D.; SANTOS FILHO, C. **Subprojeto desmatamento convênio IBDF/CNPq**. São José dos Campos: INPE, 1980.

TORRES, F.; MARQUES NETO, R.; MENEZES, S. **Introdução a geomorfologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012. 322 p.

TURPIN, E.; FEDERIGHI, V. A new element, a new force, a new input. *In*: ELLSWORTH, E.; KRUSE, J. (Eds.) **Making the Geologic Now**. Brooklyn: Punctum Books, 2012. p. 34-41.

TRICART, J. **Principes et méthodes de la géomorphologie**. Paris: Masson et cie., 1965. 496 p.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1977. 97 p.

TRINDADE, A.; OLIVEIRA, P.; ANACHE, J.; WENDLAND, E. Variabilidade espacial da erosividade das chuvas do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 5, p. 1918-1928, 2016.

U.S. GEOLOGICAL SURVEY (USGS). **Landsat Missions**: Using the USGS Landsat8 Product. / U.S. Department of the Interior - NASA. Disponível em: <http://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 15 jul. 2018.

VERBURG, P.; DEARING, J.; DYKE, J.; LEEUW, S.; SEITZINGER, S.; STEFFEN, W.; SYVITSKI, J. Methods and approaches to modelling the Anthropocene. **Global Environmental Change**, v. 39, p. 328-340, 2016.

WADE, L. On the Trail of Ancient Mariners. **Science**, v. 357, n. 6351, p. 542-545, 2017.

WATERS, C.; ZALASIEWICZ, J.; WILLIAMS, M.; ELLIS, M.; SNELLING, A. A Stratigraphical Basis for the Anthropocene. **Geological Society**, Londres, pub. esp. n. 395, p. 1-21, 2014.

WORLD DIGITAL LIBRARY (WDL). **Mapas antigos: Amazônia.** Disponível em: <https://www.wdl.org/pt/search/?q=amaz%C3%B4nia>. Acesso em: 01 jun. 2018.

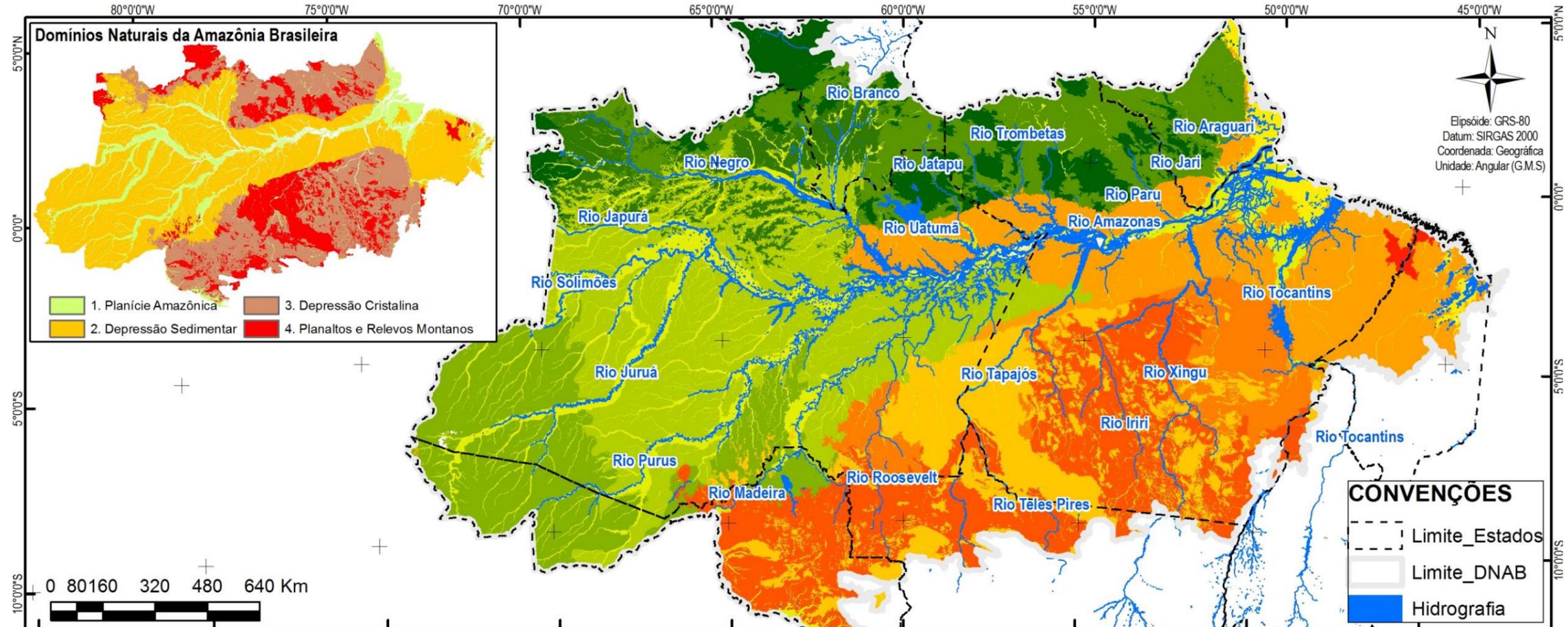
WHITEHEAD, M. **Environmental Transformation. A geography of Anthropocene.** Londres: Routledge, 2014. 190 p.

ZALASIEWICZ, J.; WILLIAMS, M.; HAYWOOD, A.; ELLIS, M. The Anthropocene: a new epoch of geological time? **Philosophical Transactions of The Royal Society**, Londres, v. A369, p. 835-841, 2011.

ZALASIEWICZ, J.; WILLIAMS, M.; SMITH, A.; BARRY, T.; COE, A.; BOWN, P.; BRENCHLEY, P.; CANTRILL, D.; GALE, A.; GIBBARD, P.; GREGORY, F.; HOUNSLOW, M.; KERR, A.; PEARSON, P.; KNOX, R.; POWELL, J.; WATERS, C.; MARSHALL, J.; OATES, M.; RAWSON, P. Are we now living in the Anthropocene? **GSA Today**, v. 18, p. 4-8, 2008.

ZEMP, D.; SCHLEUSSNER, C.; BARBOSA, H.; RAMMIG, A. Deforestation effects on Amazon forest resilience. **Geophysical Research Letters**, v. 44, 2017. DOI: 10.1002/2017GL072955.

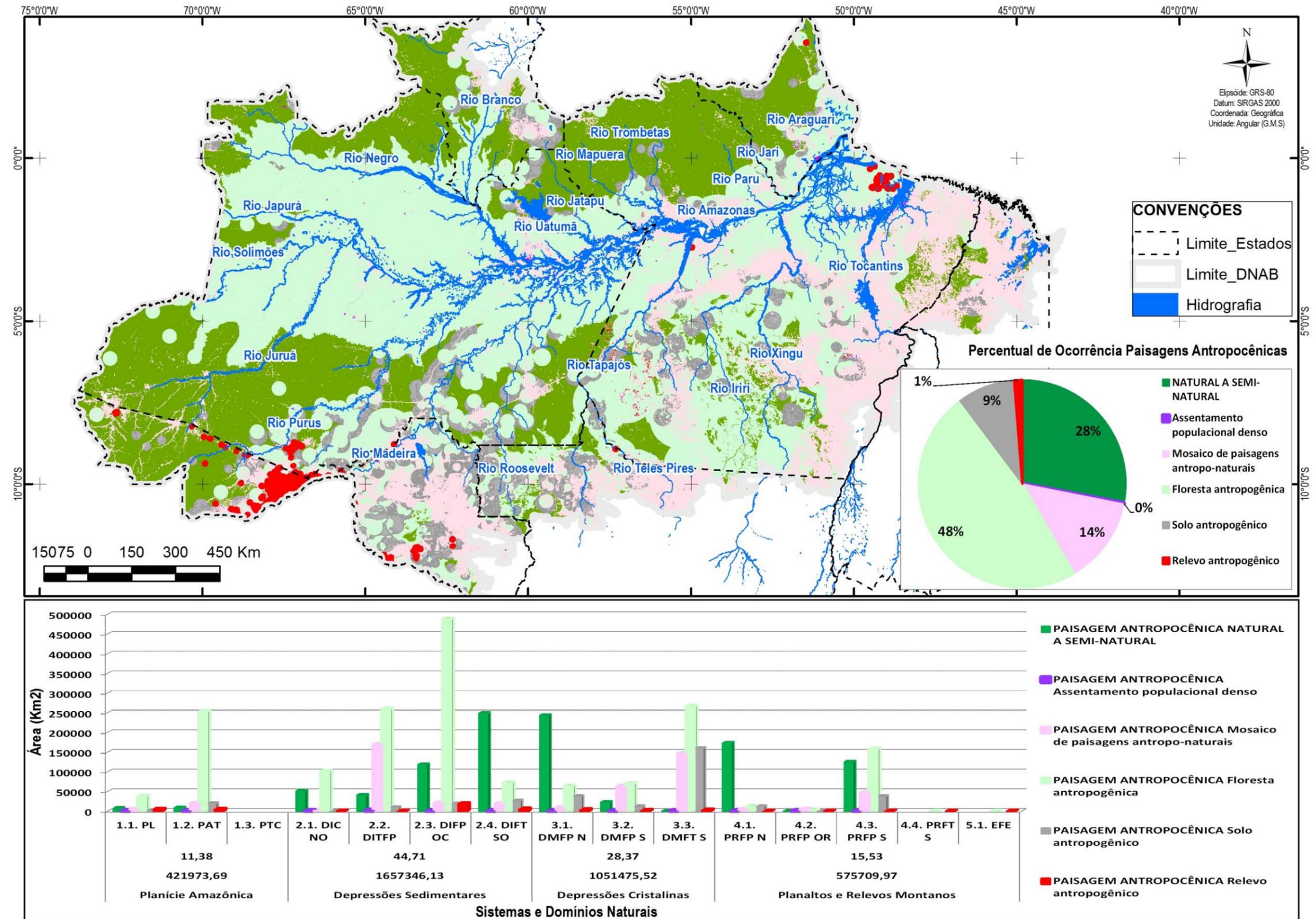
ANEXO A – MAPA DA ANTROPOGENIZAÇÃO DOS DOMÍNIOS NATURAIS DA AMAZÔNIA BRASILEIRA



SISTEMA AMBIENTAL	ITA	CLASSE	DNAB	ITA	Mp ITA	DOMÍNIO ANTROPOGÊNICO	DESCRIÇÃO
4.1. Planaltos residuais norte	1,69	Baixa antropogenização	Planícies Amazônicas	3,32	3,18	Planícies Amazônicas moderadamente antropogênicas	Este DNAB é composto pelos sistemas ambientais Costeiro e Fluvio-Continental. A capacidade de suporte ecológico fora classificada como instável, em razão da fragilidade litológica e dos processos modeladores desses meios. Os macrossistemas humanos apresentam evidências de elevada amplitude temporal, associadas ao período Pré-Colonial (TPI e florestas domesticadas), Colonial (floresta nativa extrativada) e Pós-Colonial (extrativismo florestal e agropecuária de pequeno porte). As evidências antrópicas mais relevantes se referem a indicadores arqueobotânicos e extrativismo florestal, dispostos predominantemente na faixa costeira PA-AP e nos baixo e médio rio Amazonas e seus tributários. Apesar da significativa amplitude espacial, tais atividades apresentam uma baixa a moderada capacidade de transformação ecológica, associada a meios ecológicos instáveis. Este domínio apresentou média ponderada (Mp) ITA moderado
2.1. Campinarana	2,16			3,16			
3.1. Depressões marginais extrativo N	2,36			2,16			
2.4. Depressões extrativo-pecuária SO	2,44	Moderada antropogenização	Depressões Sedimentares	5,00	3,17	Depressões Sedimentares moderadamente antropogênicas	Este DNAB é constituído pelos sistemas ambientais Campinarana, Tabuleiros, Depressões OC, Depressões SO. A capacidade de suporte ecológico fora classificada como transicional com tendência a estabilidade (tabuleiros e depressões OC) e instabilidade (campinarana e depressões SO), em razão do favorecimento pedogenético (menor dissecação relevo e floresta densa) e morfogenético (maior dissecação relevo e floresta aberta), respectivamente. Os macrossistemas humanos apresentam evidências de elevada amplitude temporal, associadas ao período Pré-Colonial (TPI e florestas domesticadas), Colonial (floresta nativa extrativada) e Pós-Colonial (extrativismo florestal e agropecuária). As evidências antrópicas mais relevantes se referem a indicadores arqueobotânicos, extrativismo florestal e agropecuário, dispostos predominantemente nas Depressões OC (rios Madeira, Solimões, Negro e Branco), Depressões SO (alto rio Madeira) e Tabuleiros (médio e baixo rio Amazonas e, NE PA), respectivamente. Este domínio apresentou Mp ITA moderado, no entanto, comporta na sua porção centro-oriental um alto ITA (tabuleiros), representando 30% deste domínio
2.3. Depressões extrativistas OC	2,49			2,49			
1.2.3. FluvioContinental urbano-extrativo	3,16			2,44			
1.1. Costeiro urbano-extrativo	3,32	Alta antropogenização	Depressões Cristalinas	2,36	5,47	Depressões Cristalinas altamente antropogênicas	Constituído pelos sistemas ambientais DMFP N, DMFP S, DMFT S. A capacidade de suporte ecológico fora classificada como transicional com tendência a instabilidade (DMFP N, DMFP S) e instável (DMFT S), em razão do moderado a forte favorecimento morfogenético (maior dissecação relevo e floresta densa) e forte prevalência morfogenético (maior dissecação relevo e floresta aberta), respectivamente. Os macrossistemas humanos apresentam evidências de elevada amplitude temporal e espacial, associadas ao período Pré-Colonial (TPI, florestas domesticadas e modestos relevos antropogênicos) e Pós-Colonial (extrativismo florestal, mineração, lagos artificiais, agropecuária). As evidências antrópicas mais relevantes se referem a indicadores arqueobotânicos, extrativismo florestal e agropecuário, dispostos predominantemente nas Depressões marginais S, contrapondo-se as depressões marginais N. Este domínio apresentou Mp ITA alta, no entanto, comporta na sua porção Norte um baixo ITA
4.3.4. Planaltos residuais sul pecuário-extrativo	4,23			5,89			
2.2. Tabuleiros urbano-agropecuários	5,00			7,45			
3.2. Depressões marginais fitopluviais pecuário-extrativo S	5,89	Muito alta antropogenização	Planaltos e Relevos Montanos	1,69	3,4	Planaltos e Relevos Montanos moderadamente antropogênicos	Domínio composto pelos sistemas ambientais PRFP N, PRFP OR e PRFT S. A capacidade de suporte ecológico fora classificada como instável a muito instável, em razão do forte favorecimento morfogenético. Os macrossistemas humanos apresentam evidências de baixa a elevada amplitude temporo-espacial, associadas ao período Pré-Colonial (florestas domesticadas) e Pós-Colonial (extrativismo florestal, mineração e agropecuária). As evidências antrópicas mais relevantes se referem a indicadores arqueobotânicos e extrativismo florestal, dispostos predominantemente nos planaltos residuais sul, contrapondo-se aos planaltos residuais norte. Este domínio apresentou Mp ITA moderada, no entanto, comporta na sua porção Norte um baixo ITA e, na porção oriental, um ITA muito alto
3.3. Depressões marginais fitotransicionais agropecuário S	7,45			7,76			
4.2. Planaltos oriental agropecuário	7,76			4,23			

Fonte: elaborado pelo autor (2021)

ANEXO B – MAPA DAS PAISAGENS ANTROPOCÊNICAS, NO CONTEXTO DOS DOMÍNIOS NATURAIS DA AMAZÔNIA BRASILEIRA



Fonte: elaborado pelo autor (2021)