UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS

ESTÊVÃO JOSÉ DA SILVA BARBOSA

Formação de georrelevos antrópicos na Amazônia: estudo de caso na
rodovia Belém-Brasília (BR-010), Estado do Pará

Versão corrigida

São Paulo

2015

Figura da capa:

Sem título.

Juliana A. Silva

Exposição “Pintura de uma paisagem observada”
Atividade da Disciplina FLG 1254/USP, 2015
Prof. Dr. Attila de W. Miklos
Coordenadora: Juliana Anselmo Bonfim

ESTÊVÃO JOSÉ DA SILVA BARBOSA

Formação de georrelevos antrópicos na Amazônia: estudo de caso na
rodovia Belém-Brasília (BR-010), Estado do Pará

Versão corrigida

São Paulo

2015

ESTÊVÃO JOSÉ DA SILVA BARBOSA

Formação de georrelevos antrópicos na Amazônia: estudo de caso na
rodovia Belém-Brasília (BR-010), Estado do Pará

Tese apresentada à Faculdade de Filosofia,
Letras e Ciências Humanas da Universidade
de São Paulo para obtenção do título de
Doutor em Ciências.

Área de Concentração: Geografia Física.

Orientador: Prof. Dr. Adilson Avansi Abreu.

Versão corrigida

São Paulo

2015

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

B238f Barbosa, Estêvão José da Silva
 Formação de georrelevos antrópicos na Amazônia:
 estudo de caso na rodovia Belém-Brasília (BR-010),
 Estado do Pará / Estêvão José da Silva Barbosa ;
 orientador Adilson Avansi Abreu. - São Paulo, 2015.
 272 f.

 Tese (Doutorado)- Faculdade de Filosofia, Letras
 e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.
 Departamento de Geografia. Área de concentração:
 Geografia Física.

 1. Geomorfologia. 2. Geomorfologia Aplicada. 3.
 Paisagem. 4. Estradas de rodagem. 5. Impactos
 ambientais. I. Abreu, Adilson Avansi, orient. II.
 Título.

NOME: Estêvão José da Silva Barbosa

TÍTULO: Formação de georrelevos antrópicos na Amazônia: estudo de caso na rodovia Belém-Brasília (BR-010), Estado do Pará

Resultado Final: Aprovado

Parecer da Comissão Julgadora *

Registra a relevância da temática criando uma perspectiva de abordagem desta natureza na Amazônia.

Eu, Aline Nogueira Marques Nicolau , lavrei a presente ata, que assino juntamente com os(as) Senhores(as) examinadores. São Paulo, aos 14 dias do mês de outubro de 2015.

Adilson Carvalho

Cleide Rodrigues

Jurandy Luciano Sanches Ross

Luiza Câmara Beserra Neta

Adilson Avansi de Abreu
Presidente da Comissão Julgadora

* Obs: Se o candidato for reprovado por algum dos membros, o preenchimento do parecer é obrigatório.

A defesa foi homologada pela Comissão de Pós-Graduação em 14/10/2015, e, portanto, o(a) aluno(a) faz jus ao título de Doutor em Ciências obtido no Programa Geografia (Geografia Física) - Área de concentração: Geografia Física.

Ao Doutor, com carinho: Professor Saint-Clair Cordeiro da Trindade Júnior

AGRADECIMENTOS

À Universidade de São Paulo (USP) e ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq) pelo apoio institucional, logístico e financeiro para a realização da pesquisa.

Ao professor Adilson Abreu, por sua sábia e paciente orientação, e por tudo que aprendi com ele. Espero que o trabalho esteja à sua altura!

Aos professores do Departamento de Geografia da USP por todo o aprendizado, em especial ao Luis Bittar Venturi, Sidineide Manfredini, e Ailton Luchiari.

Aos professores Jurandyr Ross (DEGEO-USP), Cleide Rodrigues (DEGEO-USP), Adilson Carvalho (IGC-USP) e Luiza Câmara Beserra Neta (IGEO-UFRR), pela minuciosa avaliação do trabalho.

Ao Grupo de Estudos de Geomorfologia do (Gelgeo) do Laboratório de Geomorfologia da USP, em especial ao Yuri Veneziani e à Juliana Mantovani.

Ao professor Saint-Clair Cordeiro da Trindade Júnior, conselheiro em toda essa fase de vida acadêmica e além. Que a tese seja digna da dedicatória a vossa pessoa!

Ao Ivaldo Medeiros, Nayara Brandão e Alan Albuquerque pelo valioso e necessário apoio à realização desta tese.

À Alyne Barbosa, pelas dicas de normalização e pelo apoio doméstico.

À Elayne Barbosa e Roberto Silva, pelo apoio em pensamento e suprimindo ausências quando possível.

Ao professor Arlei Macedo e ao Especialista Sidney Goveia, do Instituto de Geociências da USP, e também ao Mestre Luiz Sadeck (Inpe – PA), pelos ensinamentos das geotecnologias.

Ao Elves Barreto, pela ideia de vir estudar na USP.

À Bibliotecária Selma Castro da Sudam, por sua disponibilidade no levantamento de material junto à instituição.

Ao Engenheiro Eurival Cunha, do DNIT-Belém, pela gentil concessão de entrevista.

Ao professor Maurílio Monteiro, professora Maria Célia Nunes Coelho e à Geógrafa Regiane Paracampos, que me ajudaram a chegar até aqui.

À Lorena Capellini, por ter me acolhido tão bem na minha chegada a São Paulo.

À Ana da Copiadora Aquários e equipe, sempre atenciosos com nossas demandas.

E aos colegas que me acompanharam e apoiaram, de diversas maneiras, pela estrada reta, às vezes tortuosa, que é o doutorado: Carlos Henrique da Silva, Gabriel Gonçalves, Gizelle Prado, Júlio Chiquetto, Laís Coelho, Leila Limberger, Mayka Amaral, Priscila Silva, Roberto Antunes, Robson Leite, Rodolfo Abib, Rovaine Ribeiro, Socorro Picanço, Thiago Silveira e William Zanetti.

Eldorado para uns, inferno verde para outros; paraíso para os que a vêem como objeto de estudo, tortura para quantos a tomam como objeto de conquista ou de ambição, a Amazônia não tem sido outra coisa, como realidade histórica, social e econômica, senão o agigantado cenário de uma das mais ingentes experiências tropicais do homem.

Eidorfe Moreira, 1960, em “Amazônia: o conceito e a paisagem”

RESUMO

O trabalho analisou as formas do georrelevo antrópico na Amazônia brasileira, tendo como área de estudo parte do Corredor Norte da rodovia Belém-Brasília (BR-010), Estado do Pará. O tema tem sido menos enfatizado quando se fala de impactos ambientais na região. Alinha-se com os pressupostos da Antropogeomorfologia, a exemplo de Fels (1955), Goudie (1993, 2004) e Rodrigues (2004, 2005); e à noção de espaço-paisagem, conforme Giblin (1978) e Santos ([1971] 2008). As formas do georrelevo antrópico foram entendidas como um fator da paisagem, integrado aos demais, de acordo com Kugler (1976) e Abreu (1985). A área de estudo faz parte da “velha” fronteira de recursos da Amazônia oriental, definida por Veríssimo et al. (1992). Por isso, nesta área a natureza encontra-se fortemente impactada por atividades humanas, sobretudo a pecuária, indústria madeireira, mineração e agronegócio. A formação do georrelevo antrópico foi entendida a partir de três fases: pré-perturbação, perturbação ativa e pós-perturbação sobre os sistemas morfogenéticos. A fase de perturbação ativa está relacionada com o desflorestamento, obras rodoviárias, e as demais atividades ao longo da rodovia. As morfologias de alteração do relevo incluem cortes de estrada, aterros, “caixas de empréstimo”, depósitos tecnogênicos, e outras formas de georrelevo antrópico ocasionadas por efeitos indiretos, a exemplo de ravinas, depósitos de talus e bacias de aluvionamento. A litologia é um fator especial, principalmente as lateritas maduras e os horizontes caulinitizados, que condicionam fenômenos de erosão diferencial. Além das modalidades de intervenção antrópica, deve-se levar em consideração os elevados índices de pluviosidade e atividade biológica, típicas das regiões do trópico úmido, provocando um intemperismo intenso.

Palavras-chave: Georrelevo antrópico. Paisagem. Amazônia. Rodovia Belém-Brasília.

ABSTRACT

This work analyzed the landforms of anthropic georelief in the Brazilian Amazonia. The delimited study area is part of the Northern Corridor of Belém-Brasília Highway (BR-010), Pará State, Brazil. This subject has received less attention when it comes to environmental impacts in the Amazonian region. Theoretically, it is associated with the authors of Anthropogeomorphology, for example, Fels (1956), Goudie (1993, 2004), and Rodrigues (2004, 2005); and the notion of space/landscape, with Giblin (1978) and Santos ([1971] 2008). We understand the landforms of anthropic georelief as a component of landscape, integrated with other components, according to the ideas of Kugler (1976) and Abreu (1985). The study area is localized in the “old” resources frontier of Eastern Amazonia, as defined by Veríssimo et al. (1992). Thus, the original environment of this area has been strongly impacted by human activities, mainly cattle raising, timber industry, mining, and agribusiness. Formation of anthropic georeliefs was understood from three distinct phases: pre-disturbance, active disturbance, and post-disturbance on morphogenetic systems. Active disturbance phase is related with deforestation, road works, and others activities along the Belém-Brasília Highway. The morphologies of alteration include cut roads, embankments, quarries, technogenic deposits, and others landforms of anthropic georelief caused by indirect effects, such as gullies, talus and alluvial deposits. Lithology, mainly with mature laterites and kaolinized horizons, is a special factor, because it leads to differential erosion phenomena. In addition to the forms of human intervention, one must take into account the high levels of rainfall and high rates of biological activity, typical of the humid tropical regions, causing intense weathering.

Key-words: *Anthropic georelief. Landscape. Amazonia. Belém-Brasília Highway.*

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

A	Acumulação (processo), arenito, aluviões
A1, A2	Associação de fácies (Formação Ipixuna), morfologia de vale fluvial
(A)	Referência com mapeamento
abr.	Abril
AC	Acre (UF, Estado)
A.C.	Antes de Cristo
Ag	Argilito
AL	Alagoas (UF, Estado)
AM	Amazonas (UF, Estado)
AP	Amapá (UF, Estado)
A.P.	Antes do presente
At	Aterro
(b)	Bioturbação
(B)	Referência sem mapeamento
B	Blocos
BB	Belém-Brasília
BDGEx	Base da Diretoria do Serviço Geográfico do Exército
BGR	Bacia de Grajaú
BMJ	Bacia de Marajó
BR	Brasil – prefixo de rodovia federal
C, c	Colinosa (topo de forma), setor colinoso, corte de estrada
(c)	Estratificação cruzada, bauxita colunar
CA	Cobertura argilo-arenosa
CBERS	<i>China-Brazil Earth Resources Satellite</i>
CGEE	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
cm	Centímetro
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
(d)	Classe com sub-divisões
D	Denudação (processo)
dez.	Dezembro
DGEx	Diretoria do Serviço Geográfico do Exército
DF	Distrito Federal (UF)
(df)	Bauxita desferrificada
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
DTT	Divisão Territorial do Trabalho
Dt	Depósito tecnogênico
(df)	Desferrificada (bauxita)
(e)	Bauxita de padrão esquelético ou reticular
E	Leste (ponto cardeal)
E13lm	Cobertura Laterítica Matura
EF	Estrada de ferro
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias
ENb	Formação Barreiras
F	Talvegue e fundo de vale
FCV	Fossa Vigia-Castanhal

Fig.	Figura
Fm.	Formação (litologia)
GO	Goiás (UF, Estado)
GPS	<i>Global Position System</i>
Gr.	Greenwich (meridiano)
Gráf.	Gráfico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Ibama	Instituto do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis
Icomi	Indústria e Comércio de Minérios S.A.
IDESP	Instituto do Desenvolvimento Econômico-Social do Pará
Impa	Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia
Incra	Instituto Nacional de Reforma Agrária
Inf.	Inferior
Inpe	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
jun.	Junho
jul.	Julho
K2ip	Formação Ipixuna
K12it	Formação Itapecuru
Km, km	Quilômetro(s)
Lam	Horizonte laterítico argiloso
Lb	Horizonte laterítico brechóide
Lbx	Horizonte laterítico bauxítico
Lc	Horizonte laterítico concrecionário
Ld	Crosta laterítica degradada
Lp	Linha de pedras
Lt	Horizonte laterítico pálido ou transicional
m	Metros(s)
(m)	Fácies maciça
M	Média
MA	Maranhão, (UF, Estado)
mar.	Março
MPEG	Museu Paraense Emílio Goeldi
MI	Milionésimo (Carta do Brasil ao Milionésimo), milhões
MT	Mato Grosso (UF, Estado)
(n)	Nódulos
N	Norte (ponto cardeal)
N4a	Aluviões holocênicos
N13l	Cobertura Laterítica Imatura
N24pb	Sedimentos Pós-Barreiras
NA	<i>North America</i>
NAEA	Núcleo de Altos Estudos Amazônicos
NDVI	<i>Normalized Difference Vegetation Index</i>
NE	Nordeste (ponto cardeal)
NW	Noroeste (ponto cardeal)
OTCA	Organização do Tratado de Cooperação Amazônica
OLI	<i>Operational Land Imager</i>
PA	Pará (UF, Estado), prefixo de rodovia estadual
(p)	Plano-paralela (estratificação, laminação), psólitos

P	Plano, aplainado (topo de forma)
PBR	Plataforma Bragantina
PGC	Programa Grande Carajás
PPA	Plataforma do Pará
PNV	Plano Nacional de Viação
Prodes	Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia
Q-Gis	Quantum Gis
RMB	Região Metropolitana de Belém
RO	Rondônia (UF, Estado)
RS	Rio Grande do Sul (UF, Estado)
RR	Roraima (UF, Estado)
S	Sul (ponto cardeal), superfície de descontinuidade (litologia)
set.	Setembro
SA	<i>South America</i>
Sap	Saprólito
SBc	Sub-bacia de Cametá
SE	Sudeste (ponto cardeal)
Sema	Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Pará
S/I	Sem identificação
SPVEA	Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia
SRC	Sistema de referência de coordenadas
SRTM	<i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
Sudam	Superintendência para o Desenvolvimento da Amazônia
Sup.	Superior
SW	Sudoeste (ponto cardeal)
(t)	Bauxita terrosa
T	Depósito de tálus
Tab.	Tabela
TGS	Teoria Geral de Sistemas
TM	<i>Thematic Mapper</i>
TO	Tocantins (UF, Estado)
TP	Topo de platô
UF	Unidade da Federação (Brasil)
UFPA	Universidade Federal do Pará
USGS	<i>United States Geological Survey</i>
USP	Universidade de São Paulo
V	Vertente, setor de vertentes
W	Oeste (ponto cardeal)
WGS	<i>World Geodetic System</i>

LISTA DE MAPAS

Mapa 1	Localização da área de estudo no contexto regional	25
Mapas 2 e 3	Aas cidades de Cusco, no Peru, e da cidade do México, que fazem parte da obra “ <i>Civitates orbis terrarum</i> ”, um tipo de atlas de cidades publicado da segunda metade do século XVI ao primeiro quartel do XVII...	32
Mapas 4 e 5	Exemplos ilustrados de Antropogeomorfologia nos clássicos da Geografia francesa do primeiro quartel do século XX. Acima (Mapa 4), um mapa compilado por La Blache ([1922] 1954, p. 41-42) mostra a reconfiguração (A e B) do litoral, das ilhas e canais na Zelândia (Holanda)... Abaixo (Mapa 5), distribuição de poços com indicação das profundidades em parte da região de La Picardie, na França, em mapa elaborado por Demangeot (1905)...	51
Mapa 6	Carta Geomorfológica da Planície Fluvial do Rio Pinheiros entre os bairros de Pinheiros, Butantã e Cidade Jardim, zona oeste da cidade de São Paulo – SP. Notar a diferença de traçado do leito fluvial meândrico...	64
Mapa 7	Carta-imagem da área de estudo e distribuição dos cortes de estrada identificados	70
Mapa 8	Distribuição dos cortes de estrada no mapa-base da área de estudo	71
Mapa 9	Zonas morfoclimáticas da atualidade	96
Mapa 10	Domínios morfoclimáticos brasileiros: áreas nucleares	97
Mapa 11	Clima e antropismo na Amazônia Legal, 2010	98
Mapa 12	Amazônia Legal: povoamento e macrorregiões, 2006	100
Mapa 13	Esboço econômico da Amazônia na década de 1960	105
Mapa 14	Localização de sítios arqueológicos nas terras baixas da Pan-Amazônia	113
Mapa 15	Porto de Belém e trecho da cidade em 1905...	116
Mapa 16	Províncias Tectônicas da Amazônia Legal	125
Mapa 17	Arcabouço estrutural e litologia de superfície da área de estudo e de parte do Corredor Norte da Belém-Brasília	126
Mapa 18	Estruturas maiores do Mioceno na região nordeste do Pará e oeste do Maranhão	129
Mapa 19	Hidrografia da área de estudo e corte sub-regional, com especificação de sub-bacias de 3ª ordem selecionadas	149
Mapa 20	Hipsometria e drenagem da área de estudo	153
Mapa 21	Mapa clinográfico (declividades) da área de estudo	157
Mapa 22	Padrões de formas semelhantes da área de estudo.	159
Mapa 23	Aspectos climáticos gerais do Corredor Norte da Belém-Brasília	164
Mapa 24	Município de Capim em 1956, antes da abertura da Belém-Brasília.	171
Mapa 25	Planta original da Rodovia Belém-Brasília, indicando-se as frentes de serviço pioneiras	178
Mapa 26	Delimitação de um trajeto alternativo que poderia ter orientando a abertura da rodovi2a Belém-Brasília na área de estudo	211
Mapa 27	Identificação dos cortes de estrada com erosão significativa	215
Mapa 28	Mapeamento de feições antropogênicas ao norte da cidade de Ipixuna do Pará	220
Mapa 29	Redução da cobertura florestal na área de estudo em anos selecionados	226
Mapa 30	Cobertura da terra na área de estudo, ano de 2013	229

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Exemplo de pintura romana de paisagem encontrada em Pompeia, de função decorativa em parede (afresco), descrita por Ling (1991, p. 145) como “ <i>Landscape with villa and fishing labour</i> ”, cerca de 20 A. C...	30
Figura 2	Exemplo da milenar pintura de paisagem chinesa, que também possui, essencialmente, uma função decorativa. Nessa ilustração de Dong Yuan (934-932), traduzida por “Os rios Xiao e Xiang”...	31
Figura 3	Desenho de Leonardo Da Vinci (1452-1519), “ <i>Paessagio com la veduta dell’Arno</i> ”, datado de 1473. É típico do estilo renascentista que consolidou, na tradição ocidental da pintura, a perspectiva de horizonte...	31
Figura 4	Esquema da paisagem como sistema de conceitos	34
Figura 5	O sistema terrestre natural: esquema de fluxos de matéria e energia	37
Figura 6	Esquema de compreensão dos elementos constituintes da paisagem	39
Figura 7	Zonação dos tipos de vegetação em montanha da cordilheira dos Andes, que consta de um mapa global de vegetação (“ <i>Umrisse des Pflanzegeographie</i> ”) elaborado pelo naturalista alemão Alexander von Humboldt...	46
Figura 8	Uma filologia dos trabalhos em Geologia do Homem e Antropogeomorfologia	48
Figura 9	Hidrograma hipotético em área urbana e área não urbanizada. Este é um exemplo da dinâmica de processos fluviais nas fases pré e pós-intervenção antrópica	63
Figura 10	Esquema metodológico da pesquisa	67
Figura 11	Corte 10, Município de Ipixuna do Pará, fotografado pela margem esquerda da rodovia Belém-Brasília...	74
Figura 12	Padrões de dissecação do relevo e exemplos de padrões de dissecação aplicáveis para escalas médias (1:100.000, 1:250.000).	80
Figura 13	Seção tipo de rodovia de pista simples	82
Figura 14	Exemplo de descrição estratigráfica, processos e morfologias em corte de estrada	84
Figura 15	A disposição espacial dos principais tipos de padrões de drenagem	87
Figuras 16 a 19	Imagens que relevam a diversidade paisagística da Amazônia nas décadas de 1950 e 1960, o que contradiz a narrativa geográfica, da época, que preconizava a homogeneidade dos tipos de paisagem da região...	102
Figura 20	Superfície desmatada em fazenda no eixo da rodovia Belém-Brasília, na então “zona de invernadas” de Paragominas...	109
Figura 21	Taxas anuais de conversão das florestas tropicais, 1975/85	110
Figura 22	Vala defensiva do sítio Vila Gomes – AM...	113
Figura 23	São Paulo de Olivença – AM, e seu porto, no século XIX, com o registro de uma erosão às margens do rio Amazonas...	114
Figuras 24 a 26	Urbanização de áreas inundáveis na parte sul cidade de Belém, bairros do Marco e Terra Firme, drenados pela bacia do igarapé Tucunduba...	117
Figura 27	Garimpo na serra do Tepequém, onde atualmente é o Estado de Roraima, ex-Território Federal do Rio Branco até 1988...	121
Figura 28	A impressionante visão do garimpo de Serra Pelada, Pará, no início dos anos 1980, em uma das fotos do célebre registro de Sebastião Salgado...	122
Figura 29	Correlações litoestratigráficas entre a Bacia São Luís-Grajaú e a Sub-Bacia de Cametá	128
Figura 30	Coluna estratigráfica da Bacia de Marajó. Adaptado de Lima (1987)	128
Figura 31	A superfície de descontinuidade entre a Formação Ipixuna (K2ip) e a Cobertura Laterítica Matura (E13lm) ligeiramente dobrada (linha contínua)... Horizonte laterítico brechóide aparentemente afetado por falhamento (linha	131

Figura 32	contínua), corte 24...	
Figura 33	Fácies de argilito maciço alternado com argilito laminado da Formação Ipixuna (K2ip), de tons avermelhados e marcas de bioturbação...	134
Figura 34	Fácies de arenito com tabulação cruzada, em cores variegadas da Formação Ipixuna (K2ip), extremamente friável, aflorante na base do corte 36...	134
Figura 35	Exposição da Cobertura Laterítica Matura no corte 29, sobreposta a saprólito (Sap) arenoso da Formação Ipixuna (K2ip)	138
Figura 36	Corte esquemático das unidades lito-estratigráficas no domínio meridional da Província Bauxitífera de Paragominas...	138
Figura 37	Comparação de horizontes lateríticos entre diferentes autores	139
Figura 38	Corte 35, com detalhe, ao centro da foto, do horizonte concrecionário denotando aspecto de laterito alóctone (<i>stone line</i>)...	140
Figura 39	Seção estratigráfica no Km J728 da rodovia Belém-Brasília, com demonstração dos teores de dióxido de silício (SiO ₂), óxido de ferro (Fe ₂ O ₃) e óxido de alumínio (Al ₂ O ₃)	146
Figura 40	Elementos da drenagem representados no eixo longitudinal da rodovia Belém-Brasília	150
Figura 41	Contraste entre o PD ₃ , mais elevado, ao fundo, e o PD ₂ , no nível inferior, limite entre os Municípios de Paragominas e Ulianópolis – PA...	156
Figura 42	Perfis morfológicos das cidades de Ipixuna do Pará, Paragominas e entorno	156
Figura 43	Superfície de platô bauxítico-laterítico com “murundus” e Latossolo Amarelo muito argiloso, nas imediações do corte 09	160
Figuras 44 e 45	Superfície de solo Petroplíntico, em vertente, próximo ao corte 36. A vegetação secundária que aí se estabelece apresenta o muruci-do-mato...	160
Figura 46	Setor de colinas recém-desmatadas, entre os cortes 24 e 25. Aparece neste local um Latossolo Vermelho-Amarelo, cuja superfície está visível no primeiro plano da foto...	160
Figura 47	Fases de predomínio do componente paralelo (escoamento superficial) em resistasia, à esquerda, e do componente perpendicular (infiltração) em biostasia...	168
Figura 48	O estilo típico das ocupações por colonos na fronteira amazônica contemporânea: instalações em madeira ou taipa numa clareira aberta no meio da mata nativa, embora já em processo de degradação. Ano de 1965...	172
Figuras 49 e 50	Os trabalhos de abertura da Belém-Brasília em meio à floresta, “rasgando-a” numa comprida clareira de mais de 500 km dentro do trópico úmido amazônico...	174
Figura 51	Grande responsável pela abertura da rodovia Belém-Brasília, o engenheiro goiano Bernardo Sayão mira o tronco partido da árvore amazônica...	175
Figuras 52 e 53	A pista “pioneira” da Belém-Brasília em 1960, ainda ladeada pela mata nativa. À direita (Fig. 52), é possível observar que as obras civis para a abertura da pista expuseram o solo no topo de um platô... À esquerda (Fig. 53), outra situação morfológica com a qual se depararam as equipes de serviço: uma vertente com declive expressivo...	182
Figura 54	A “estrada de primeira classe” da Belém-Brasília, à esquerda, e a “pioneira” (seta), à direita, ano de 1965...	183
Figura 55	Trecho sobre aterro da Belém-Brasília, onde se vê o deslocamento da boiada rumo à área de “invernadas” de Paragominas...	183
Figura 56	Perfil longitudinal da Belém-Brasília na área de estudo	185
	Esquema paisagístico de distribuição da litologia, formas e feições de relevo e	186

Figura 57	alguns indicativos de processos, tomados em perspectiva para o sul a partir da “caixa de empréstimo” do corte 06...	
Figura 58	Corte 02, feito na vertente de um platô bauxítico-laterítico, o que leva à exposição da crosta laterítica degradada (laterita brechóide) e seu perfil, marcado por um Plintossolo Pétrico...	189
Figura 59	Corte 03 mostrando, num topo de platô, um perfil de Latossolo Amarelo concrecionário, elaborado na Argila de Belterra...	190
Figura 60	Corte 06, com exposição de bauxita colunar entremeada a bolsões argilosos de cor amarelada formados por bauxita desferrificada, rica em caulinita...	191
Figura 61	Corte 05, expondo parte da Cobertura Laterítica Madura em posição topográfica de topo/vertente...	192
Figuras 62 e 63	Corte 08 (acima) e 09 (abaixo), com exposição de horizonte laterítico bauxítico fortemente desferrificado, sobreposto ao horizonte bauxítico de padrão reticular ou esquelético...	193
Figura 64	Corte 11, com a Cobertura Laterítica Madura completamente exposta, sobreposta às camadas da Formação Ipixuna...	194
Figura 65	Corte 18, com blocos e depósito de tálus na parte intermediária e na base. Exposição de fácies argilosas da Formação Ipixuna, intensamente bioturbadas, com recuo lateral (empastilhamento)...	195
Figura 66	Corte 32, com destaque para o padrão erosivo típico dos arenitos, marcado por formas de blocos solapados e escoamento concentrado em sulcos e ravinas, seguindo fissuras...	196
Figura 67	Corte 37, com a Cobertura Laterítica Madura expondo as feições-padrão da zona 5 do domínio setentrional da Província Bauxitífera de Paragominas: bauxita desferrificada e de padrão esquelético (ou retificada)...	197
Figura 68	Base do corte 43, com depósito de material empastilhado, desagregado de horizontes argiloso-arenosos laminados da Formação Ipixuna...	197
Figura 69	Recuo de corte de estrada por solapamento de blocos do horizonte laterítico superior (bauxita desferrificada), depositados sobre o depósito de tálus, erodido por sulcos em plena época chuvosa...	198
Figuras 70 e 71	Erosão vertical dos cortes 25 (à esquerda) e 37 (à direita) relacionada com fluxo de água desde a superfície mais acima. Nos dois casos, o processo intensifica o recuo lateral no horizonte inferior...	201
Figura 72	Seção de corte/aterro da Belém-Brasília, ligando as elevações onde se encontram os cortes 13 e 14...	203
Figuras 73 e 74	Dois exemplos de morfologia antropogênica associada com a rodovia Belém-Brasília, examinada em seção transversal...	203
Figura 75	Localização de cortes de estrada identificados no eixo longitudinal da rodovia Belém-Brasília e descrições estratigráficas em locais selecionados	204
Figura 76	Corte esquemático mostrando as divisões do relevo na zona do Baixo Amazonas de acordo com o esquema morfológico de Pedro de Moura (1943)	208
Figura 77	Esquema das formas de relevo nos domínios meridional e setentrional da Província Bauxitífera de Paragominas, onde se instalou a maior parte do Corredor Norte da Belém-Brasília	208
Figura 78	Em local não especificado da hileia amazônica, no início dos anos 1960, a estrada pioneira da Belém-Brasília corta transversalmente a vertente, ficando exposta ao fluxo da água...	209
Figura 79	O eixo atual da Belém-Brasília, à esquerda, e a estrada pioneira, à direita, situada em um nível topográfico mais baixo, cerca de 2 a 3 metros...	212
	A superfície desmatada e colinosa atravessada pela rodovia Transamazônica,	212

Figura 80	atual BR-230, não se parece com a Amazônia tradicional das florestas...	
Figura 81	Transporte de material caulínítico liberado no corte 19 para a planície de inundação de um rio de baixa hierarquia, indo assorear o vale fluvial...	216
Figura 82	Ravinamento da superfície a partir de fluxo concentrado de água oriundo da pista de rolamento, no entorno do corte 32...	217
Figura 83	A voçoroca de Ipixuna, bordejando os cortes 36 e 37, que são cortes da segunda geração (1960-1971). Erosão remontante em substrato arenoso...	218
Figura 84	Paisagem de colinas no entorno do corte 36, nas imediações da cidade de Ipixuna do Pará. O final do corte aparece no lado direito da foto...	220
Figura 85	Corte 06, observando-se, no topo a cerca de uma fazenda. No primeiro plano nota-se a deposição de lixo que, com o tempo, vai se decompondo e misturando a aluviões...	222
Figura 86	Perfil estratigráfico na “caixa de empréstimo” do corte 06, Município de Ipixuna do Pará, margem esquerda da Belém-Brasília...	222
Figuras 87 e 88	Borda erodida em voçoroca no corte 36 em dois momentos. Na foto mais antiga, de 1989, a superfície acima está desmatada por efeito de atividade agropecuária, notando-se que a erosão era mais intensa...	232
Figura 89	O baixo corte em uma rua paralela à BR-010 na cidade de Ulianópolis – PA, localizada cerca de 100 km ao sul de Paragominas, é um dos mais expressivos no que diz respeito ao registro de intervenções antrópicas...	233
Figura 90	Corte 25, Município de Ipixuna do Pará, margem esquerda da Belém-Brasília. No topo do corte é possível observar o despejo de raspagem do solo e da vegetação queimada na borda...	234
Figura 91	Marcas de erosão superficial dos solos em posição de vertente, no entorno do corte 17, exibindo cicatrizes, em área de relevo dissecado colinoso	236

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Extensão anual do desmatamento na Amazônia Legal, 1988-2014	110
Gráfico 2	Volume da produção e da produtividade física da Icomi (1957/1997)	121
Gráfico 3	Teores médios (%) dos elementos maiores nos diferentes tipos de alteritas do manto residual ferro-aluminoso no domínio setentrional da Província Bauxitífera de Paragominas	147
Gráfico 4	Pluviosidade média mensal e frequência de dias com chuvas no Município de Paragominas. Médias para as décadas de 1970 e 1980	165
Gráfico 5	Participação das principais classes de cobertura da terra na área de estudo	228

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Interfaces dos tempos social-histórico, geomorfológico e geológico	43
Quadro 2	Alguns exemplos de formas de georrelevo antrópico	57
Quadro 3	Orientações básicas para se estudar os efeitos das ações antrópicas no meio físico, de acordo com Rodrigues (1999, 2004)	58

Quadro 4	Descrição dos cortes de estrada identificados.	72-73
Quadro 5	Detalhamento das escalas e fatores de análise do relevo pela paisagem	77
Quadro 6	Simbologia das formações geológicas, dos horizontes e das fácies sedimentares utilizada nos trabalhos de campo e na descrição/correlação estratigráfica dos cortes	83
Quadro 7	Especificação das cenas utilizadas na classificação supervisionada do uso da terra	89
Quadro 8	Comparativo das classes de cobertura da terra	90
Quadro 9	Variáveis para identificação e descrição do relevo antrópico	91
Quadro 10	Proposição de novos padrões de organização socioespacial da Amazônia brasileira	104
Quadro 11	Coluna litoestratigráfica integrada da Bacia do Grajaú e da Plataforma Bragantina	133
Quadro 12	Descrição dos horizontes lateríticos maduros	141
Quadro 13	Principais minerais presentes nos horizontes ou camadas geológicas com base em: 01 – Costa (1991); 2 – Kotschoubey, Truckenbrodt e Hieronymus (1996); 3 – Kostchoubey et al. (2005); – 4 – Cruz (2011)	145
Quadro 14	Padrões de formas semelhantes na área de estudo, distribuídos por sub-bacias hidrográficas de 3ª ordem	159
Quadro 15	Síntese e formas e processos do georrelevo antrópico no Corredor Norte da Belém-Brasília, a partir dos fenômenos geomórficos relacionados com a abertura da estrada	187

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Zonas de ocupação da Amazônia Legal, 2004	111
Tabela 2	Teores médios (%) de elementos maiores nos diferentes tipos de alteritas do manto residual ferro-aluminoso no domínio setentrional da Província Bauxitífera de Paragominas	146
Tabela 3	Medidas morfométricas para as sub-bacias de 3ª ordem que abrangem a área de estudo	149
Tabela 4	Dados climatológicos médios do Município de Paragominas, de acordo com Bastos (1972) e Sudam (1984)...	165
Tabela 5	Classificação dos cortes de estrada de acordo com altura, altitude e topografia	202
Tabela 6	Vegetação natural e classes de uso da terra no Município de Paragominas no ano de 1988, de acordo com Watrin e Rocha (1992)	225
Tabela 7	Evolução das principais classes de uso do solo nos municípios de Tomé-Açu, Aurora do Pará, Ipixuna do Pará, Paragominas e Ulianópolis, 1985-2004, de acordo com Coelho e Monteiro (2009). * Por mil km²	227
Tabela 8	Classes de cobertura da terra na área mapeada, em anos selecionados	228

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO: A PROBLEMÁTICA DE UMA ESTRADA NO TRÓPICO ÚMIDO AMAZÔNICO (OU A ESTRADA DE UMA PROBLEMÁTICA)	21
1.1	1.1 A área de estudo na “velha” fronteira de recursos da Amazônia	23
2	PAISAGEM E GEORRELEVO: SEGUINDO POR UM ATALHO NA BUSCA DE ALGUMAS DEFINIÇÕES	28
2.1	Primeiro trecho: um conceito de paisagem, um conceito de espaço geográfico	28
2.2	Segundo trecho: os elementos e os fatores da paisagem	35
2.3	Terceiro trecho: a escala da paisagem	40
2.4	Trecho final, atalho longo: a paisagem e o georrelevo	44
2.4.1	Contribuições da Geologia	47
2.4.2	Contribuições da Geografia	49
2.4.3	Balanco das contribuições ao tema	52
2.4.4	Definições de Antropogeomorfologia, georrelevo e suas variáveis	54
2.4.4.1	Formas	59
2.4.4.2	Materiais	60
2.4.4.3	Processos	
3	MÉTODO E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS (A PREPARAÇÃO DA VIAGEM)	66
3.1	Levantamento de dados secundários	66
3.1.1	Levantamento bibliográfico	67
3.1.2	Levantamento de dados estatísticos	68
3.1.3	Levantamento de dados cartográficos	69
3.2	Levantamento de dados primários: trabalhos de campo	69
3.3	Escala de análise	74
3.3.1	Elaboração do mapa-base da área de estudo	78
3.4	O tripé geomorfológico: formas, materiais e processos	78
3.4.1	Aspectos gerais das formas no 4º táxon	79
3.4.2	Perfis topográficos e declividade	81
3.4.3	Seção típica de uma estrada	82
3.4.4	Materiais	82
3.4.4.1	Litologia	83
3.4.4.2	Solos	84
3.4.5	Processos	85
3.4.5.1	Tectônica	85
3.4.5.2	Padrões de erosão, transporte e deposição	86
3.4.5.3	Drenagem	86

3.4.5.4	Cobertura e uso da terra	88
3.6	Síntese de formas, materiais e processos do georrelevo antrópico	91
4	GEORRELEVO ANTRÓPICO NO CONTEXTO REGIONAL: PELOS RIOS, PELAS ESTRADAS	93
4.1	Amazônia: expressão geográfica	94
4.2	Paisagens amazônicas no padrão “rio-várzea-floresta”	99
4.2.1	Variantes do padrão “rio-várzea-floresta” pré-1960	104
4.3	Paisagens amazônicas no padrão “estrada-terra firme-subsolo”	107
4.4	Padrões socioespaciais, paisagens e georrelevo antrópico: primeira aproximação	111
5	CORREDOR NORTE DA BELÉM-BRASÍLIA: ELEMENTOS GEOECOLÓGICOS E MORFOLOGIAS ORIGINAIS	124
5.1	Arcabouço tectônico	124
5.2	Litologia: quadro estratigráfico regional	131
5.2.1	Formações Itapecuru e Ipixuna e o caulim <i>semi-flint</i>	133
5.2.2	Coberturas lateríticas	136
5.2.3	Formações Pirabas e Barreiras e arenito argiloso	141
5.2.4	Sedimentos Pós-Barreiras, aluviões holocênicos e depósitos tecnogênicos	143
5.3	Mineralogia dos sedimentos	145
5.4	Hidrografia e sua expressão morfológica	148
5.4.1	Padrões de drenagem	151
5.5	Relevo: das unidades morfoesculturais aos padrões de formas semelhantes	154
5.5.1	Padrões de formas semelhantes e topossequências	158
5.5.1.1	Platôs bauxítico-lateríticos	161
5.5.1.2	Colinas médias e platôs isolados	162
5.5.1.3	Colinas baixas e rampas dissecadas	162
5.5.1.4	Fundos de vale e planícies aluviais	163
5.4	Caracterização climática	163
6	CORREDOR NORTE DA BELÉM-BRASÍLIA: GEORRELEVO ANTRÓPICO	167
6.1	Fase de pré-perturbação (antes de 1958)	167
6.1.1	Morfogênese nas fases de climas secos	169
6.1.2	Morfogênese nas fases de climas úmidos	169
6.1.2.1	Primeiros impactos da ação antrópica	170
6.2	Fase de perturbação ativa (1958-1974)	171
6.2.1	Histórico da Belém-Brasília	173
6.2.2	Alterações na morfologia e no sistema morfogenético	179
6.3	Fase de pós-perturbação (a partir de 1974)	187
6.3.1	Feições e formas de escavação	188

6.3.2	Recuo lateral associado com pacotes argilosos	190
6.3.3	Queda e rolamento de blocos	198
6.3.4	Remoção de horizontes concrecionários	199
6.3.5	Lixiviação	200
6.3.6	Intemperismo por efeito biogênico	200
6.4	Sentido (geo)morfológico e morfogenético dos cortes de estrada e aterros	201
7	IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS DO GEORRELEVO ANTRÓPICO: UMA ESTRADA ENTRE O PASSADO E O FUTURO	207
7.1	A opção pela reta: inadequação ao terreno	207
7.2	Impactos do entorno sobre os cortes de estrada	224
8	ÚLTIMAS PALAVRAS: A ESTRADA, O RELEVO E OUTRAS HISTÓRIAS E GEOGRAFIAS	238
8.1	Breve memória do processo	238
8.2	Conclusão da pesquisa	242
	REFERÊNCIAS	250

1 INTRODUÇÃO: A PROBLEMÁTICA DE UMA ESTRADA NO TRÓPICO ÚMIDO AMAZÔNICO (OU A ESTRADA DE UMA PROBLEMÁTICA)

O geógrafo dedica-se ao entendimento da configuração e da organização do espaço geográfico, reveladas nos lugares, nas regiões, nos territórios e nas paisagens. Tendo isso em vista, pode-se afirmar que são várias as perspectivas da Geografia quanto ao seu objeto de estudo. Para esta tese foi adotada a perspectiva do espaço-paisagem: forma e conteúdo, natureza e sociedade. Por esta estrada – e tendo inaugurado no título acima o recurso das metáforas – a paisagem será o guia.

Juntamente com o corte de ordem teórico-conceitual, fez-se os cortes necessários na realidade. O objetivo central da tese foi o de analisar os impactos da intervenção antrópica sobre as formas e os processos do relevo na Amazônia brasileira, num trecho do Corredor Norte da rodovia Belém-Brasília (BR-010), com ênfase para os efeitos provocados pela abertura de estradas. Não é uma problemática corrente da Geografia Humana, como pode fazer sugerir a perspectiva do espaço-paisagem. Essa foi escolhida – uma escolha talvez audaciosa – por permitir a leitura da totalidade do espaço onde o centro é a ação humana sobre a natureza.

Aquela rodovia já foi percorrida pelo autor da presente tese em ocasiões anteriores, sintetizadas em Barbosa (2008), Monteiro, Coelho e Barbosa (2009) e Araújo Jr. e Barbosa (2010). Isso motivou, em parte, a escolha da área de estudo, que integra um dos espaços representativos das dinâmicas relacionadas com a expansão e as transformações da fronteira de recursos na Amazônia brasileira contemporânea (pós-1950).

A construção da problemática da tese e o delineamento do referencial teórico-conceitual colocaram o desafio de estabelecer interfaces entre as Geografias Física e Humana e, também, com a História, a Geologia e a Engenharia.

A Antropogeomorfologia, ou Geomorfologia Antropogenética, ou ainda Antrópica, é o ramo científico com o qual a pesquisa foi alinhada, sendo caracterizada por estudos de cunho ambiental visando a compreender as interferências antrópicas nos sistemas morfogenéticos (RODRIGUES, 1999). É proposta, na tese, uma leitura dessas interferências com base nas noções de tempo curto, médio e longo, que dizem respeito, segundo Braudel ([1958] 2007), à totalidade do tempo social-histórico, incluídas aí as relações sociedade/natureza.

Para finalizar a apresentação dos cortes da pesquisa, e sem qualquer intenção de criar um trocadilho, a descrição e interpretação de cortes de estrada foram o recurso analítico mais destacado na pesquisa, com uma sistemática de observações, medições e correlações de fatos

geológico-geomorfológicos. Esses cortes exerceram papel central na análise geomorfológica, além de servirem de pontos de referência espacial.

As estradas são fatos geográficos significativos. Elas participam da configuração e da organização dos espaços e das paisagens; induzem fluxos de pessoas e mercadorias; e são uma modalidade de intervenção geomórfica que produz efeitos diretos e indiretos nas formas e processos do relevo.

Com esta tese, buscou-se contribuir para a redução de uma certa lacuna nos estudos ambientais sobre a Amazônia: as morfologias antropogênicas, fenômeno pouco abordado nas pesquisas realizadas sobre a região.

Foi seguido o método hipotético-dedutivo, buscando demonstrar que, na Amazônia, os efeitos das intervenções antrópicas sobre o relevo estão mais disseminados que a literatura geral sobre impactos ambientais tem sugerido, o que pode ser a herança de uma imagem de terra extensivamente plana que predominou até meados do século XX.

Quando se verificam as leituras mais gerais sobre os efeitos das intervenções humanas na Amazônia brasileira (e.g.: SALATI et al., 1986; BRITO, 1990; LOUREIRO, 1992; AB'SÁBER, 1996; FERREIRA; SALATI, 2005), processos de viés geomorfológico como a erosão dos solos e o assoreamento dos cursos d'água são relativamente pontuais, apesar da existência de contribuições ao tema em debate (e.g.: FEARNSIDE, 1980; WILLIAMS; MELACK, 1997; MARÇAL; GUERRA, 2000; PROST; MENDES, 2001; SANTOS, 2006; BESERRA NETA; COSTA; BORGES, 2007; VIEIRA, 2008).

A respeito do impacto de estradas sobre os aspectos geomorfológicos, também existem contribuições (e.g.: BRASIL, 2005; CARVALHO; MOLINARI, 2014). Araújo Jr. e Barbosa (2010) e Araújo Jr. (2013) demonstraram a pertinência do tema para estudos ambientais na Amazônia oriental, especificamente o nordeste paraense.

Além disso, na condição de geógrafo o autor da presente tese tem realizado vários trabalhos de campo no Estado do Pará, tendo visitando todas as mesorregiões. Em vários locais sob influência de estradas é possível observar os indícios de alteração do relevo como uma consequência de ações antrópicas.

Por onde passa uma estrada vão sendo produzidas alterações nas formas e processos geomorfológicos, assim como na litologia superficial, uma dinâmica esperada das obras de infraestrutura rodoviária (RODRIGUES; LOPES, 1998; LÓRÁNT; YLIÉS; BAROS, 2010). Trata-se de um conjunto de fenômenos datados pelas intervenções técnicas, que produzem múltiplos efeitos, daí a importância da Engenharia para se entender, utilizando as ideias de Santos (1997), como a natureza é alterada e tecnificada.

1.1 A área de estudo na “velha” fronteira de recursos da Amazônia

Completados dez anos de trabalhos de campo ao longo da rodovia Belém-Brasília, em seu vasto trecho paraense com mais de 200 km lineares, voltar a ela é uma satisfação. Ao contrário de alguns espaços da Amazônia, a dinâmica da paisagem rural é mais ativa, alterando-se os mosaicos de áreas produtivas e vegetação secundária em poucos anos. Idem para a paisagem urbana, com o crescimento das cidades e vilas em extensão e população. Ao que parece, em lances de vista rápidos e ativando a memória de viajante/pesquisador, não se trata de um espaço de economia estagnada.

A abertura da Belém-Brasília na passagem dos anos 1950 para 1960 é uma das mais fascinantes páginas da história recente da Amazônia. Foi, sem dúvida, uma “epopeia”, termo utilizado por Valverde e Dias (1967, p. 323): “a epopeia da BR-014”, seu antigo prefixo, depois mudado para BR-010.

Nos primeiros anos, enquanto as áreas de influência direta e indireta da rodovia iam sendo divididas em lotes rurais e esparsamente povoadas, ela pontuava com imagens pitorescas os noticiários nacionais, ilustrativos de uma nova etapa de desbravamento do “sertão” amazônico após 1950. Barreto (1965, p. 8) resumiu deste modo os fatos divulgados em idos da primeira metade da década de 1960:

Consultamos as reportagens já publicadas sobre a Belém-Brasília nas duas revistas de maior tiragem do Brasil. Uma delas, clama no título: “Três mulheres vencem a estrada condenada à morte!” E legendas: “A cada passo, no leito da estrada, reduzido a um caminho de índios (ou de onças) os caminhões atolam, afundando o eixo no lamaçal grosso”. Outra, muito mais recente (novembro de 1964), assim começa: “A estrada da unidade nacional é, hoje, apenas um viveiro de esperanças”. E títulos: “Milhares de acidentes à espreita desde Porangatu [GO] até Paragominas [PA]”. “As refeições das pensões da estrada ultrapassam o limite do intragável”. E quando, no ano passado, após o excepcional fenômeno de chuvas ininterruptas durante 40 dias, a estrada realmente sofreu um colapso, a cobertura jornalística trazia fotos-legenda como essa: “Há fatos pitorescos como o aparecimento súbito de uma oncinha no meio da estrada”.

Essa rodovia constituiu um dos maiores avanços da ocupação não indígena induzida por um eixo viário terrestre pelo interior da hileia sul-americana. Sua abertura, entre 1958 e 1960, permitiu desde então a expansão de padrões de apropriação e uso da terra e dos recursos naturais, de impactos ambientais e mudanças paisagísticas e territoriais que, se não eram inéditos na Amazônia devido à implantação anterior de estradas de terra e de ferrovias, surgiram em novas dimensões e dotadas de novas formas e conteúdos.

A BR-14, ou Rodovia Transbrasiliana, foi concebida no Plano Nacional de Transportes de 1947, o qual atualizou o Plano de Viação de 1934. Seria uma rodovia N-S de Guamá, atualmente São Miguel do Guamá – PA, passando por Goiânia – GO e prosseguindo até Livramento – RS, na fronteira com o Uruguai (CARVALHO, 1967; VALVERDE; DIAS, 1967). A Belém-Brasília, assim, corresponde somente a uma parte da Transbrasiliana. Aquele plano passou por revisões em 1964, quando foi estabelecido o prefixo de três números para as rodovias (CARVALHO, 1967); e em 1973, elaborando-se o Plano Nacional de Viação (PNV) ainda em vigor (BRASIL, 2007).

Atualmente BR-010, a Belém-Brasília oficial é uma rodovia radial¹ com 1.954,1 km de Belém – PA a Brasília – DF, coincidindo em alguns trechos com outras rodovias federais. Na toponímia popular empregada no Pará a rodovia só tem início em Santa Maria do Pará, no entroncamento com a BR-316, antiga BR-22, uma estrada mais antiga que a Belém-Brasília em pelos menos 50 anos (BARRETO, 1965).

O trajeto que vai da capital paraense à cidade de Santa Maria do Pará é conhecido, também, como BR-316, rodovia diagonal com 2.062 km que se prolonga até Maceió – AL (BRASIL, [s/d] 2015). A partir de 1960 e, sobretudo, de 1970, outras rodovias federais e estaduais e numerosas vicinais foram conectadas à BR-010 e à BR-316, consolidando na Amazônia oriental o modelo rodoviarista de circulação inaugurado no governo do presidente Juscelino Kubistchek (Mapa 1). As dinâmicas socioespaciais e ambientais desta parte da Amazônia permitem enquadrá-la como uma “velha” fronteira de recursos, denominação utilizada por Veríssimo et al. (1992).

Ao sintetizar as transformações no espaço regional amazônico que vinham ocorrendo desde os anos 1950, Andrade (1977, p. 73) fez menção à Belém-Brasília:

A Amazônia prepara-se para grandes transformações. A partir da década de cinquenta, com a construção da rodovia Belém-Brasília, ela passou a se ligar a outras regiões do país por via terrestre, entrando a participar de um processo rápido de integração. Os fluxos deixaram de chegar à metrópole regional – Belém – pela lenta via marítima e passaram a chegar rapidamente pela via terrestre. A área marginal à estrada foi ocupada, revitalizando velhas povoações e provocando o aparecimento de novas. Desde então passou-se a procurar captar economicamente o grande espaço desocupado para os grandes centros de decisões nacionais, ignorando-se a rede fluvial e os tradicionais caminhos coloniais.

¹ A terminologia rodoviária do PNV, definida pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), considera como rodovias radiais aquelas que partem da capital federal rumo aos extremos do País; e diagonais, as que possuem orientação NW-SE ou NE-SW (BRASIL, 2007).

Mapa 1 – Localização da área de estudo no contexto regional.

A rodovia Belém-Brasília pode ser entendida, do ponto de vista ambiental, como um fenômeno de transformação contínua da natureza nos trópicos úmidos, que tem gerado uma série de paisagens com feições antropizadas. Ab'Sáber (1977, p. 10, grifo do autor) fez uma síntese deste processo:

Com a Belém-Brasília – rodovia certamente indispensável para o início de uma integração entre o Brasil Atlântico, o Brasil Central e o Brasil Amazônico – criaram-se enormes frentes de desmatamento, nos dois lados da rodovia, introduzindo-se atividades *agro-pecuárias*, com forte degradação vegetal, esgotamento dos solos e secamento parcial dos mananciais de cabeceiras de igarapés, devido sobretudo à falta de racionalidade dos projetos de formação e desenvolvimento das fazendas regionais.

Conforme proposta de Valverde e Dias (1967), a área de influência da Belém-Brasília foi dividida em três “unidades geoeconômicas”: a Seção Norte, entre Belém – PA e as proximidades de Açailândia – MA, caracterizada pela hileia; a Seção Central, entre Açailândia e Porangatu – GO, correspondendo ao domínio dos cerrados nos vales médios dos rios Tocantins e Araguaia; e a Seção Sul – entre Porangatu e Brasília – DF, zona do divisor das bacias hidrográficas do Amazonas e do Prata.

Na sua Seção Norte a rodovia segue as feições mais gerais do relevo, como que deslizando por uma rampa de piso irregular constituída por dois níveis de platôs, setores rebaixados aplainados a colinosos e calhas fluviais, em substrato sedimentar de idade mesozoica ou cenozoica, onde aparecem as formações Itapecuru, Ipixuna e Barreiras, recobertas por lateritas maduras e imaturas e sedimentos inconsolidados mais recentes (SOMBROEK, 1966; GOÉS, 1981; AB’SÁBER, [1986] 1996; ROSSETTI; GOÉS, 2004; KOTSCHOUBEY; TRUCKENBRODT; CALAF; 2005; KOTSCHOUBEY et al., 2005).

Desde o Brasil Central, no Estado de Goiás, até a faixa de retroterra da Zona Costeira Amazônica, no Estado do Pará, a Belém-Brasília atravessa diversas faixas de estruturas geológicas e unidades de relevo, junto a variações topográficas, climáticas, pedológicas, hidrográficas, botânicas, geoeconômicas e socioculturais. Não é diferente quando se considera o percurso ao sul de Brasília, que cruza as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul.

Essas variações expressam o que a Transbrasiliana tem de mais essencial do ponto de vista de sua projeção territorial: as variações espaço-paisagem no interior do Brasil tropical e sub-tropical. A Transbrasiliana é, também, uma das mais importantes artérias de fluxos do País, interconectando as grandes regiões brasileiras.

O recorte sub-regional da Seção Norte será denominado de Corredor Norte da Belém-Brasília, definido como um espaço sem contornos bem delimitados, estendendo-se por cerca de 450 km entre Santa Maria do Pará – PA, no norte, Cidelândia – MA e São Francisco do Brejão – MA, no sul. A expansão da ocupação nesta área deu-se após 1960. Além de aspectos em comum da história e das suas paisagens, este Corredor é um eixo que conecta populações e induz fluxos na Amazônia oriental, e dela para outras regiões do Brasil.

O limite setentrional aqui proposto difere de Valverde e Dias (1967), que o definiram em Belém – PA. Mesmo o limite em Santa Maria do Pará, contudo, implica considerar um limite gradativo com a tradicional região sob influência direta da capital paraense, formada pela Região metropolitana de Belém (RMB) e seu entorno, Marajó, e as zonas do Salgado e da Bragantina Paraense, espaços cuja ocupação colonial foi iniciada nos séculos XVII e XIX (PENTEADO, 1968).

Menos complexo é o limite meridional, pois ao sul de Açailândia – MA o domínio da hileia (floresta ombrófila) começa, efetivamente, a transição para o cerrado, configurando a Pré-Amazônia Maranhense (Mapa 1); e a cidade de Imperatriz – MA representa, em sua gênese, uma fase mais antiga de ocupação não indígena da Amazônia, dos séculos XVIII e XIX, que os municípios que lhe fazem limite ao norte, Cidelândia – MA e São Francisco do Brejão – MA, que têm sua gênese ligada à abertura da Belém-Brasília no final da década de 1950 (FERREIRA, 2008).

O Corredor em questão está localizado na borda oriental e área mais intensamente alterada por intervenções antrópicas do domínio morfoclimático amazônico, ou terras baixas florestadas equatoriais, o qual apresenta aspectos paisagísticos e ecológicos de dimensões (sub)continentais, superior a 2 milhões de km², podendo ultrapassar os 5 milhões de km² conforme o critério de delimitação adotado. Esse domínio, que na escala global integra os trópicos úmidos, foi diferencialmente afetado, no tempo e no espaço, por várias frentes econômicas e demográficas nas últimas seis décadas (AB'SÁBER, 1973, 1977, 1996, 2003).

Do universo total do Corredor Norte da rodovia Belém-Brasília, foi selecionado para mapeamento e análise um polígono com cerca de 808,17 km², ou 50 km de comprimento no sentido N/S e 20 km no sentido E/W (Mapa 1).

Tendo a BR-010 como eixo central, a área de estudo se estende desde 4 km ao norte da cidade de Ipixuna do Pará, até 2 km ao sul da bifurcação desta rodovia com a PA-125, ponto situado 8 km a noroeste da cidade de Paragominas. A maior parte da área se localiza no Município de Ipixuna do Pará (86,66% ou 700,35 km²), seguido pelo Município de Paragominas (8,95% ou 72,31 km²). O limite entre ambos é feito pelo rio Candiru-Açú, atravessado em seu alto curso pela rodovia. Esses são os municípios de interesse direto para a pesquisa. Outros dois municípios paraenses abrangem uma extensão menor da área de estudo, Nova Esperança do Piriá (2,75% ou 22,2 km²) e Capitão Poço (1,65% ou 13,31 km²), localizando-se na área de influência indireta da rodovia.

A escolha do polígono como área de estudo foi determinada pela representatividade sub-regional dele, tendo em vista os aspectos paisagísticos (feições originais e antropizadas) e morfológicos (alternância de relevos aplainados e colinosos), de maneira que os resultados da pesquisa possam ser replicáveis ao entendimento do georrelevo antrópico por todo o Corredor Norte da Belém-Brasília.

2 PAISAGEM E GEORRELEVO ANTRÓPICO: SEGUINDO POR UM ATALHO NA BUSCA DE ALGUMAS DEFINIÇÕES

Na trajetória do pensamento ocidental e da Geografia moderna a paisagem é uma categoria polissêmica que serve às artes e às ciências (ROUGERIE; BEROUTCHACHVILI, 1991; SALGUEIRO, 2001; BESSE, [2000] 2006). Está presente no temário da Geografia Humana, da Geografia Física, da Ecologia, da Agronomia, da Arquitetura, da Antropologia e de outros ramos do conhecimento.

Para a análise foram buscados autores na Geografia e na História, visando a reunir um referencial teórico-conceitual adequado ao entendimento das relações da paisagem com o espaço geográfico, e da ação humana sobre a natureza, ambas colocadas no tempo.

A análise é mediada pela noção de impacto ambiental, para desembocar depois no conceito de georrelevo. A discussão sobre paisagem vai direto à perspectiva aqui adotada, a do espaço-paisagem, sem a pretensão de elaborar um amplo resgate epistemológico, tarefa feita por vários autores (e.g.: ROUGERIE; BEROUTCHACHVILI, 1991; BESSE, [2000] 2006; SALGUEIRO, 2001; MATEO RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004). Um resgate epistemológico mais profundo seria, metaforicamente, outra estrada longa a percorrer, tendo em vista a farta literatura geográfica e não geográfica existente sobre paisagem.

Segue-se a explanação por um atalho, reunindo alguns referenciais em torno daquela perspectiva. Foram consultados e citados, também, autores de outras correntes, o que revela a “espessura” do debate sobre paisagem no temário geográfico, onde a categoria ocupa um eixo epistemológico central.

Nesta etapa, a operacionalização da categoria paisagem incluiu a sua definição e a apresentação das escalas e elementos/fatores de análise.

2.1 Primeiro trecho: um conceito de paisagem, um conceito de espaço geográfico

A paisagem é, inicialmente, uma perspectiva do olhar humano sobre a terra, dito em outras palavras, sobre o espaço ou o território. Besse ([2000] 2006, p. 20-21, grifos do autor) indica que na construção etimológica da palavra paisagem, surgida do vocábulo holandês *landschap*, existe uma relação entre percepção visual e condições geográficas de existência:

Antes de adquirir uma significação principalmente estética, ligada ao desenvolvimento específico de um *gênero* de pintura a partir dos séculos XVII e XVIII, a palavra *landschap* (*Landschaft, paese*) possui uma significação que se pode dizer *territorial* e *geográfica*. [...]

Nesta perspectiva geográfica, a “paisagem” não é definida de início como a extensão de um território que se descortina num só olhar desde um ponto de vista elevado, segundo a fórmula tornada clássica a partir do século XVII na história da pintura. Ela é entendida como espaço objetivo da existência, mais do que como vista abarcada por um sujeito.

O conceito de paisagem, deste modo, nasceu confundindo-se com o próprio espaço de vivência imediata, assumindo depois um sentido abstrato de representação que pode estar presente, por exemplo, em um desenho, pintura, texto ou mapa (Fig. 1-5, Mapas 2 e 3). No último caso, elabora-se uma abstração em plano cartográfico, vinculado à noção de área. As representações geográficas, especificamente, não estão limitadas ao mapa, e nelas a paisagem se torna a *geopaisagem* (“*géopaysage*”), termo utilizado por Giblin (1978).

Ao longo do século XX e, sobretudo, após 1960, a narrativa geográfica da paisagem passou por mudanças profundas quanto à sua definição, métodos de pesquisa e relação com outras categorias de análise. Salgueiro (2001) agrupou os geógrafos envolvidos com o temário paisagem em dois enfoques:

- o “objectivável”, mais tradicional, no qual a paisagem é identificada com uma porção da superfície terrestre, uma realidade material com características próprias, analisáveis objetivamente. Este foi o enfoque que predominou na Geografia Clássica,² seguindo, majoritariamente, o método positivista, a exemplo do esquema vidalino, que associou a paisagem à escala média, aos quadros (“*tableaux*”) regionais, definindo paisagens-tipo para as diferentes porções do espaço individualizadas como regiões homogêneas (GIBLIN, 1978). Permanece como o enfoque predominante nas disciplinas da Geografia Física, havendo a renovação da visão naturalista pela adoção da Teoria Geral de Sistemas (TGS), que permite entender a natureza como ecossistema, um conjunto ordenado, em perspectiva basicamente vertical, de cadeias tróficas e processos ecológico-funcionais. Esta noção foi vertida para a Geografia como o geossistema, no qual a ordem da natureza é tomada horizontalmente, em diferentes

² Expressão utilizada com o mesmo sentido epistemológico que lhe atribui Moreira (2008), abrangendo a fase da ciência geográfica que vai da segunda metade do século XIX até meados da década de 1960. Para esta fase é amplamente empregado o rótulo “Geografia Tradicional” (Cf. MORAES, [1983] 1999). Claval (2002) utiliza o termo “enfoque naturalista”, uma alusão ao método positivista compartilhado com as Ciências Naturais. Ainda sobre Geografia Clássica, verifica-se seu uso para se referir ao conhecimento geográfico das antigas civilizações grega e romana – Antiguidade Clássica (Cf. TATHAM, 1959).

grandezas espaciais (DELPOUX, [1972] 1974; SALGUEIRO, 2001; MATEO RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2004);

- o “fenomenal” (fenomenológico), ligado à Geografia Cultural e Humanista, que tem no intercâmbio entre a paisagem e o lugar o seu principal aparato conceitual. A paisagem, neste enfoque, é subjetiva, um produto dos valores sociais e estéticos, das percepções e atitudes dos sujeitos perante o espaço, sendo importante, também, a noção de ambiente (SALGUEIRO, 2001; CLAVAL, 2002). Estudos da percepção geográfica, dos valores e dos saberes culturais têm sido feitos na Geografia Física, mesmo que a paisagem não seja a categoria-chave, incorporando-se as definições e metodologias de ramos das Ciências Naturais que se aproximaram da Antropologia, como o são a Etnobotânica e a Etnopedologia. Outro exemplo é a interpretação de formas de relevo na paisagem como geomorfossítios (“*geomorphosites*”), dotados de forte valor histórico, cultural e estético (REYNARD, 2005).

A problemática da tese se alinha ao primeiro enfoque: a paisagem exterioriza, objetivamente, elementos materiais e imateriais do espaço geográfico.

Figura 1 – Exemplo de pintura romana de paisagem encontrada em Pompeia, de função decorativa em parede (afresco), descrita por Ling (1991, p. 145) como “*Landscape with villa and fishing labour*”, cerca de 20 A. C., pintor desconhecido. O autor citado explica que este gênero se desenvolveu entre o segundo e o terceiro estilos da pintura romana antiga, e mostra elementos estilizados que fundem natureza e artifício humano, a primeira subordinada ao segundo, numa perspectiva ainda limitada da paisagem no que diz respeito à visão de horizonte.

Fonte: Museo Nazionale Romano, Palazzo Massimo, Villa dela Farnesina, Corredor F. Direitos garantidos.

Figura 2 – Exemplo da milenar pintura de paisagem chinesa, que também possui, essencialmente, uma função decorativa. Nessa ilustração de Dong Yuan (934-932), traduzida por “Os rios Xiao e Xiang”, século X, o relevo tem papel de destaque na representação da paisagem, um aspecto comum nas obras desse pintor. A perspectiva de uma paisagem divisada no horizonte, pelo olhar, já era nítida séculos antes disso se tornar uma técnica usual de representação na pintura ocidental.

Fonte: Palace Museum, Beijing. Domínio público.

Figura 3 – Desenho de Leonardo Da Vinci (1452-1519), “*Paessagio com la veduta dell’Arno*”, datado de 1473. É típico do estilo renascentista que consolidou, na tradição ocidental da pintura, a perspectiva de horizonte e o plano de fundo, tal como o mundo visto do alto, aspecto tratado por Besse ([2000] 2006) em relação às obras do pintor holandês Peter Brueghel, o “Velho”, na série “Grandes Paisagens”. Enquanto em Brueghel a pintura de paisagem é o instrumento de um discurso que se abre para o conhecimento do mundo, nas obras de Da Vinci ainda se trata da descrição das regiões, associada à função do desenho para o estudo de fenômenos naturais.

Fonte: Gabinetto Disegni e Stampe degli Uffizi, Firenze. Direitos garantidos.

Mapas 2 e 3 – As cidades de Cusco, no Peru, e da cidade do México, que fazem parte da obra “*Civitates orbis terrarum*”, um tipo de atlas de cidades publicado da segunda metade do século XVI ao primeiro quartel do XVII. Tal como em várias das obras de Da Vinci, e na coleção “Grandes Paisagens” de Brueghel, existe aí uma relação direta entre pintura de paisagem e cartografia, e, além disso, verifica-se uma universalização do discurso ocidental de representação do mundo, incluindo os continentes recém “descobertos” para os quais a cultura europeia se expandia.

Fonte: Georg Braun e Franz Hogenberg, “*Civitates orbi terrarum*” (1572-1617, 6v).

Neste sentido, a perspectiva do espaço-paisagem, tal como denominado por Santos ([1971] 2008, p. 75), coloca-se em parte no enfoque “objectivável”, uma vez que, de acordo com o objeto de estudo, os elementos subjetivos podem ter importância. Tal perspectiva surgiu do deslocamento da análise da paisagem em nível regional, ou região-paisagem, que era central na Geografia Clássica, para a análise da organização e estrutura espacial no contexto de renovação desta ciência após 1950-60, assumindo posturas neopositivistas, estruturalistas, sistêmicas, dialéticas e/ou fenomenológicas.

Além de renovar a discussão acerca da paisagem, junto com o espaço geográfico, no movimento de renovação ganharam força as categorias de território, de lugar e de rede, na medida em que essas se mostraram mais adequadas à compreensão das realidades locais, do global e das interações escalares de diversos níveis (CLAVAL, 2002).

A perspectiva do espaço-paisagem deve-se às formulações de um grupo de geógrafos humanos atuantes na França, como Giblin (1978), Raffesttin (1978), Santos ([1971] 2008, 1978, [1988] 2014) e Rougerie e Beroutchachvili (1991). Milton Santos, em particular, derivou deste grupo para a elaboração de contribuições teóricas voltadas, sobretudo, para a

interpretação do espaço nos países subdesenvolvidos. Todos eles concordam que o termo paisagem muitas vezes foi usado como sinônimo de espaço, e que, embora sejam categorias distintas, são correlacionáveis.

Com base nessa perspectiva, a paisagem, ou geopaisagem, é entendida como uma unidade fisionômica constituída por dois ou mais aspectos dominantes, que podem ser analisáveis ao nível das escalas grandes e médias do espaço geográfico. É, até certo ponto, uma noção próxima à de geossistema³ (GIBLIN, 1978).

Em cotejo com o rol de interpretações da paisagem sistematizado por Mateo Rodrigues, Silva e Cavalcanti (2004), a noção acima tanto é o aspecto externo (visual, estético) de uma área ou território, que se deve à percepção do sujeito em relação ao conjunto de objetos e relações que constituem o espaço geográfico; quanto ela contém os atributos da materialidade e funcionalidade do espaço, como formação natural, antroponatural ou sistema econômico-social (Fig. 4). Isto permite afirmar que a paisagem não é, somente, uma imagem ou elaboração intelectual; ela é um nível do real e da sua apreensão.

Para entender a totalidade da paisagem é preciso conceituar o espaço geográfico, uma categoria que, tal como a primeira, é polissêmica e desperta o interesse de vários estudiosos dentro e fora da Geografia (SANTOS, [1971] 2008; [1988] 2014).⁴

O espaço, conforme a perspectiva de análise adotada, é a estrutura ou, de acordo com Raffestin (1978), a geoestrutura (“*géostruture*”) que precede e que sustenta toda e qualquer paisagem.⁵ Não é o espaço, apenas, uma superfície, área ou plano de extensões e localizações; é também, e fundamentalmente, um conjunto de objetos, conteúdos, relações e movimentos

³ Para Bertrand ([1968] 1971, p. 11-12), “O geossistema situa-se entre a 4ª e a 5ª grandeza temporo-espacial. Trata-se, portanto, de uma unidade dimensional compreendida entre alguns quilômetros quadrados e algumas centenas de quilômetros quadrados. É nesta escala que se situa a maior parte dos fenômenos de interferência entre os elementos da paisagem e que evoluem as combinações dialéticas mais interessantes para o geógrafo.”

⁴ O resgate da discussão sobre paisagem em Santos considera os seus textos das décadas de 1970 e 1980, que antecedem a fase final da obra do autor. A partir do livro “Metamorfoses do espaço habitado”, a noção de paisagem em Santos foi limitada ao “domínio do visível” (SANTOS, [1988] 2014, p. 88-89). Outro ponto de discordância é o da visão estática da paisagem em Santos, algo que pode implicar numa simplificação, mesmo que ele considere isto como “recurso analítico” (SANTOS, [1988] 2014, p. 78) aliado à noção de “rugosidades” para identificar os tempos materializados no espaço geográfico (SANTOS, [1971] 2008; SANTOS, 1996). A paisagem é dinâmica e instável (BERTRAND, [1968] 1971), mutável, aspecto que o próprio Santos (1978) já havia admitido ao tratar da importância da noção de tempo. Não pode ser vista, portanto, como uma entidade geográfica estática.

⁵ Para Raffestin (1978) a passagem da geoestrutura (espaço) para a paisagem ocorre por meio do geograma (“*géogramme*”), que é uma imagem ou conjunto de signos. Convém destacar que os editores da revista *Hérodote* (nº. 9) na qual o texto foi publicado discordam da concepção de paisagem como geograma, afirmando, em nota, já tratar-se de uma elaboração intelectual, sem o nível primeiro de apreensão do real que surge como “*paysage-terrain*” (Cf. GIBLIN, 1978), a paisagem vista (“*paysage vu*”) que antecede qualquer modelo explicativo (“*géopaysage*”).

que lhe dão um sentido geográfico (RAFFESTTIN, 1978; SANTOS, [1971] 2008; 1978; [1988] 2014). A paisagem, assim, origina-se e é parte do espaço geográfico.

NÍVEIS DE INTERPRETAÇÃO		LEITURAS DA PAISAGEM	CATEGORIAS DA PAISAGEM	APLICAÇÕES DA PAISAGEM
<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-between;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">PAISAGEM GEOSISTEMA</div> <div>PAISAGEM CULTURAL</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">ESPACO-TERRITORIO VISUAL</div> </div>		GEOGRÁFICA ECOLÓGICA BIOLÓGICA FÍSICO-QUÍMICA	SISTEMA DE CATEGORIAS	DESENHO AMBIENTAL
			HABITADA, DA VIDA	ORDENAMENTO ECOLÓGICO
			FONTE DE RECEPÇÕES	PAISAGISMO
		ESTÉTICA ARTÍSTICA SENTIMENTAL	CONSERVAÇÃO DO FUNDO GENÉTICO	PLANEJAMENTO TERRITORIAL
		SOCIAL CULTURAL ARQUITETÔNICA	LABORATÓRIO NATURAL	ASSIMILAÇÃO TECNOLÓGICA
PAISAGEM ANTROPO-NATURAL				MANEJO E GESTÃO
PAISAGEM NATURAL				MONITORAMENTO E CONTROLE
SISTEMA ECONÔMICO-FUNCIONAL (BASE DE PRODUÇÃO, MEIO AMBIENTE PAISAGÍSTICO)				

Figura 4 – Esquema da paisagem como sistema de conceitos.

Fonte: Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004, modificado).

Esta totalidade chamada de estrutura pode ser entendida, também, como o espaço total (SANTOS, 1996), não somente do ponto de vista (inter)escalar, mas também por conta das relações sociedade/ natureza. Para Ross (2006, p. 50),

A abordagem teórica apresentada por Santos (1996) sobre “espaço”, “paisagem”, “configuração territorial”, “totalidade”, ou “espaço total” deixa claro que as questões relacionadas com a Geografia, trabalhadas nos diferentes pontos da superfície da Terra, não podem ser tratadas somente pela ótica da natureza ou das sociedades humanas que habitam tais lugares. Assim, é preciso tratar e apreender esses diversos lugares, com suas diversidades naturais e sociais, no contexto de sua totalidade, ou seja, no âmbito do “espaço total”.

Com base na mesma obra de Santos (1996), intitulada “A natureza do espaço”, esta linha de raciocínio, o espaço como totalidade, foi seguida por Suertegaray (2000, 2002) ao propor a noção de “Espaço Geográfico Uno e Múltiplo”, lançando mão, também, de outros aportes teóricos para posicionar sua discussão no âmbito das diferentes categorias de análise da Geografia.⁶ A questão da natureza nos dias de hoje, para a última autora citada, vai além da interface com a sociedade nas dinâmicas de produção do espaço geográfico (e do ambiente,

⁶ “Assim, espaço geográfico poderia ser entendido como um disco, a exemplo do disco de Newton. O disco setorizado em diferentes áreas expressa a possibilidade analítica de leitura do espaço geográfico a partir de diferentes conceitos” (SUERTEGARRAY, 2002, p. 118). A visão do espaço privilegiando a natureza é tomada pela autora com base na noção de transfiguração (passagem de uma figura para outra), de Maffesoli (1995). Para a autora “[...] uma natureza possuída pelo homem transfigura-se, adquire outra dimensão” (Idem, p. 116).

do território, da paisagem etc.), incluindo uma dimensão mais profunda de transformação (transfiguração), que origina uma natureza artificial ou tecnificada, ou instrumental, termos emprestados de Santos (1996).

Não se pode mais, portanto, considerar os elementos “naturais” do espaço/paisagem como decorrentes, unicamente, de processos de auto-organização da natureza primária (SUERTEGARAY, 2000), ao que se pode chamar de forças telúricas, oriundas de elementos bio-físicos. No próximo item, a discussão sobre a natureza é retomada ao se tratar dos elementos constituintes da paisagem.

2.2 Segundo trecho: os elementos e os fatores da paisagem

Afinal, do que é feita a paisagem? O que existe nela que justificou, inclusive, um tipo específico de pintura já existente entre os romanos antigos, os chineses durante o primeiro milênio da era cristã, e tão apreciada na Modernidade, a chamada pintura de paisagens? Por que desperta para a contemplação, para o belo, sendo igualmente cenário de medo? Por que tem sido frequentemente confundida com natureza?

As respostas a estas perguntas estão no modo como os elementos e os fatores⁷ da paisagem são vividos, percebidos e concebidos.⁸

Os elementos e fatores da paisagem são, até certo ponto, os mesmos que se encontram na constituição do espaço; porém, na primeira os atributos estéticos se sobrepõem aos de área ou superfície, determinantes no segundo. Os fatores da paisagem são constituídos por elementos materiais, que são as formas ou objetos; e por elementos imateriais, que conferem conteúdo àqueles.

As contribuições de Santos ([1971] 2008; 1978; [1988] 2014) permitem propor uma análise da paisagem com base nas formas e conteúdos, inseridos nessa totalidade que é a estrutura: o espaço, mais a sociedade e a natureza. Para este autor,⁹ a sociedade modifica e

⁷ Elementos são definidos, a partir de pressupostos da Filosofia e da Química, como as partes (ou substâncias) mais básicas das “coisas”, e essas são determinadas, mais além, por fatores que resultam do agrupamento de elementos (MICHAELIS, 2015).

⁸ O vivido (espaço de representação), percebido (espaço material) e concebido (representação do espaço) (Cf. LEFEBVRE, [1974] 2007; HARVEY, [1990] 1992) não são categorias centrais do presente trabalho, porém estão sendo mencionadas porque a experiência humana para com a paisagem parte do espaço geográfico.

⁹ “*Pour en revenir au problème de base, disons que la société produit le paysage, mais cela ne se fait pas sans médiation. C'est pourquoi, à côté des formes et de la structure, nous devons tenir compte des fonctions et des processus qui, par l'intermédiaire des fonctions, ont transformé l'énergie sociale dans les formes* » (SANTOS, 1978, p. 73, grifos do autor).

produz a paisagem com a mediação das funções, que vão conduzir os processos, as formas e, como um todo, o espaço geográfico na condição de estrutura.

Não se pode omitir que estas considerações estão voltadas para uma interpretação do espaço socialmente produzido, enquanto a natureza, embora presente, não ocupa senão um papel secundário. Mesmo que se tenha em mente o papel crescente da ação humana sobre a natureza nos últimos milênios e, principalmente, nos últimos três séculos por conta da industrialização, aumento da urbanização e do crescimento populacional (GOUDIE, 1981), deve-se conferir o peso justo aos elementos e fatores naturais, os quais, sob graus diversos de alteração, possuem conteúdos próprios.

Assim, a análise da constituição da paisagem passa pela distinção entre os elementos ditos “naturais” e os “humanos”, a par da consideração dos impactos da ação antrópica sobre a natureza. Esta etapa é, dentro de uma abordagem sistêmica, um nível inicial de análise que antecede o entendimento da natureza terrestre como um conjunto integrado e complexo de elementos (KUGLER, 1976; TRICART, 1977; ABREU, 1985; ROSS, 2006).

Os elementos naturais são abióticos ou bióticos, ou, dito em outras palavras, biofísicos. Elos são, em sua gênese, independentes da ação humana, e em face de mudanças ocasionadas por esta tais elementos mantêm algumas de suas características originais e continuam sendo animados pelas forças telúricas internas, isto é, oriundas do interior da Terra – tectônica, vulcanismo, gravidade; ou por forças externas, que provêm de fora do planeta – interações com o sistema solar (Fig. 5).

Os fatores antrópicos, ao constituir um terceiro grupo de forças (atividades humanas) (Fig. 5), complexificam a análise da constituição e dinâmica da paisagem e, por conseguinte, do espaço geográfico.

As atividades humanas são, conforme destacam Tricart e KiewietdeJonge (1992), de uma “natureza diferente”, e resultam do uso de tecnologias inventadas no tempo histórico, o que ocorre de modo desigual espacialmente de acordo com o nível técnico e a organização sócio-política e econômica das sociedades humanas.¹⁰ Trata-se, conforme mencionado no item anterior, do que Santos (1996), Suertegaray (2000, 2002) e Ross (2006) discutem como a natureza artificial, tecnificada ou instrumental, ou ainda, de tecnosfera.

¹⁰ Do texto original, acima traduzido, foi substituída a categoria de superfície terrestre pela de espaço geográfico: “*The third input, ‘human activities’, is of a different nature. It is a result of the technology invented during time historical and which is used unequally on the **Earth’s surface** according to the technical level and socio-political and socio-political and economic organization of human societies*” (TRICART; KIEWIETDEJONGE, 1992, p. 21, grifo nosso).

Figura 5 – O sistema terrestre natural: esquema de fluxos de matéria e energia.

Nota: as linhas de setas nas duas pontas indicam a recíproca interação entre dois fatores ou conjuntos de fatores; uma ponta apenas denota influência em uma única direção.

Fonte: Tricart e KiewietdeJonge (1992, modificado).

Coloca-se, então, a dificuldade de considerar o “natural” em face de um contexto ambiental, isto é, as relações sociedade/natureza, no qual praticamente todo o sistema terrestre já foi impactado de algum modo pela intervenção humana. Se a mediação entre a sociedade e o espaço-paisagem ocorre por meio das funções, que dão sentido e dinamizam as formas (SANTOS, 1978), a mediação para com a natureza e seus híbridos está, objetivamente,¹¹ na utilização do trabalho e das técnicas, ocasionando um impacto ambiental. De acordo com Coelho (2000, p. 24-25),

Impacto ambiental é, portanto, o processo de mudanças sociais e ecológicas causado por perturbações (uma nova ocupação e/ou construção de um objeto novo: uma usina, uma estrada ou uma indústria) no ambiente. Diz respeito ainda à evolução conjunta das condições sociais e ecológicas estimulada pelos impulsos das relações entre forças externas e internas à unidade espacial e ecológica, histórica ou socialmente determinada. É a relação entre sociedade e natureza que se transforma diferencial e dinamicamente.

¹¹ Conforme o enfoque “objectivável” da paisagem.

A mesma autora afirma que “No estágio de avanço da ocupação do mundo, torna-se cada vez mais difícil separar impacto biofísico de impacto social” (COELHO, 2000, p. 25), uma vez que, na produção dos impactos ambientais, as condições ecológicas alteram e são alteradas pelas condições culturais, sociais e históricas. Pode-se reconhecer aí um paralelo com Tricart e KiewietdeJonge (1992), na medida em que estes consideram as atividades humanas como um *input* de matéria e de energia do sistema natural terrestre (Fig. 5). Ross (2006, p. 54) sintetiza este aspecto: “Diante desses conhecimentos, as sociedades humanas não devem ser tratadas como elementos estranhos à natureza e aos ambientes onde vivem, mas precisam ser vistas como parte fundamental dessa dinâmica de fluxos energéticos que fazem funcionar o sistema”.

Neste ponto se coloca o questionamento de um estudioso da História Ambiental, Silva (1997), acerca da separação formal entre paisagens físicas e culturais, propondo uma análise em termos de *continuum* entre elas. Na busca de um viés holístico, sistêmico, que integre os processos naturais e os sociais, ele afirma que:

A distinção entre paisagem física e paisagem cultural, como feita na história, e que prevalece na geografia, deve ceder espaço para uma nova visão, cuja ênfase recaia nos resultados na ação do homem sobre o meio ambiente. Devemos entender a natureza, nesta visão, não mais como um dado externo e imóvel, mas como produto de uma prolongada ação humana [...] (SILVA, 1997, p. 204).

Para este autor, a paisagem aparece como resultado dos fatores atuantes na transformação da natureza na longa duração:¹² (1) os dados da geografia física; (2) os dados do direito; (3) a tecnologia disponível; (4) os dados da demografia, e; (5) os dados da sociologia. Apesar de serem válidas para uma análise integrada, de cunho ambiental, as considerações do autor limitam a geografia aos dados materiais determinados pelo contexto locacional: “A geografia apresenta-se, assim, como condição sensível inicial, mas incapaz de determinar qualquer processo linear de evolução” (SILVA, 1997, p. 212).

Outro historiador, Almeida (2011, p. 247),¹³ tem uma visão integradora semelhante à de Silva (1997):

¹² Longa duração no estilo de Braudel ([1958] 2007), que a entende como a história ritmada por um tempo mais lento, isto é, de transformações lentas.

¹³ Tanto a chamada História das Paisagens, à qual se alinha Silva (1997), quanto a História Ambiental, seguida por Almeida (2011), são correntes que enfatizam as relações sociedade/natureza ao longo do tempo. Os referenciais, porém, são diferentes, uma vez que o primeiro autor citado tem como base a Antropologia e a Geografia, e o segundo, a Física (termodinâmica) e a Sociologia (marxismo).

Em nossa proposta, admitindo as alteridades, incertezas e procurando o diálogo, estamos compreendendo que estas partes, unidades retiradas de um todo, significam o grande conjunto conceitual histórico e ambiental: matéria, tempo, espaço, energia, cultura, política, constituindo-se em constelações de conceitos que nos possibilitam uma reflexão em história ambiental.

A proposta acima reescreve a anterior. Fez-se uma adaptação de ambas para entender os elementos naturais e humanos, materiais e imateriais, que constituem a paisagem (Fig. 6); e que permite, também, fazer a releitura do esquema geossistêmico apresentado anteriormente (Fig. 5). Tais elementos se combinam de modo diverso em formas e conteúdos que, tomados em conjunto desde uma determinada escala de observação, são a base dos fatores que caracterizam a paisagem e respondem por sua dinâmica, a exemplo dos rios, da vegetação, do relevo, do clima, das edificações, dos modos de produção e dos tipos de uso da terra.

Figura 6 – Esquema de compreensão dos elementos constituintes da paisagem.

Fonte: elaborado pelo autor.

Espaço e tempo são as totalidades que determinam, em interação, as escalas de análise. Pode-se mesmo dizer que ambos possuem um princípio filosófico estruturador, colocado na Geografia desde o século XVIII com as ideias de Kant (THATAM, 1959) e assumindo, portanto, *status* de categorias.

O esquema proposto (Fig. 6) é, na sua essência, sistêmico, complexo e não linear. Nele consta um segundo conjunto de elementos: matéria e energia, que respondem pelos princípios físicos da constituição e da dinâmica da paisagem, que Tricart e KiewietdeJonge (1992),

dentro de uma perspectiva geossistêmica, entendem numa estrutura de fluxos. As fontes principais de energia (forças) que animam o sistema terrestre são, conforme mostrado anteriormente (Fig. 5), oriundas de *inputs* extraterrestres, do interior da Terra e das atividades humanas, o que dá uma ideia das forças telúricas e artificiais atuando de modo contínuo e integrado na paisagem. Matéria é a própria natureza original ou artificializada. Todos os estratos genuinamente físico-terrestres estão representados neste nível: litosfera, hidrosfera, atmosfera e biosfera.

Os elementos mais genuinamente humanos ou sociais estão na cultura, economia e política, compondo um terceiro tipo de elementos, equivalente à noção de noosfera proposta por Vernadsky (1945). As sociabilidades; sistemas de signos; formas de uso do tempo; técnicas e tecnologias; instituições e organizações culturais, políticas e territoriais; e os modos de produção, de uso e de exploração dos recursos naturais são elementos importantes a serem considerados na análise da paisagem.

Por fim, entra em cena a vida, com as populações humanas e as não humanas, que têm ambos um papel muito distinto na configuração e dinâmica da paisagem.

Os grupamentos de animais não humanos (zoologia) e os vegetais (fitologia), em suas formas e funções, são originários das paisagens nativas e permanecem, com diferentes graus de transformação e estoques de vida alterados, nas paisagens antropizadas.

A ação humana, conforme já discutido, possui um papel central na dinâmica e na configuração da paisagem, dado o poder crescente das técnicas em intervir no ambiente e transformar a natureza. A própria concepção da paisagem é, essencialmente, produto do intelecto humano (EBERLE, 1980). Além da cultura, da política e da economia, possuem destaque, na consideração dos elementos humanos, o modo como os povoamentos rurais e urbanos estão distribuídos nos espaços/territórios.

2.3 Terceiro trecho: a escala da paisagem

A paisagem exterioriza a configuração e a organização do espaço geográfico. Neste sentido, a sua essência deve ser procurada nos modos pelos quais o espaço está organizado, fragmentado e articulado, nas “[...] formas múltiplas de organização que resultam em outras tantas aparências concretas” (SANTOS, [1971] 2008, p. 75).

Os elementos da paisagem são, praticamente, os mesmos da constituição do espaço geográfico, discussão feita no item anterior deste capítulo. A análise da primeira se dá no âmbito de unidades espaciais com escalas específicas, o que introduz, conforme Rougerie e

Beroutchachvili (1991), dois fatos: as divisões do espaço total; e as divisões dos (sub)espaços em frações concebidas como entidades paisagísticas.

A consideração destas unidades espaciais remete à questão de área ou de superfície, determinadas pela escala, aspecto principal que diferencia a Geografia em relação às artes e às demais ciências que utilizam a noção de paisagem.

Neste ponto, duas perguntas podem ser colocadas: quais as escalas máxima e mínima da paisagem? Como estas escalas devem ser trabalhadas?

A partir das ideias de Giblin (1978), podem ser distinguidos dois níveis de vivência, percepção e concepção escalar da paisagem:

- a paisagem real (ou concreta), percebida diretamente pelo olhar sobre uma porção restrita do espaço, que pode ser o espaço de vivência/contato imediato, ou um local alto que aumente a perspectiva de horizonte, a exemplo de um mirante, montanha, balão ou avião. Esta é a paisagem concebida na pintura, à moda de um quadro;
- a paisagem ideal ou tipo, analiticamente concebida como uma síntese geográfica (representação) tomada numa dimensão ampla que o olhar não pode apreender, mas que pode ser ainda o nível local, ou já o sub-regional ou regional. É o caso das paisagens-tipo regionais de La Blache, e da noção de unidade de paisagem, utilizada na perspectiva geossistêmica.

Aqueles níveis correspondem à escala topológica referida por Mateo Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004), que incluem os espaços locais e os regionais. Acima desses últimos posiciona-se a escala global (ou planetária) da superfície geográfica. Para a escala global, que corresponde às zonas (1ª grandeza) e domínios (2ª grandeza) da classificação de Cailleux e Tricart (1956) e de Bertrand ([1968] 1971), não é possível aplicar a categoria paisagem, sendo mais adequado falar de região (GIBLIN, 1978).

A passagem do nível “real” para o “ideal” se orienta da grande para a pequena escala, no sentido cartográfico. É preciso atentar para o quão homogênea ou heterogênea é a área considerada como uma parte do espaço, sem que isso altere o sentido de unidade. Pode-se esperar que o aumento em área conduza a uma homogeneidade maior, por simplificação de elementos, e vice-versa, o que nem sempre corresponde à realidade. O heterogêneo manifesta-se em função do grau de complexidade e de interação dos elementos e fatores que constituem o espaço e a paisagem.

Outro ponto do tratamento escalar é a associação, na paisagem, entre o “espaço total” (SANTOS, 1996) e a “história total” (BRAUDEL, [1958] 2007), ambos entendidos como

estruturas. Por isso, é necessário trabalhar a escala espacial conjugada à temporal, tendo em vista a (co)existência de temporalidades diversas, expressas em conteúdos e formas espaciais que possuem diferentes ritmos e idades.

Santos ([1988] 2014, p. 60) sintetizou o papel da escala no entendimento da relação entre a sociedade, e do espaço com a paisagem, assim como a influência do tempo sobre as mudanças espaciais:

A noção de tempo é fundamental. A sociedade é atual, mas a paisagem, pelas suas formas, é composta de atualidades de hoje e do passado. A noção de escala é igualmente importante, pois, se o espaço é total, a paisagem não o é. Não se pode falar de paisagem total, pois o processo social de produção é espacialmente seletivo. O espaço construído que daí resulta é variegado. Formas de idades diferentes com finalidades e funções múltiplas são organizadas e dispostas de múltiplas maneiras. Cada movimento da sociedade lhes atribui um novo papel.

A leitura de Santos ([1971] 2008, 1978, [1988] 2014, 1996) enfatiza os processos sociais e o trabalho humano sobre a natureza. As formas (ou objetos), tanto as naturais quanto as artificiais, são diferenciadas em seus conteúdos: idades, movimentos, relações, funções e processos. Os conjuntos das formas-conteúdos são, por várias vezes, modificados; algumas permanecem como “palimpsestos” ou “rugosidades” (SANTOS, 1996).

Faz-se preciso, assim, considerar na formação e na distribuição das paisagens todos estes aspectos, o que se pode sintetizar como ritmos e ocorrências desiguais, seja qual for a escala de tempo-espaço trabalhada.

A escala temporal é algo mais complexo que a espacial, adotando-se, para a presente discussão, as noções de tempo social-histórico de Braudel ([1958] 2007), que decompõem a história total em três níveis:

- a curta duração (tempo curto), da História Tradicional, ocorrencial, e da Micro-História. É o tempo do evento, do relato jornalístico, dos indivíduos e da vida cotidiana, medido de segundos a alguns anos. Admite, também, os eventos breves da natureza, a exemplo de uma ventania e uma tempestade;
- a média duração (tempo médio), da História Social e da História Política. É o tempo entendido como conjuntura social, política e/ou econômica, reproduzida em ciclos e interciclos de dez anos a meio século, aproximadamente, reconhecendo-se, quando muito, tendências que atingem a duração secular ou se aproximam dela;
- a longa duração (tempo longo), de amplitude secular a milenar, a qual revela a espessura da história total, lentamente ritmada. Os ciclos, neste nível, repetem-se e se

sucedem com frequência. É na longa duração que se revelam as estruturas sociais, político-econômicas e geográficas mais estáveis, no contato com o tempo das coisas inanimadas da natureza.

Esclarece o autor que esses períodos cronológicos não têm um valor absoluto, embora se apresentem em planos escalonados (BRAUDEL, [1958] 2007, p. 48; p. 14). Ao tempo médio, no qual se desenrolam os eventos, pode-se atribuir a denominação de contexto histórico-geográfico, que se prolonga por décadas.¹⁴

É preciso esclarecer que as ideias de Braudel ([1958] 2007) tratam do tempo social-histórico, da civilização, uma parcela pequena no chamado “tempo geomorfológico” que diz respeito à idade/formação do relevo atual, restrito ao Quaternário (2,5 MI de anos A.P.) e ao Neógeno (23 MI de anos A.P.); e muito menor ainda do “tempo geológico” ou “tempo profundo”,¹⁵ que recua até os primórdios da formação da Terra, a cerca de 4-5 bilhões de anos atrás (SUERTEGARAY, 2009; SARAIVA JÚNIOR, 2013).

Contudo, o tempo social-histórico se superpõe e interconecta àqueles, questão que se coloca na interface entre as ciências (Quadro 1).

Tempo social-histórico	Tempo geomorfológico	Tempo geológico
- Até alguns milhares de anos	- Até alguns milhões de anos	- Até alguns bilhões de anos
- Tempo da civilização	- Tempo do relevo atual	- Tempo do planeta Terra
- Tempo da ação em curso: medido pelo relógio	- Tempo da ação em curso: medido pelo relógio	- Não pode ser medido pelo relógio
- Tempo da ação recente: medido pelo calendário	- Tempo da ação recente: medido pelo calendário	- Tempo da ação recente: muito pouco medido pelo calendário
- Avança pouco na escala geológica	- Faz parte dos dois últimos períodos da escala geológica	- Abrange todo o espectro da escala geológica
- Predomina nas Ciências Humanas, com inserções das Geociências e Ciências Biológicas	- Predomina nas Geociências, com possibilidades de interfaces ambientais com as outras ciências	- Predomina nas Geociências, com inserções das Ciências Biológicas e Humanas

Quadro 1 – Interfaces dos tempos social-histórico, geomorfológico e geológico.

Fonte: elaborado pelo autor com base em Braudel ([1958] 2007), Suertegaray (2009) e Saraiva Júnior (2013).

¹⁴ Existem vários trabalhos, no âmbito de uma Geo-História, discutindo a relação do tempo com o espaço, com as regiões, as paisagens, os territórios etc. Barros (2006) cita o geógrafo Vidal de La Blache e os historiadores Lucien Febvre, March Bloch e Fernand Braudel. A respeito da aplicação das ideias de Braudel aos estudos geográficos, considerações foram feitas por Santos (1996), e uma dissertação dedicada a esta problemática foi elaborada por Poblet (2011).

¹⁵ As idades da escala geológica do tempo seguem a Tabela Cronoestratigráfica Internacional da IUGS (2013).

A História Ambiental, especificamente, perpassa os três níveis do tempo, o que permite entender a relação sociedade/natureza acontecendo (tempo curto), isto é, a observação dos eventos do presente, como o são os impactos ambientais; produzindo tipos paisagísticos inseridos em contextos específicos (tempo médio), relacionados a determinados modos de produção; e o processo total (tempo longo) de transformação da natureza por intermédio do trabalho e das técnicas, de modo rápido ou lento, mas, em todo caso, de efeitos cumulativos (SILVA, 1997; ALMEIDA, 2011).

Esta discussão se justifica pelo fato de não existirem formas de georrelevo antrópico – definição apresentada no próximo item deste capítulo – fora do tempo social-histórico, pois a história delas é, igualmente, o das técnicas e do seu poder crescente de intervenção no ambiente e na paisagem (GOUDIE, 1981; TER-STEPANIAN, 1988; PANIZZA, 1996).

A análise do relevo pelo tempo social-histórico, assim, admite tanto os tempos curtos e médios das sociedade e da natureza, com o evento acontecendo ou pretérito em até algumas décadas atrás; quanto o tempo longo, com as estruturas duradouras, mais antigas, tanto da sociedade como da natureza.

2.4 Trecho final, atalho longo: a paisagem e o georrelevo

A paisagem, tal como visto anteriormente, é constituída pelos elementos e fatores presentes na constituição do espaço geográfico. Ela é uma entidade geográfica real ou abstrata que se oferece à análise de acordo com a combinação espacial e temporal daqueles fatores. Os pontos de partida são muitos, seja com base na escala, seja quando se exploram possibilidades temáticas de estudo, a exemplo do relevo terrestre.

O relevo é a categoria que edificou a ciência geomorfológica, também considerada uma disciplina da Geografia e da Geologia, daí a proposição de Vitte (2008, p. 113-114, grifo do autor) a respeito de uma geomorfologia geográfica e outra de viés mais geológico:

A nossa premissa é a de que a Geomorfologia é uma subdisciplina da Geografia Física e foi estruturada a partir de um profundo debate filosófico e científico durante a *naturphilosophie*, tendo em Alexander von Humboldt e em Johann Goethe os seus principais representantes. Ou seja, a geomorfologia nasce como sendo um campo disciplinar específico na Ciência Geográfica, mas com uma proposta metodológica transcendental, na medida em que a morfologia seria a síntese do Cosmos, ou como coloca PITMAN (2005), uma *Ciência do Sistema Terra*, integradora, materializando e empiricizando a noção de totalidade.

Na Geografia o interesse pelas formas de relevo partiu da consideração delas como um fator integrado na paisagem. A este respeito cabe a seguinte consideração de Dansereau ([1973] 1999, p. 54): “O relevo e a distribuição das formas-de-terreno constituem a própria matriz da paisagem”.

Para o filósofo alemão Goethe (149-1832), tratava-se de “morfologia”, um princípio filosófico estruturador da paisagem no qual as formas são uma síntese da totalidade, da harmonia da natureza e das conexões entre os elementos dela (VITTE, 2008).

É sob este mesmo princípio que as formas de relevo da superfície terrestre passaram a ganhar destaque na Geografia Física a partir dos trabalhos do naturalista alemão Alexander von Humboldt (1769-1859), com destaque para o estudo das montanhas (Fig. 7) (ABREU, 2003). No século XX, Sauer (1925) retomou a questão da morfologia da paisagem na Geografia, atribuindo-lhe um sentido cultural. Na pintura a representação do relevo serve, comumente, de enquadramento para o panorama no qual se descortina a paisagem (Fig. 1-5) (BESSE, [2000] 2006; SALGUEIRO, 2001).

Como um ramo científico sistematizado, a análise integrada do relevo na paisagem deve-se aos trabalhos de Von Richtofen e A. Penck, seguidos de perto por S. Passarge e W. Penck, nomes ligados, de acordo com Abreu (2003), à linhagem alemã, cujo fundamento teórico-conceitual é, essencialmente, naturalista.¹⁶ Outra linhagem foi a anglo-americana, fortemente influenciada pela Geologia Estrutural, com o seu principal ponto de partida nos trabalhos do geógrafo estadunidense William M. Davis.¹⁷

Uma filologia¹⁸ dos estudos sobre as interferências antrópicas nas formas e nos processos do relevo, assim como na litologia de superfície, é complicada porque que eles representam, seja na Geografia ou na Geologia, contribuições quase sempre tópicas na

¹⁶ Cassetti (1991) se refere a este corrente como linhagem epistemológica “germanofônica”.

¹⁷ A perspectiva davisiana, apoiada na noção do “Ciclo Geográfico” (“*Geographical Cycle*”) de William Moris Davis (1850-1934), esteve no cerne da linhagem epistemológica anglo-americana da Geomorfologia, que dominou os estudos nesta disciplina até meados da década de 1950. Nesta perspectiva as noções de estrutura, de processo e de tempo foram ordenadas num modelo evolutivo do relevo, essencialmente dedutivo, composto pelas fases de juventude, maturidade e senilidade, em ciclos sucessivos, por vezes truncados. No “Ciclo Geográfico”, que os adeptos de Davis rebatizaram inadequadamente de “Ciclo de Erosão Normal”, a evolução da estrutura geológica é o principal fator de análise. Modelos foram elaborados para diferentes domínios, resultando em ciclos evolutivos glaciais, áridos, litorâneos etc. (Cf. von ENGELN ([1942] 1956; MONTEIRO, 2001; ABREU, 2003).

¹⁸ No Dicionário Michaelis (2015, n/p) uma das definições de Filologia é a de “Ciência que, por meio de textos escritos, estuda a língua, a literatura e todos os fenômenos de cultura de um povo”.

bibliografia dos diversos autores, nem sempre articuladas entre si, embora possam ser agrupadas por “escolas” no conjunto das Geociências¹⁹ (Fig. 8).

Figura 7 – Zonação dos tipos de vegetação em montanha da cordilheira dos Andes, que consta de um mapa global de vegetação (“*Umrisse des Pflanzengeographie*”) elaborado pelo naturalista alemão Alexander von Humboldt e seu assistente Aimé Bonpland em 1851. As variações paisagísticas ao longo do perfil mostram os diferentes tipos de vegetação associados, em andares, a condições particulares de solos, rochas e clima em diferentes níveis altitudinais e de acordo com a latitude. A técnica de representação alia o rigor científico de investigação da natureza à pintura de paisagens.

Fonte: Buttimer (2012).

¹⁹ Geociências, ou Ciências da Terra, está sendo entendida como o grande ramo do conhecimento que tem algum dos aspectos da natureza terrestre como objeto de estudo. A presente análise bibliográfica enfatiza a Geologia e a Geografia, com algumas referências de oceanógrafos, geofísicos e ecólogos.

Esforços desse tipo assim têm produzido revisões de literatura em duas direções: de ordem cronológica e sem muita conexão entre as obras de referência, que aparecem brevemente na introdução da maior parte dos textos que abordam o tema, por vezes numa sistematização mais longa, a exemplo de Goudie (1981) e Piacente (1996); e discussões que têm como fundo a própria formação da Geografia, da Geomorfologia ou da Geologia, caso de Rodrigues (2004), que demonstrou como esses estudos vão incorporando as teorias gerais, sobretudo a partir da década de 1980.

Outra tentativa de revisão pode seguir a distinção de Vitte (2008) quanto a uma geomorfologia geográfica e outra de viés geológico, conforme visto a seguir.²⁰

2.4.1 Contribuições da Geologia

O tema “Geologia do Homem” foi esboçado no livro “História Natural”, do geólogo francês Georges-Louis Leclerc (1707-1788), ou Conde de Buffon (GOUDIE, 1981); e nos “Princípios de Geologia” do inglês Charles Lyell ([1835] 1837). Este último, apesar de ter dedicado poucas páginas ao tema, inseriu em definitivo o “Homem” no debate sobre os processos que atuam sobre a Terra, considerando-o uma força geológica. Outra referência importante foi Marsh ([1864] 2010), um não geólogo²¹ que abordou os impactos sobre a geologia e geografia física da superfície terrestre numa perspectiva histórica, enfatizando os aspectos tecnológicos das intervenções humanas.

As contribuições dos geólogos, especialmente os russos (Fig. 8), definiram os registros cronoestratigráficos da ação humana no Holoceno (a partir de 11 mil anos A.P.), período ao qual Alexey Pavlov sugeriu, em 1922, a classificação de Antropógeno (ou Antropoceno e Antropozoico) (PELOGGIA, 1998). A outro russo, Ter-Stepaniam (1988), é atribuído o termo Tecnógeno (ou Quinário).

²⁰ Sobre isto assim se referem Guerra e Guerra ([1997] 2009, p. 306, grifos dos autores): “*Distinção* entre a *geomorfologia geológica* e a *geográfica* – segundo Russel, está, principalmente, no contraste entre conclusões de significação vertical ou horizontal.” Os autores complementam essa ideia dizendo que, no viés geográfico, caracterizam-se as formas de relevo de uma paisagem.

²¹ De acordo com David Lowenthal, que fez a introdução da versão de “*Man and Nature*” aqui consultada (MARSH, 2010), Georges Perkins Marsh (1801-1882) foi um linguista e diplomata estadunidense.

Figura 8 – Uma filologia dos trabalhos em Geologia do Homem e Antropogeomorfologia.

Fonte: elaborado pelo autor.

Ainda que as forças artificiais sejam reduzidas quando comparadas às endógenas, sua importância é decisiva e tem sido amplamente reconhecida nos processos de constituição dos depósitos sedimentares recentes e na alteração do relevo, taxas de intemperismo e da litologia de (sub)superfície, além de gerar, localmente, fenômenos de subsidência.

Deve-se aos geólogos a consolidação de importantes definições, a exemplo de “homem como fator geológico” (FISCHER, 1915);²² “ambiente geológico” (e.g.: HACKETT, 1967); “depósitos tecnogênicos” (CHEMEKOV, 1983); e “antrobiorruptura” (ZALASIEWICZ; WATERS; WILLIAMS, 2014), além dos já citados “Antropógeno” e “Tecnógeno”. Embora não se tenha encontrado outras referências, registra-se ainda a utilização de mais dois termos: “Antropogeologia” e “sedimentação antrópica” (BETZ JR., 1975).

No Brasil, o tema passou a ser mais discutido após 1990, sobretudo após os trabalhos de Oliveira (1990, 1994), Peloggia (1998) e Nolasco (2002), contendo uma sistematização de ideias e referências em Oliveira et al. (2005).

Existe grande número de trabalhos dentro do tema “Geologia do Homem”, ganhando destaque após os anos 1980 uma perspectiva quantitativa na qual se busca dimensionar o material litológico mobilizado pelas atividades humanas, inseridas em uma problemática de alterações ambientais e evolução da paisagem (e.g.: HOOKE, 1994, 2000; PRICE et al., 2011), especialmente nos Estados Unidos e na Grã-Bretanha (Fig. 8). Isto evidencia, de certo modo, uma aproximação com a Geomorfologia geográfica. Deste ramo da Geologia, que foi o primeiro a considerar os fatores humanos, derivaram outros dois: a Geologia de Engenharia (ou Geotecnia) e a Geologia Ambiental.

2.4.2 Contribuições da Geografia

Na Geografia a consideração das influências recíprocas entre o Homem e a natureza, ou com o meio ambiente, é tradicional desde a Antiguidade Clássica (PATTISON, 1964), de modo que as primeiras contribuições a respeito dos efeitos antrópicos sobre o relevo, no final do século XIX e início do XX, já nasceram com este viés, estando associadas à interpretação de formas e processos inseridos nos espaços-paisagens antropizados (Mapas 4 e 5).

²² A mesma expressão foi utilizada poucos anos depois pelo geógrafo inglês Sherlock (1922, 1923), mais difundido que Fischer (1915) possivelmente em razão da dificuldade de divulgação dos textos em alemão, aspecto notado por Abreu (2003) em relação aos teóricos da Europa oriental que não publicavam em língua inglesa.

Marsh ([1864] 2010) foi, também, um ponto de partida entre os geógrafos, e suas ideias foram incorporadas por nomes importantes como o francês Elisée Reclus (1871) e o russo Alexander Woeikof (1901). Na primeira metade do século XX o tema se fazia presente, com maior ou menor ênfase, em vários manuais de Geografia, física ou humana, a exemplo dos “clássicos” De Martonne ([1909] 1964), Brunhes ([1910] 1925) e La Blache ([1922] 1954). Nos Estados Unidos, Goudie (1993) ressalta as contribuições pioneiras de McGee (1911), Shaler (1912) e Gilbert (1917). Entre os alemães o tema foi difundido, sobretudo, por Fels (1934, [1954] 1955, 1956, [1957] 1958).

A consolidação da Antropogeomorfologia deu-se com Sherlock (1922, 1923), na Grã-Bretanha, embora um termo específico tenha sido proposto algum tempo depois – a referência mais antiga encontrada foi a de Fels (1956, [1957] 1958). Em todas as principais escolas de Geomorfologia existem trabalhos nesse tema, com participação tanto da linhagem anglo-americana como da alemã, e derivando de ambas para os países do Mediterrâneo, da Europa oriental, e para o Brasil.

A partir de 1980 houve, aparentemente, um crescimento do número de referências, destacando-se Goudie (1981, 1993, 2004) e Nir (1983) como os autores mais citados. Uma coletânea recente foi organizada pelos geógrafos húngaros Szabó, Dávid e Lóczi (2010). Trata-se de uma problemática recorrente na Geografia, e na Geomorfologia em particular.

O tema demorou a se estabelecer no Brasil, podendo-se dizer que isso só ocorreu na década de 2000, embora não falem trabalhos que se aproximam, em seus escopos, de uma Antropogeomorfologia.

Ab’Sáber (1969) fez alguns apontamentos a esse respeito no final da década de 1960. Abreu (1986, 1992) abordou as mudanças no relevo da Região Metropolitana de São Paulo por efeito da urbanização. A erosão dos solos desencadeada por intervenções antrópicas foi uma das problemáticas mais estudadas, a exemplo de Cunha e Guerra (1996), Guerra e Cunha (1996), e Guerra, Silva e Botelho (1999).

Trabalhos mais específicos começaram a ser elaborados, no Brasil, após Lima (1990) e Rodrigues (2004, 2005), e atualmente se encontram referências para todas as regiões do País, embora elas sejam mais comuns para as regiões Sudeste e Sul e cobrindo, principalmente, os espaços urbanos, o que justificou a publicação de livro específico sobre a Geomorfologia Urbana (GUERRA, 2011).

Mapas 4 e 5 – Exemplos ilustrados de Antropogeomorfologia nos clássicos da Geografia francesa do primeiro quartel do século XX. Acima (Mapa 4), um mapa compilado por La Blache ([1922] 1954, p. 41-42) mostra a reconfiguração (A e B) do litoral, das ilhas e canais na Zelândia (Holanda) devido ao papel “ativo” do Homem em “domínio das dunas e das aluviões”, reclamando terras ao mar. Abaixo (Mapa 5), distribuição de poços com indicação das profundidades em parte da região de La Picardie, na França, em mapa elaborado por Demangeot (1905). Tipo de intervenção antropogenética (escavação) que modifica o relevo e atinge, também, o subsolo e águas subterrâneas.

Fontes: Mapa 4 – Klink apud La Blache ([1922] 1954); Mapa 5 – Demangeot (1905).

Assim como na Geologia, a consideração do fator Homem conduziu a novos ramos a partir dos anos 1960 e 1970: a Geomorfologia Ambiental e a Geomorfologia Aplicada. O método de análise mais utilizado é o geossistêmico (RODRIGUES, 2004), com inserções do Materialismo Histórico-dialético para a leitura das dinâmicas territoriais e relações sociedade/natureza (CASSETTI, 1991, 2002; SUERTEGARAY, 2002).

Não existe um consenso sobre a denominação deste ramo da Geomorfologia. O termo Geomorfologia Antropogenética, ou Antropogênica (*“Anthropogene Geomorphologie”*), foi utilizado por Fels (1956, [1957] 1958), e Antropogeomorfologia (*“Anthropogeomorphology”*) por Golomb e Eder (1964), nos Estados Unidos. Esse último termo aparece como vocábulo na *“Encyclopedia of Geomorphology”* (GOUDIE, 2004), e o primeiro está presente no “Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico” (GUERRA; GUERRA, [1997] 2009). Foi proposto ainda, fora da Geografia, Neogeomorfologia (*“Neogeomorphology”*), por Haff (2002), nos EUA, denominação pouco usual. Existem, também, os que se referem a uma Geomorfologia Antrópica, termo próximo ao de Fels.

2.4.3 Balanço das contribuições ao tema

Os resultados das pesquisas e discussões contidas nos textos consultados demonstram que, por conta da força e magnitude do fator “Homem”, a escala de observação, descrição e interpretação dos fatos geológico-geomorfológicos de influência antrópica é a local, quando muito a sub-regional. Por isso, os impactos mais efetivos das atividades humanas sobre o relevo, litologia e processos geológicos, apesar de disseminados no espaço geográfico têm ocorrência pontual.

Nessa escala a paisagem é a categoria de análise mais adequada, o que explica o fato da consideração do fator “Homem” ter sido forte na linhagem alemã, na qual aquela categoria sempre teve papel de destaque (Fig. 8). Na outra linhagem da Geomorfologia, a anglo-americana, o tema passou a ter mais importância após 1950, na medida em que se reduzia a influência da perspectiva estruturalista davisiana (ABREU, 2003).

Um balanço das contribuições de geólogos e geógrafos permite afirmar que existe, entre eles, uma complementação, daí ter-se considerado ambos para uma discussão mais ampla dos efeitos da ação humana sobre o relevo.

O caráter ambiental e genético das pesquisas tem sido uma constante, pois é a história da presença do Homem transformando a Terra, e da relação dele com a natureza por meio das técnicas que, fundamentalmente, interessa. A quantidade de referências listadas (Fig. 8) é pequena em face da enormidade de trabalhos existentes, seja em nível geral (“O Homem e a Terra”), seja em nível específico (“Geologia do Homem” e “Antropogeomorfologia”).

Retomando as metáforas, a revisão bibliográfica mostra que a trajetória do tema não constitui uma estrada ou atalho, o que passaria a ideia de um percurso linear: seria, antes, uma rede ou malha, com vários pontos de partida e conexões.

Aplicando a concepção de ciência normal de Kuhn ([1962] 2011),²³ todos os textos seminais que consolidam nas Geociências a visão do fator humano como história (viés genético), explicação e predição de riscos (viés ambiental) e ferramenta de planejamento e gestão (viés aplicado) são o resultado de longa discussão.

Tanto Lyell quanto Marsh foram precedidos por contribuições que remontam ao século XVIII e primeiras décadas do século XIX, e outras foram produzidas até o início do século XX, conforme indicado por Goudie (1981) e Piacente (1996). São exemplos as investigações de Surell sobre os efeitos do desflorestamento nos Alpes, provocando erosões e inundações. Com os resultados deste trabalho Surell estabeleceu as leis da morfologia fluvial (ABREU, 1980). Na Geologia, houve contribuição dos estudos sobre Mecânica dos Solos, situando-se na base da Geologia de Engenharia (ou Geotecnia), sobretudo na Rússia e na Alemanha (SERGEEV, 1984); e da Geologia Urbana, cujo desenvolvimento foi expressivo na América do Norte (MENEGAT, 2008).

Os ramos de conhecimento associados ao tema em discussão possuem, igualmente, um vasto rol de trabalhos, com objetos de estudo colocados em definitivo por Thornbury (1954) na Geomorfologia Aplicada; Flawn (1970) na Geologia Ambiental; e Coates (1971) na Geomorfologia Ambiental.

A expansão da Antropogeomorfologia a partir de 1960 se relacionou com a difusão da Teoria Geral de Sistemas (TGS) e o “advento do Homem” como uma preocupação central (GREGORY, ([1985] 1992). Foram incorporados os princípios da Geomorfologia Aplicada e da Geomorfologia Histórica, e maior atenção foi dada ao mapeamento das formas de relevo e aos processos morfogenéticos – produtos de alteração nos quadros geomorfológicos locais e regionais, o que remete à preocupação com a escala (RODRIGUES, 1999, 2004).

Para os geólogos, as descrições, interpretações e correlações estratigráficas, associados a dados arqueológicos, têm sido os recursos mais utilizados, com crescente utilização de ferramentas de quantificação (HOOKE, 1994, 2000; HAFF, 2002) e atenção à genética das “paisagens geomorfológicas” (SARAIVA JR., 2013).

Os geólogos, atentos aos problemas ambientais, recorrem, cada vez mais, à categoria paisagem na busca de um viés integrado dos fenômenos geológicos na superfície terrestre. Por sua vez, a perspectiva genética considerada pelos geógrafos necessita de conhecimentos da

²³ “Neste ensaio, ‘ciência normal’ significa a pesquisa firmemente baseada em uma ou mais realizações científicas passadas. Essas realizações são reconhecidas durante algum tempo por alguma comunidade científica específica como proporcionando os fundamentos para sua prática posterior” (KUHN, [1962] 2011, p. 29).

influência da estrutura geológica sobre o relevo e as coberturas superficiais, o que envolve a perturbação das formações litológicas e a criação de depósitos tecnogênicos.

2.4.4 Definições de Antropogeomorfologia, georrelevo e suas variáveis

A definição de Antropogeomorfologia utilizada na tese é a de Goudie (2004, adaptado): estudo do papel das atividades humanas na criação e na modificação de formas de relevo e processos geomorfológicos. Este ramo possui, essencialmente, caráter morfogenético, o que a diferencia da Geomorfologia Ambiental, mais transversal por conta da importância das noções de impacto e risco ambiental; e da Geomorfologia Aplicada, voltada para intervenção (planejamento e gestão) físico-territorial.

A conceituação mais simples de relevo define-o como o conjunto de desníveis da superfície terrestre, enfatizando os aspectos morfológicos e topográficos (e.g.: GUERRA; GUERRA, [1997] 2009). A orientação estabelecida com o movimento de renovação da Geografia Física após 1950 tem sido a de enfatizar os processos genéticos, evolutivos e dinâmicos do relevo (GREGORY, [1985] 1992; MONTEIRO, 2001).

Toda análise geomorfológica que considera o relevo inserido numa paisagem onde a natureza foi alterada de modo significativo pela ação antrópica deve levar em consideração o papel, efetivo ou potencial dos seres humanos como agentes geológico-geomorfológicos. Sendo um fator da paisagem e do espaço geográfico, o relevo possui uma dupla conotação (ABREU, 1985; CASSETTI, 1991; PANIZZA, 1996; VENTURI, [2004] 2008; REYNARD, 2005; ROSS, 2006):

- valor simbólico ao se relacionar com a formação e com a identidade cultural dos indivíduos, dos povos e dos territórios, e;
- valor como base físico-territorial e recurso natural.

Adotou-se, nesta tese, a noção de georrelevo,²⁴ entendido por Abreu (1985) a partir das ideias de Kugler (1976), como uma expressão material e funcional da paisagem, que o primeiro denomina de “geossistema paisagístico”.

Nesta óptica emerge o conceito de *georelevo* (“*Georelief*”) como superfície de limite externo da *geoderme* (“*Geodermis*”), produzida pela dinâmica dos integrantes sistêmicos da “*Landschaftshülle*” e constituído pela superfície limite em si – que caracteriza uma descontinuidade neste contexto – e seu

²⁴ No texto de Abreu (1985) verifica-se a grafia “georelevo”.

conteúdo plástico, em postura que soma à conceituação tradicional da geomorfologia alemã uma perspectiva dialética da natureza desenvolvida em mais alto grau (ABREU, 1985, p. 159).

Adaptando a proposta de Abreu (1985), que se refere a “propriedades” e “funções”, é aqui sugerida a análise do fator georrelevo a partir da conjugação de dois conjuntos de elementos da paisagem:

- Os elementos geoecológicos, determinados em função das forças telúricas atuantes no passado e no presente. Estes são os elementos bio-físicos da natureza em diferentes estágios de alteração, que compõem as diversas esferas do sistema terrestre, as quais se organizam e funcionam por meio de fluxos de matéria e de energia. O conteúdo/função do conjunto de fatores sustentados por esses elementos é o de suporte físico-ambiental (DELPOUX, [1972] 1974), – arcabouço tectônico, litologia, drenagem, clima, pedologia, seres vivos e o próprio relevo;
- Os elementos sociorreprodutores, ligados às dinâmicas de reprodução social: cultura, política, economia e demografia (dimensão humana). Além da estrutura social e do acervo de técnicas, estão aqui incluídos os objetos artificialmente construídos, que no seu conteúdo são uma natureza transformada. Esses elementos compõem a noosfera, cuja interação com o conjunto anterior tem como um de seus produtos a formação de georrelevos antrópicos.

Nesta discussão, indaga-se: o que é relevo/georrelevo antrópico? Quais elementos devem ser utilizados para sua análise?

A literatura geográfica não tem registrado muito além da definição de relevo antrópico como um conjunto de morfologias e de processos geomorfológicos associados com a ação humana. Algumas destas formas foram elencadas, a título de exemplificação (Quadro 2). Elas são diferentes, em sua terminologia, do repertório convencional das formas que constam nos glossários geomorfológicos, aspecto que será tratado adiante.

Com base em Summerfield (1991), Ross (1990, 1992), Rodrigues (2004, 2005, 2010), Schoeneberger e Scheyer (2005), elencam-se as características do georrelevo antrópico, as quais interessam à sua observação, descrição e interpretação:

- Gênese e/ou dinâmica influenciada, direta ou indiretamente, total ou parcialmente, pela ação humana;
- Idade e processos medidos na escala do tempo social-histórico, desde alguns segundos a poucos milênios;

- Escala espacial compatível com a ação humana, gerando formas pequenas em área, de centímetros quadrados (microformas) até alguns poucos quilômetros quadrados, ou formas lineares que podem se estender por alguns milhares de quilômetros;
- Geralmente apresentam em sua constituição material artefatos humanos e/ou depósitos de alteração, em quantidade variável.

A noção de um georrelevo antrópico considera a totalidade dos elementos e dos fatores da paisagem, que são tanto os materiais, postos pela natureza, e os produtos de transformação dela pela ação humana; quanto os imateriais, que abarcam o conteúdo (idades, processos, interações, funções, valores sociais atribuídos) das formas naturais e das artificiais, e as estruturas culturais, sociais, políticas e econômicas.

A morfologia da superfície terrestre e os processos geomorfológicos são, desta maneira, incorporados aos esquemas materiais e abstratos de reprodução socioeconômica, ou, dito em outras palavras, à noosfera e à tecnosfera, por intermédio de diferentes atividades/funções. O relevo passa a ser alterado, em sua constituição e dinâmica, por intermédio das técnicas que impactam o ambiente.

Para Schoeneberger e Scheyer (2005, adaptado), a habilidade para identificar, descrever, registrar e explicar as feições antropogênicas difere em conteúdo, mas compartilham tanto o enquadramento quanto os desafios com a geomorfologia convencional.²⁵

Os autores supracitados explicitam que tais desafios incluem a escala, a composição e a terminologia das formas antropogênicas. Um detalhamento de orientações básicas para o estudo dessas formas foi elaborado por Rodrigues (2005), sobretudo no que diz respeito à composição e à escala (Quadro 3), indo além ao propor um método de análise (sistêmico) e enfatizar os processos envolvidos na gênese e dinâmica do relevo.

A escala geográfica, conforme discutido com base em Giblin (1978), é a da paisagem, que se situa entre o local (escala grande) e o sub-regional (escala média). Rodrigues (2005) esclarece que, nas grandes escalas, o mapeamento das morfologias de alteração (georrelevo antrópico) deve ser feita em cartografia de detalhe. Aportes e interações analíticas com as escalas médias e as pequenas interessam na consideração dos contextos morfoclimáticos e morfoestruturais envolvidos na história e na compartimentação geral do relevo, além das dinâmicas socioeconômicas globais, nacionais e regionais, que dizem respeito às relações

²⁵ “The ability to identify, describe, and convey *anthropogenic features* differs in content but shares both framework and challenges with conventional geomorphology and natural landforms” (SCHOENEGER; SCHEYER, 2005, n/p).

do/no espaço geográfico, à organização e à configuração desse em face da reprodução das sociedades e da apropriação/transformação da natureza. Já a escala temporal, afirma-se mais uma vez, é a do tempo social-histórico, aqui descrito com base nas noções de curta, média e longa duração de Braudel ([1958] 2007).

Termo em inglês	Tradução sugerida	Observação/complemento
<i>Artificial collapsed depression</i>	Depressão artificial colapsada	Por colapso de mina, túnel, galeria etc.
<i>Artificial levee/ dike</i>	Dique artificial	Nível de terraço antrópico
<i>Beveled cut</i>	Corte em ângulo (chanfrado)	Tipo de obra de Engenharia
<i>Borrow pit</i>	Cava de empréstimo	Resultante de mineração
<i>Burial mound, mound</i>	Montes de enterro e outros	Montes artificiais
<i>Cut, cutting (road, railroad)</i>	Corte (de estrada ou ferrovia)	Tipo de obra de Engenharia
<i>Cutbank</i>	Corte-aterro	Forma mista de obra de Engenharia
<i>Ditch, floodway</i>	Vala	Para irrigação ou dispersão de águas
<i>Dredged channel, channel</i>	Canal dragado e outros canais	Para transporte, irrigação e outros usos
<i>Dredged-deposit shoal</i>	Depósito de canal dragado	Depósito tecnogênico dragado
<i>Dredge spoil bank</i>	Banco de material dragado	Pequeno depósito tecnogênico dragado
<i>Dump</i>	Depósito de lixo, lixão	Depósito tecnogênico úrbico ou gárbico
<i>Fill</i>	Depósito de preenchimento	Preenchimento de depressão, lago etc.
<i>Filled marshland</i>	Pântano aterrado	Tipo de terra reclamada
<i>Furrow</i>	Sulco	Feito por arados (agricultura)
<i>Gravel pit</i>	Cava de cascalheira	Tipo de cava de empréstimo
<i>Impact crater</i>	Cratera de impacto	Impacto de origem antrópica
<i>Leveled land</i>	Terreno nivelado	Por escavação ou terrapleno
<i>Moat</i>	Fosso, trincheira	Forma de escavação
<i>Midden</i>	Depósito de descartes	Forma de valor arqueológico
<i>Openpit mine</i>	Mina a céu aberto	É mais complexa que uma cava
<i>Pit</i>	Poço	Para mineração ou abastecimento d'água
<i>Pond (human-made)</i>	Lagoa, tanque	Corpo d'água de origem antrópica
<i>Quarry</i>	Pedreira	Um tipo de cava de empréstimo
<i>Railroad bed</i>	Plataforma ferroviária	Tipo de obra
<i>Sand pit</i>	Cava de areia	Um tipo de cava de empréstimo
<i>Sanitary landfill</i>	Aterro sanitário	Tipo complexo de depósito tecnogênico
<i>Reclaimed land</i>	Terra reclamada	Aterro sobre o mar, rio, lago etc.
<i>Reservoir</i>	Reservatório	Semelhante à lagoa/lago antrópico
<i>Ridge (inter-furrow)</i>	Crista (entre sulcos)	Para o cultivo do solo
<i>Scalped área</i>	Área escalpelada	Remoção por efeito mecânico (máquinas)
<i>Spoil bank</i>	Banco de rejeito/descarte	Tipo de depósito tecnogênico
<i>Spoil pile/spoil heap</i>	Pilha/monte de rejeito/descarte	Tipo de depósito tecnogênico
<i>Surface mine</i>	Superfície de mina	Depressão feita em mina a céu aberto
<i>Tillage – terrace</i>	Terraço de cultivo	Para a conservação do solo
<i>Truncated soil</i>	Solo truncado	Semelhante à área escalpelada

Quadro 2 – Alguns exemplos de formas de georrelevo antrópico.

Fonte: elaborado pelo autor com base em Goudie (1981); NRSC (2005) compilado por Schoeneberger e Scheyer (2005, tradução nossa, adaptado).

a) observar as ações humanas como ações geomorfológicas na superfície terrestre;
b) investigar nas ações humanas padrões significativos para a morfodinâmica;
c) investigar a dinâmica e a história cumulativa das intervenções humanas, iniciando com os estágios pré-perturbação;
d) empregar diversas e complementares escalas espaço-temporais;
e) empregar e investigar as possibilidades da cartografia geomorfológica de detalhe;
f) explorar a abordagem sistêmica;
g) usar a noção de limiar geomorfológico e a análise de magnitude e frequência;
h) dar ênfase à análise integrada em sistemas geomorfológicos;
i) levar em consideração as particularidades dos contextos morfoclimáticos e morfoestruturais;
j) ampliar o monitoramento de balanços, taxas e geografia dos processos derivados e não derivados de ações antrópicas.

Quadro 3 – Orientações básicas para se estudar os efeitos das ações antrópicas no meio físico, de acordo com Rodrigues (1999, 2004).

Fonte: Rodrigues (2005).

É possível dizer, apoiando-se em Schoeneberger e Scheyer (2005), que a definição de terminologias para as formas do georrelevo antrópico representa um hiato em relação aos estudos geomorfológicos mais convencionais. Neste sentido, é preciso identificar os termos apropriados, representativos da forma, dos materiais e/ou dos tipos de intervenções nos sistemas morfogenéticos.

A bibliografia fornece um acervo extenso de terminologias, a maior parte em língua estrangeira. O “*Glossary of Landform and Geologic Terms*” (NRCS, 2005) é um exemplo, possivelmente o mais completo dentre as referências aqui consultadas (Quadro 2). Outras tantas existem, embora menos numerosas em vocabulário de formas do georrelevo antrópico, como Demek (1973), Goudie (1981, 1993), Nir (1983), Cooke e Doornkamp (1990), Rodrigues (2004, 2005, 2010), Szabó, Dávid e Lóczy (2010), Rodrigues e Gouveia (2013), e os mesmos Schoeneberger e Scheyer (2005).

Por fim, a composição é, dos três tópicos propostos pelos últimos autores supracitados, o mais complexo. Pode ser entendida, também, como forma-conteúdo, de acordo com as ideias de Santos ([1971] 2008; 1978; [1988] 2014; 1996) para a interpretação do espaço geográfico e, por extensão, da paisagem.

Em Geomorfologia o estudo do relevo diz respeito a níveis de análise consagrados, a exemplo do que propõe Ab’Sáber (1969) e Hart (1986).

Ab’Sáber (1969, p. 1-2) sugere, num esquema geral, três níveis de análise, que ele denominou de uma “Geomorfologia tripartite”: compartimentação topográfica, estrutura superficial e fisiologia da paisagem:

- pensamos que, em um primeiro nível de considerações, a Geomorfologia é um campo científico que cuida do entendimento da compartimentação da topografia regional, assim como, da caracterização e descrição, tão exatas quanto possíveis, das formas de relevo de cada um dos compartimentos estudados;
- em um segundo nível de tratamento, a Geomorfologia [...] procura obter informações sistemáticas sobre a estrutura superficial das paisagens, referentes a todos os compartimentos e formas de relevo observados. Através desses estudos, por assim dizer *estruturais superficiais*, e, até certo ponto, estáticos, obtém-se idéias da cronogeomorfologia e as primeiras proposições interpretativas sobre a seqüência dos processos paleo-climáticos e morfoclimáticos quaternários da área em estudo. [...]
- em um terceiro nível, a Geomorfologia moderna cuida de entender os processos morfoclimáticos e pedogênicos atuais, em sua plena atuação, ou seja, procura compreender globalmente a fisiologia da paisagem, através da dinâmica climática e de observações mais demoradas e sob controle de equipamentos de precisão.

Esse tripé geomorfológico pode ser correlacionado com as proposições de Hart (1986), as quais têm, fundamentalmente, caráter aplicado (RODRIGUES, 2005). Esse autor apresenta uma metodologia de estudo sistemático baseada em três conjuntos de variáveis, interligadas e dependentes entre si: as formas, os materiais e os processos.

Na sua sistemática, este tripé indica as relações complexas da Geomorfologia com outras ciências ou disciplinas, a exemplo da Geologia e seus vários ramos (Sedimentologia, Mineralogia etc.), Geofísica, Física, Química, Biologia, Climatologia, Ciência dos Solos, Oceanografia, Hidrografia e Biogeografia (PENTEADO, [1973] 1980; BÜDEL, [1977] 1982; SUMMERFIELD, 1991).

No caso da Antropogeomorfologia importam, além dessas, as relações com a História e a Engenharia, visando a entender o papel geomórfico do Homem ao longo do tempo, que é parte do viés “retrospectivo/evolutivo” do relevo explicitado por Rodrigues (2004).

2.4.4.1 Formas

As formas correspondem aos elementos imediatamente notados, na paisagem, como morfologia (VITTE, 2008). Hart (1986, p. 81) entende como forma todas as dimensões físicas e de área do relevo, incluindo dimensões e formatos, que são medidas morfométricas como a topografia, declividade, geometria das vertentes, extensão lateral e altura, determinantes das morfologias da superfície da Terra. Para Ab’Sáber (1969), trata-se da “compartimentação topográfica”, na qual se descreve e caracteriza as unidades de relevo.

Toda forma ou unidade de relevo implica uma ordem de grandeza espaço-temporal, que vai do micro local, diretamente observável no terreno, ao macro planetário (von ENGELN, [1942] 1956); CAILLEUX; TRICART, 1956; SUMMERFIELD, 1991). O termo forma de relevo, especificamente, é compatível com o 4º táxon da proposta de Ross (1992), e com a segunda unidade da taxonomia de Demek (1967).

Para uma apreciação mais ampla, que abarque toda a compartimentação topográfica local e regional, deve-se considerar, também, os níveis abaixo e acima da forma, que são, respectivamente:

- Superfícies geneticamente homogêneas, para Demek (1967), ou feições do relevo: planos geométricos sem uma ruptura de inclinação, exemplo dos topos e vertentes, que são o resultado de um ou mais processos geomorfológicos em uma certa direção. Equivale ao 5º táxon de Ross (1992);
- Tipos de relevo, para Demek (1967): complexos de formas que, por uma área mais ou menos delimitada, apresentam a mesma morfoestrutura, história morfogenética e elevação relativa. Correspondem ao 3º táxon da classificação de Ross (1992), ou seja, os padrões de formas semelhantes.

Nos trabalhos de campo, ao nível da paisagem real (GIBLIN, 1978), a identificação e a descrição das morfologias originais e antrópicas pode ser feita por meio de observação e medição diretas, mediante um conhecimento prévio dos padrões de feições, formas e tipos de relevo de uma determinada área.

2.4.4.2 Materiais

Os materiais são parte importante das formas do espaço geográfico e da paisagem. Eles conferem o caráter “plástico”, estético do relevo enquanto forma (ABREU, 1985). Neste caso, ganham destaque na análise os fatores materiais, seja os geoecológicos, com as rochas, os solos, os rios e os seres vivos; seja os que se caracterizam como produtos de alteração da natureza, com os depósitos tecnogênicos, os materiais mobilizados (sedimentos), e as obras de infraestrutura ou “objetos técnicos” (SANTOS, [1988] 2014).

A natureza, sendo matéria, integra uma totalidade complexa e sistêmica. Por isso, sua consideração como um ente isolado (“natural”), externo ao Homem, apenas se justifica sob um viés retrospectivo e evolutivo que possa dar conta da dimensão histórico-ambiental

envolvida na formação das morfologias antropogênicas (RODRIGUES, 1999, 2004, 2005, 2010; RODRIGUES; GOUVEIA, 2013).

O comportamento das rochas e solos em face dos processos erosivos e de instabilidade da paisagem é de fundamental interesse no estudo dos materiais, pois as propriedades deles determinam as circunstâncias, respostas e mecanismos da superfície à morfogênese, quando expostos às forças exógenas (HART, 1986).²⁶ Os materiais, no tripé geomorfológico de Ab'Sáber (1969), correspondem à “estrutura superficial da paisagem”, especialmente a que resultou da ação climática e tectônica no Quaternário (a partir de 2,5 MI de anos A.P.).

2.4.4.2 Processos

Os processos estão no centro das análises geomorfológicas que enfatizam os aspectos evolutivos e dinâmicos do relevo, os padrões morfoclimáticos, as questões de risco, e dos estudos propriamente aplicados (planejamento e gestão).

A ênfase sobre processos marcou a renovação da Geomorfologia a partir da década de 1950, com grande expansão da Geomorfologia Climática e do viés ambiental, do uso da noção de sistema e dos métodos quantitativos. Ao mesmo tempo, nas novas ou renovadas abordagens foi possível combinar a perspectiva estrutural, tipicamente davisiana, com a perspectiva climática; e considerar o papel do Homem como fator geomórfico, aproximando-se do complexo de paisagem que já era típico da geografia alemã (CHRISTOFOLETTI, 1980; GREGORY, [1985] 1992; HART, 1986; MONTEIRO, 2001; ABREU, 2003).

O foco das preocupações com processos está, de acordo com Tricart e Cailleux ([1965] 1972), no problema do desenvolvimento do relevo em face de uma hierarquia e sucessão de mecanismos intimamente ligados, com ações coordenadas num sistema.²⁷ Os mesmos autores classificam os processos em “elementares” – mecanismos individuais; e “complexos” – pela combinação dos processos elementares.

A questão da escala espaço-temporal se impõe de modo decisivo na consideração dos processos. Os de curta duração, contados de segundos a anos, são os morfodinâmicos, nos quais os processos elementares têm maior importância. Os de tempo ainda curto, mais que

²⁶ “In geomorphology we are continually confronted with the problem of the circumstances under which erosion takes place and the circumstance under which there is instability in the landscape. this immediately brings us face to face with materials and their properties. it is the way in which rocks and soils behave when stressed which is important. we need to understand the mechanisms of that behavior” (HART, 1986, p. 104).

²⁷ “The problem is well posed: the development of the relief is due to a hierarchy and a succession of mechanisms intimately linked together, the action of which is co-ordinated into a system” (TRICART; CAILLEUX, [1965] 1972, p. 48).

extrapolam o período de alguns poucos anos, e os de média (conjuntura) e longa duração correspondem aos esquemas evolutivos mais complexos do relevo, que combinam vários processos. A morfodinâmica, especificamente, corresponde ao terceiro nível de análise para Ab’Sáber (1969, p. 4): “Quer nos parecer, entretanto, que o setor mais difícil da pesquisa diz respeito à compreensão da dinâmica em processo, ou seja, o estudo propriamente dito da fisiologia da paisagem.”

A sequência das intervenções antrópicas nos sistemas morfogenéticos, aplicada em trabalhos como os Rodrigues (2004, 2005), Gouveia (2010) e Luz (2014) a partir de autores da Antropogeomorfologia (e.g.: NIR, 1983; DOUGLAS, 1983; TOY; HADLEY, 1987), fornece um esquema para análise de processos e de padrões de alteração (Fig. 9, Mapa 6), conforme três fases:

- Pré-intervenção, em que as formas e os processos originais do relevo, incluindo as taxas de intemperismo, ainda não foram alterados de modo substancial. Considera-se, nesta fase, toda a evolução morfogenética no tempo longo;
- Perturbação ativa, que marca o início das intervenções mais agressivas e, com isso, o rompimento do equilíbrio morfogenético original;
- Pós-perturbação, em que se consolida o novo equilíbrio dinâmico de processos e as formas de relevo sofreram modificações substanciais em suas dimensões métricas. É, essencialmente, a dinâmica do presente, ou seja, o tempo curto.

Especificamente em Rodrigues (2005), a consideração destas três fases está voltada para a cartografia da morfologia original e antropogênica, sem se desvincular dos processos e dos materiais envolvidos. Trata-se, para esta autora, de uma “geocartografia retrospectiva” ou “evolutiva”, conforme um viés genético.

Os tipos de processos, portanto, dizem respeito tanto à dinâmica atual, recente, das formas de relevo, quanto à sua longa evolução. Alguns dos processos de interesse para a discussão em Geomorfologia são: tectônica; ação climática; intemperismo; pedogênese; mecanismos de erosão, transporte e deposição de sedimentos; hidrodinâmica (drenagem) (Fig. 9); e uso da terra.

A tectônica é um processo de longa duração que influencia o relevo da superfície terrestre em vários sentidos, da escala global à local. De outro modo, registros geomórficos fornecem dados para entender o papel da tectônica ativa na formação do terreno, que inclui

tanto as formas de relevo da paisagem como os depósitos sedimentares, especialmente no Quaternário (KELLER; PINTER, 1996).²⁸

A compartimentação atual do relevo, apesar das heranças de processos muito antigos que definiram os domínios estruturais, relaciona-se mais diretamente com a neotectônica, conjunto de movimentações da crosta que ocorrem após o último evento de reorganização das placas tectônicas em uma determinada porção do planeta (NEVES, 2011). Ainda que os efeitos da neotectônica sobre as formas de relevo contidas nas morfoestruturas tenham sido mais efetivos nos últimos 2,5 milhões de anos (Quaternário), os registros dela recuam até o Paleógeno, por volta de 30 milhões de anos A.P.

A análise da drenagem em Geomorfologia está relacionada com os padrões e índices de dissecação, fato bem explicitado no “Ciclo Geográfico” de Davis; e, claro, nos mecanismos de inundação, transporte e deposição de sedimentos, pois os mares, rios e lagos são um dos componentes das forças exógenas (CHRISTOFOLETTI, 1980, 1981).

Figura 9 – Hidrograma hipotético em área urbana e área não urbanizada. Este é um exemplo da dinâmica de processos fluviais nas fases pré e pós-intervenção antrópica.

Fonte: Tucci (2003) apud Rodrigues e Gouveia (2013).

²⁸ “Geomorphology is a valuable toll in tectonic investigations because the **geomorphic record**, defined as the set of landforms and Quaternary deposits present at area or site, generally encompasses the last few thousand to about two million years. Investigation of the geomorphic record provides the basic data necessary to understand the role of active tectonics in the development of a site or an area” (KELLER; PINTER, 1996, p. 52, grifo dos autores).

Mapa 6 – Carta Geomorfológica da Planície Fluvial do rio Pinheiros entre os bairros de Pinheiros, Butantã e Cidade Jardim, zona oeste da cidade de São Paulo – SP. Notar a diferença de traçado do leito fluvial meândrico na fase pré-urbana, e a retificação posterior do rio, quando passou a ser limitado por vias marginais de tráfego (Avenida das Nações Unidas). As fotos mostram o padrão de enchente na fase pré-intervenção, limitando-se à planície fluvial (1929); e na fase pós-intervenção, com o alagamento extravasando o canal retificado (2010).

Fontes: Mapa – Luz e Rodrigues (2013); fotos – <http://saudadesampa.nafoto.net/photo20111117083508.htm> (acima) e JB Neto/AE (abaixo) apud Luz (2014).

O clima é um dos principais fatores que condicionam a morfodinâmica por meio dos fenômenos hidrodinâmicos, dos processos de intemperismo (físico, químico e biológico) e pedogênese, conforme os padrões zonais que determinam na escala do globo os grandes esquemas das formas de relevo – glacial, periglacial, temperado, desértico, sub-tropical e tropical. A ação paleoclimática e suas heranças no modelado atual é, também, um processo importante (AB’SÁBER, 1969; TRICART; CAILLEUX, [1965] 1972; BÜDEL, [1977] 1982; SUMMERFIELD, 1991).

Os solos na dinâmica geomorfológica ocupam, conforme Tricart e Cailleux ([1965] 1972), uma posição de contato entre a litosfera e a biosfera, subordinado aos fatores climáticos. Posiciona-se no interregno entre as rochas sãs e os processos superficiais de intemperismo, sendo, eles mesmos (os solos), agentes e produtos das várias intempéries.²⁹

Por fim, o uso da terra, associado à cobertura da terra, é o elemento sociorreprodutor que permite inferir, de modo direto ou indireto, as diversas modalidades de intervenção antrópica na paisagem e na morfogênese, alterando não somente o relevo, mas também, e como uma dinâmica integrada (sistêmica) de impactos e de transformação da natureza, o clima, a drenagem, os solos e a vegetação.

Numa análise multitemporal é possível reconstruir a sequência de eventos que diz respeito à formação do georrelevo antrópico – conforme já dito e repetido, este é o viés “retrospectivo/evolutivo” (RODRIGUES, 2004, 2005). O termo “evolutivo” não significa, nessa análise, uma história da paisagem e do relevo como um processo linear e constante; ele é, antes, a expressão de uma história de continuidades e discontinuidades, de ritmos e de mudanças diferenciadas (SANTOS, [1971] 2008; 1996).

Especificamente, a cobertura da terra pode ser entendida, numa dada escala, como o conjunto de materiais da paisagem, incluindo fatores como os rios, as rochas, os solos, as construções humanas, e a vegetação cultivada ou de surgimento espontâneo. O uso, em face da cobertura, é o conteúdo (processos e funções) que ajuda a explicar as formas.

Neste contexto, o relevo da superfície terrestre aparece como uma síntese de formas e processos, que se pode apreender na paisagem por meio da observação. Indo além dos fatores biofísicos, o relevo aparece como objeto de estudo sob uma abordagem integrada das relações sociedade/natureza.

²⁹ “Born of the contact of the lithosphere and the biosphere, soils, like flora and fauna, adapt themselves to the climatic factors. They therefore play a double vis-à-vis the morphogenic processes: that of a buffer between the rocks and the superficial processes of erosion, and that of agents of rock weathering, causing a deep chemical erosion (or weathering)” (TRICART; CAILLEUX, [1965] 1972, p. 94).

3 MÉTODO E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS (A PREPARAÇÃO DA VIAGEM)

A Geologia do Homem e a Antropogeomorfologia, conforme discutido no capítulo anterior, não são ramos novos das Geociências, tendo se originado, ambos, no século XIX junto com a formação da Geologia e da Geografia modernas. Ainda assim, não é possível afirmar que as metodologias usadas nos dois ramos sejam, necessariamente, as mesmas dos estudos geológicos e geomorfológicos mais convencionais. Neste capítulo são explicitados os procedimentos metodológicos da pesquisa. Além do desafio de incorporar as metodologias convencionais da Geomorfologia para a consideração do fator geomórfico “Homem” e sua contextualização na paisagem, foi preciso dialogar com a História, Geologia e Engenharia, tendo em vista a problemática da tese.

A pesquisa teve um caráter ambiental e sistêmico, que considera a interdependência dos elementos e dos fatores da paisagem. O método empregado foi o hipotético-dedutivo, na busca de comprovar que os efeitos das ações humanas sobre o relevo têm uma importância decisiva na morfogênese e morfodinâmica recentes na Amazônia.

As etapas da metodologia foram organizadas com base no esquema de Abreu (1974): I) obtenção dos dados; II) registro e armazenamento; III) processamento; e IV) resultado final. Em cada etapa encontram-se técnicas de levantamento de dados secundários e primários, e de análise em gabinete (Fig. 10).³⁰

3.1 Levantamento de dados secundários

O levantamento das fontes secundárias incluiu três tipos de dados ou informações: bibliográficos, estatísticos e cartográficos. Essa etapa da metodologia, e todo o tratamento e análise do material coletado, obedeceram ao corte duplo e complementar das escalas de trabalho: local, sub-regional e regional, detalhadas à frente.

³⁰ Abreu (1974) apresentou um esquema metodológico mais universal se comparado ao de Libault (1971), que dividiu em quatro níveis a pesquisa geográfica: I) compilatório – a coleta de dados; II) correlatório – os dados são correlacionados e agrupados em função de variáveis de investigação; III) semântico – a discussão/análise de fatores geográficos a partir da submissão das variáveis à lógica; IV) normativo – estabelecimento de normas para a ciência geográfica.

Figura 10 – Esquema metodológico da pesquisa.

Fonte: elaboração própria, com base em Abreu (1974).

3.1.1 Levantamento bibliográfico

O primeiro tipo de levantamento refere-se à bibliografia sobre o tema, com ênfase, em nível teórico-conceitual, para as categorias paisagem e espaço geográfico; para as noções de georrelevo antrópico e impacto ambiental; e para os aspectos técnicos e geomórficos acerca da abertura de rodovias.

As fontes bibliográficas também serviram para caracterização da área de estudo e seu contexto sub-regional (Corredor Norte da Belém-Brasília), pelas análises socioeconômica, bio-física e (geo)morfológica. Os acervos consultados foram tanto os físicos, sobretudo as bibliotecas de pós-graduação dos cursos de Geografia, Geologia e Engenharia Civil da Universidade de São Paulo (USP) e da Universidade Federal do Pará (UFPA), e as bibliotecas do Núcleo de Altos Estudos Amazônicos (NAEA) da UFPA e da Superintendência para o Desenvolvimento da Amazônia (Sudam); quanto os acervos digitais *on line*, como o Google Acadêmico, o Google Books, o Persée Revues Scientifiques, o Portal de Periódicos da Capes e bancos de teses e dissertações.

Na revisão bibliográfica sobre a Geologia do Homem e a Antropogeomorfologia (item 2.4), tendeu-se a não selecionar os trabalhos de caráter direcionado à análise de áreas de estudo. Além disso, houve limitação em considerar textos em idiomas não latinos ou que não estavam disponíveis em inglês. A seleção das referências foi indicativa, conforme a técnica chamada de “bola de neve” (*snowball*),³¹ averiguando-se quais eram os autores citados nos textos consultados.

3.1.2 Levantamento de dados estatísticos

Os dados estatísticos para a pesquisa tiveram na internet o seu principal meio de consulta. Estes dados dizem respeito a: 1) elementos socioeconômicos do Sistema de Recuperação Automática do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Sidra/IBGE) – censos demográficos e agropecuários, utilizados para individualizar o Corredor Norte da Belém-Brasília no contexto regional, e para caracterizar o quadro e as dinâmicas de uso da terra; 2) área acumulada e taxas anuais de desmatamento, do banco do Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Prodes/Inpe); 3) Índices pluviométricos mensais para estações automáticas, da base Hidroweb da Agência Nacional de Águas (ANA). Em menor medida, a literatura também forneceu dados estatísticos para a pesquisa.

³¹ Baldin e Munõs (2011, p. 332) explicam que “Essa técnica é uma forma de amostra não probabilística utilizada em pesquisas sociais onde os participantes iniciais de um estudo indicam novos participantes que por sua vez indicam novos participantes e assim sucessivamente, até que seja alcançado o objetivo proposto (o ‘ponto de saturação’). O ‘ponto de saturação’ é atingido quando os novos entrevistados passam a repetir os conteúdos já obtidos em entrevistas anteriores, sem acrescentar novas informações relevantes à pesquisa (WHA, 1994). Portanto, a *snowball* (‘Bola de Neve’) é uma técnica de amostragem que utiliza cadeias de referência, uma espécie de rede.”

3.1.3 Levantamento de dados cartográficos

O levantamento cartográfico constou de mapas, arquivos *shapefiles* e imagens orbitais dos satélites *Land Remote Sensing Satellite* (LANDSAT), *China-Brazil Earth Resources Satellite* (CBERS), *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), *Digital Globe* e *Astrium*.

As fontes de consulta e coleta deste material foram: publicações impressas, procedendo-se ao registro fotográfico ou escaneamento de mapas; o Google Earth – imagens históricas dos satélites *Astrium* e *Digital Globe*; e os sites do IBGE – *Downloads* – Geociências, Inpe – Catálogo de imagens, Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (Embrapa) – Brasil em relevo, e do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (Ibama) – Sistema Compartilhado de Informações Ambientais (Siscom). Todas as fontes citadas são de acesso gratuito, sendo indicados os devidos créditos aos autores e instituições detentoras dos direitos de exibição/distribuição de imagens orbitais.

3.2 Levantamento de dados primários: trabalhos de campo

Os trabalhos de campo correspondem ao contato direto com a paisagem real, ou “*paysage-terrain*” (GIBLIN, 1978). Foram realizados 7 (sete) campanhas, de dois a três dias cada, percorrendo o trecho selecionado da BR-010 e algumas vicinais articuladas a ela, durante o segundo semestre do ano de 2014 (julho, setembro e dezembro), e o primeiro trimestre de 2015 (janeiro, março e abril). Contou-se, ainda, com resultados de pesquisas *in locu* na segunda metade da década passada, sintetizadas em Barbosa (2008), Monteiro, Coelho e Barbosa (2009) e Araújo Jr. e Barbosa (2010).

Inicialmente (projeto e relatório de qualificação) foi prevista, para análise detalhada e realização de trabalhos de campo, a seleção de áreas críticas ambientalmente e do ponto de vista dos processos morfogenéticos.

Após o exame de qualificação, e devido ao direcionamento do foco da pesquisa para um fato específico da dinâmica do georrelevo antrópico (abertura de estradas), o critério de seleção de áreas foi substituído pela identificação e marcação de cortes de estrada com auxílio de um GPS (*Global Position System*), em pontos de distância variável, distribuídos por aproximadamente 42 km de extensão (Mapas 7 e 8).

Mapa 7 – Carta-imagem da área de estudo e distribuição dos cortes de estrada identificados.

Mapa 8 – Distribuição dos cortes de estrada no mapa-base da área de estudo.

Nº do corte	Coordenada do ponto de referência (graus decimais)		Altitude do ponto (m)	Altura aprox. do corte (m)	Ocorrência de erosão significativa	Técnicas específicas de análise		
	Latitude	Longitude				Perfil estratig.	Perfil pedológico	Perfil paisagístico
01	2.91126	47.43743	114	2,0	Não			
02	2.90243	47.43532	100	3,5	Não	X	X	
03	2.89628	47.43382	100	4,2	Não	X		
04	2.89454	47.43353	92	8,5	Sim			X
05	2.88137	47.43577	107	5,4	Sim	X		
41	2.87615	47.43669	101	6,8	Sim			
06	2.86572	47.43875	102	5,5	Sim	X	X	X
07	2.85692	47.44030	85	7,5	Sim			
08	2.85272	47.44107	111	4,8	Sim	X		
09	2.83273	47.44471	109	5,0	Sim	X		
10	2.82366	47.44629	86	7,0	Sim			
11	2.82009	47.44692	86	8,5	Sim	X		
12	2.81785	47.44739	86	5,1	Sim	X		X
13	2.81659	47.44759	80	7,0	S/I			
14	2.80269	47.45009	87	7,0	Sim			
15	2.79564	47.45139	105	3,9	S/I			
16	2.78766	47.45280	92	3,4	Não			
42	2.78212	47.45382	107	2,0	Não			X
17	2.77537	47.45494	81	2,2	Não			X
18	2.76624	47.45663	90	4,2	Sim	X		
19	2.76493	47.45698	91	5,5	Sim	X		
43	2.75219	47.45934	80	6,4	Sim			
20	2.73711	47.46183	81	4,7	Não			
21	2.72696	47.46363	88	2,7	Não			
22	2.72237	47.46450	87	3,5	Não			
23	2.70182	47.46820	100	3,7	Sim			
44	2.65822	47.47621	79	3,0	Não			X
45	2.63885	47.47971	78	2,0	S/I			
24	2.63154	47.48092	75	13,0	Sim			
25	2.62594	47.48198	77	9,0	Sim			
26	2.62205	47.48258	78	5,7	Sim	X		
27	2.61728	47.48347	91	5,0	Não			
48	2.61413	47.48400	62	3,6	Não			
28	2.60834	47.48496	95	5,2	Sim			
46	2.60291	47.48604	76	2,5	Não			
29	2.59882	47.48670	86	4,7	Sim	X	X	
47	2.59460	47.48757	69	3,2	Não			
30	2.59236	47.48786	64	8,9	Sim	X		X
31	2.58229	47.48968	86	4,7	Sim	X		
49	2.57923	47.49037	76	4,6	Não			

Quadro 04 – Descrição dos cortes de estrada identificados. S/I – sem identificação.

Continua na próxima página.

Fonte: elaborado pelo autor com base em dados de campo.

Continuação do Quadro 04.

Nº do corte	Coordenada do ponto de referência (graus decimais)		Altitude do ponto (m)	Altura aprox. do corte (m)	Ocorrência de erosão significativa	Técnicas específicas de análise		
	Latitude	Longitude				Perfil estratig.	Perfil pedológico	Esquema paisagístico
32	2.57528	47.49094	63	10,0	Sim	X		X
33	2.57278	47.49140	60	3,2	Não			
34	2.56993	47.49192	46	4,0	Não			
35	2.56835	47.49218	53	4,3	Não	X		
36	2.54865	47.49569	53	20-25	Sim			X
37	2.54454	47.49644	77	5,1	Sim	X		
38	2.54063	47.49742	79	2,6	Não			
39	2.53625	47.49931	60	4,0	Não			
40	2.53349	47.50051	72	2,7	Não		X	

Foram marcados 49 cortes de estrada com numeração aleatória, uma vez que após a primeira marcação com o GPS houve a exclusão e inclusão de pontos. Este conjunto não representa todos os cortes existentes na estrada, considerando-se, somente, aqueles com 2 m ou mais de altura acima do acostamento da rodovia, que são mais representativos para a análise geomorfológica por apresentarem maior susceptibilidade aos processos erosivos e, como tal, neles a morfodinâmica é mais ativa.

A referência dos cortes em relação às margens da estrada (direita e esquerda) foi feita, sempre, no sentido sul-norte (Paragominas-Ipixuna do Pará).

As seguintes atividades de campo foram realizadas:

- Observações sistemáticas de formas (morfologias originais e de alteração), materiais (solos, fácies litológicas, águas e seres vivos) e processos segundo os esquemas de Ab'Sáber (1969) e Hart (1986), e do uso da terra no entorno, aspectos que ajudam a detalhar a composição do georrelevo antrópico;
- Medições de altura dos cortes de estrada;
- Coleta de material litológico, pedológico e biológico (térmitas) para uma descrição e caracterização mais detalhadas, em gabinete;
- Registro fotográfico, com as fotos sendo organizadas em pastas de acordo com a numeração dos cortes de estrada;
- Marcação de pontos em coordenadas geográficas e elevação do terreno para a elaboração de perfis morfológicos, tomados em GPS Garmin Etrex 10.

A observação dos cortes foi dificultada por dois fatores: morfologia, especificamente a altura; a existência de fossos entre o talude destes cortes e o acostamento da rodovia; e a vegetação. Esta última possui dinâmica muito particular, pois, em razão do ambiente quente e úmido típico da região amazônica os estratos vegetais se refazem rapidamente após um evento de degradação, principalmente no período chuvoso, alcançando mais de 1 m de altura em poucos meses e sendo constituídos por densos grupamentos de arbustos e árvores em vários estágios de crescimento (Fig. 11).

Assim, a observação de alguns cortes, ou de pontos de interesse para a caracterização do uso e cobertura da terra, não foi constante ao longo das campanhas de campo, privilegiando-se, sempre, os locais de mais fácil acessibilidade.

Figura 11 – Corte 10, Município de Ipixuna do Pará, fotografado pela margem esquerda da rodovia Belém-Brasília. Nesse corte a existência de um fosso, aliada à vegetação secundária e à altura (aproximadamente 7 m), dificultam a observação mais direta de feições geológicas e geomorfológicas. Por outro lado, estes aspectos não limitam a consideração dos fatores de uso e cobertura da terra, servindo de indicativo da dinâmica da paisagem.

Foto: Ivaldo M. Lima, 03 jul. 2014.

3.3 Escalas de análise

O tratamento da escala nesta pesquisa é orientado pela noção de paisagem em Giblin (1978): 1) nível da paisagem real, com observação direta em trabalhos de campo, e; 2) nível da paisagem ideal ou tipo, subdividido em 2.1) local, com as sínteses de observações, de

análises e de mapeamentos em nível municipal; e 2.2) sub-regional e regional, quando se extrapolam estas sínteses para o Corredor Norte da Belém-Brasília e para a Amazônia.

A categoria paisagem é entendida, não custa repetir, como unidade fisionômica material e imaterial, de expressão geográfica (a geopaisagem), na qual o georrelevo é um fator integrado à configuração e dinâmica paisagística. As paisagens e as unidades de paisagens são, neste sentido, entidades geneticamente articuladas na região, pela fragmentação do “espaço total” (RAFFESTIN, 1978; SANTOS, 1978, [1988] 2014), onde se associam fatores naturais e sociais.

Correlações com outras taxonomias podem ser feitas, a fim de proporcionar uma melhor compreensão dos fatores de análise.

O primeiro nível, o da paisagem real, aproxima-se ao geótopo do sistema de Bertrand ([1968] 1971), adaptado de Cailleux e Tricart (1956), sendo a menor unidade geográfica homogênea, diretamente discernível no terreno; compreende a escala de m², que se refere ao local. O segundo nível corresponde ao geofácies e ao geossistema, que alcança até algumas centenas de km², situando-se na transição do local para o sub-regional. A região, por sua vez, é compatível com a região natural daquele sistema, abrangendo centenas de milhares de km².

A taxonomia dos fatos geomórficos segue as indicações de Ross (1990), que foram atualizadas por Ross (1992), Ross, Fiers e Vieira (2011):

- 1º táxon: unidades morfoestruturais – são as macroestruturas do terreno, relacionadas com a tectônica de placas e os eventos dela atuantes nas escalas continental e sub-continental;
- 2º táxon: unidades morfoesculturais – influência do clima e dos paleoclimas na compartimentação das morfoestruturas, controlando os fatores exógenos que esculpem (modelam) as formas de relevo em diferentes níveis topográficos;
- 3º táxon: padrões de formas semelhantes – conjuntos de formas nas quais a ação morfoclimática atual é mais facilmente notada em padrões morfológicos distintos em função da rugosidade e dos índices de dissecação. Na definição destes padrões participam, além do clima, a litologia e movimentações tectônicas no interior das placas, que determinam parcialmente os aspectos topográficos e a orientação da rede de drenagem;
- 4º táxon: formas de relevo individualizadas – é cada uma das formas inseridas no táxon anterior, sendo resultado da combinação local dos fatores acima elencados na geração de morfologias de agradação (A) ou de desnudação (D), com topos de feições

aguçadas (a), convexas (c) e tabulares (t), ou serem formas absolutamente planas (p). A partir deste táxon a observação dos fatos geomórficos pode ser feita diretamente na paisagem;³²

- 5º táxon: vertentes e setores de vertentes – são as feições de relevo mais comuns na superfície terrestre (CASSETTI, 1991), de geometria escarpada, retilínea, côncava, convexa, em patamares, dentre outros, características essas que se relacionam, geneticamente, a certos tipos de processos;
- 6º táxon: formas lineares do relevo (sulcos, ravinas, voçorocas) e morfologias geradas por intervenções antrópicas, ou seja, o georrelevo antrópico.

Estão aí presentes os fatores exógenos e endógenos do relevo, tal como preconizado por Walther Penck: as formas/feições morfológicas são produto tanto de condições endogenéticas – processos relacionados com a estrutura geológica; como exogenéticas – processos de desnudação; e também os elementos geocológicos e os sociorreprodutores (ABREU, 1985).

A área e a escala de mapeamento foram estipuladas tanto para a paisagem real como para os dois níveis da paisagem tipo, gradando do mapeamento de detalhe (escala grande) para o sinóptico (escala pequena). Em cada nível espacial os fatores considerados para análise da paisagem são muito particulares, ainda que se trate de um mesmo fator: geologia, relevo, clima, drenagem, vegetação e fatores antrópicos (Quadro 5). Por conta destas particularidades, e também de semelhanças, alguns dos fatores e das escalas temporais se repetem em mais de um nível, complexificando a análise do relevo pela paisagem. O uso da terra e os padrões de circulação atmosférica, por exemplo, possuem diferentes sentidos quando considerados em nível local ou sub-regional.

Em todos os níveis de análise os três tipos de tempo se fazem notar: o curto, variando de segundos a alguns poucos anos, podendo ultrapassar uma década; o médio (ou conjuntura ou contexto histórico-geográfico), entre alguns anos e algumas décadas; e o longo, de dezenas a milhares ou milhões de anos.

Os intervalos considerados nas escalas de duração curta, média ou longa de Braudel ([1958] 2007) são menos precisos em comparação com os de área (a escala cartográfica). Contudo, foi possível estabelecer alguns padrões temporais (Quadro 5).

³² Demek (1967, p. 39) esclarece que os tipos de relevo, nível de relevo que antecede o das formas de relevo (3º táxon de ROSS, 1992), já não são uma unidade concreta, mas uma unidade abstrata, estabelecida por dedução: “*Unlike the previous units, the relief type is no more a concrete unit, but as abstract unit established in a deductive way*”. Enquadra-se, assim, como um fator da paisagem abstrata.

Detalhamento	Nível 1: paisagem ideal	Nível 2: paisagem ideal	Nível 3: paisagem real
Escala geográfica	(Sub)Regional: Corredor Norte da Belém-Brasília e Amazônia	Local a sub-regional: nível intra e intermunicipal	Local: paisagem imediata, diretamente observada, espaços rurais e urbanos
Escala cartográfica	> 1:250.000 km² x 1.000 e mais - Mapas sinópticos - Escalas pequenas	> 1:25.000 - 1:250.000 km² x 1-999 - Mapas de semi-detalle - Escalas médias	1:25.000 e mais m² - alguns km² - Mapas de detalle - Escalas grandes
Escala temporal dos fatores 1 a 3	Como processo e como estrutura: - Longa duração: milhares a milhões de anos	Como processo e como estrutura: - Longa duração: milhares a milhões de anos	Como processo: - Curta duração: segundos a dezenas de anos Como estrutura: - Curta a média durações: anos a milhares de anos
Fator 1: Geologia	- Estruturas geológicas sub-continentais	- Formações geológicas - Neotectônica - Lineamentos estruturais	- Depósitos mais recentes
Fator 2: Relevo	- Unidades morfoestruturais e morfoesculturais (1ª e 2ª táxons de ROSS, 1992) - Domínios morfoclimáticos	- Padrões de formas semelhantes (3ª táxon de ROSS, 1992)	- Intemperismo - Sedimentação em curso - Inundações - Morfologias originais e antrópicas (4ª, 5ª e 6ª táxons de ROSS, 1992)
Fator 3: Solos	- Classes zonais de solos	- Assembleias de solos	- Tipos de solos, horizontes e processos pedogenéticos atuais
Escala Temporal dos fatores 4 a 7	Como processo: - Curta a longa durações: meses a milhões de anos Como estrutura: - Média e longa durações: décadas a milhões de anos	Como processo: - Curta a longa durações: meses a centenas de anos Como estrutura: - Curta a longa durações: anos a milhares de anos	Como processo: - Curta a média durações: segundos a dezenas de anos Como estrutura: - Curta a longa durações: anos a centenas de anos
Fator 4: Clima	- Tipos de clima - Padrões de circulação atmosférica regional - Paleoclimas	- Sazonalidade - Padrões de circulação atmosférica local	- Índices pluviométricos e de temperatura do ar
Fator 5: Drenagem	- Macrobacias hidrográficas	- Bacias de 3ª ordem e outras sub-bacias de hierarquia superior	- Fluxo superficial de água
Fator 6: Vegetação	- Biomas	- Formações vegetais - Taxas de desmatamento	- Tipos e grupamentos vegetais (primários e secundários)
Fator 7: Antropismo	- Articulações externas - Instrumentos de planejamento regional - História regional	- Economia, demografia - Estrutura fundiária - Uso e cobertura da terra - História municipal	- Tipos de intervenção antrópica - Uso e cobertura da terra - Espaços urbanos e rurais

Quadro 5 – Detalhamento das escalas e fatores de análise do relevo pela paisagem.

Fonte: elaborado pelo autor.

Como estrutura, que define a idade das formas ou objetos, o tempo é curto ou longo de acordo com o fator considerado: é mais antigo quando se trata das heranças geológicas, geomorfológicas, climáticas e pedológicas pretéritas; e mais recente quando se trata dos produtos das ações morfoclimáticas e humanas no Holoceno, que, juntas, dão o tom do Tecnógeno (ou Antropoceno). Como processo, nota-se um comportamento semelhante do tempo, sendo mais acelerado quando se observa a dinâmica hodierna do(s) clima(s) e da(s) sociedade(s); e muito lento, cumulativo, na geração dos macrocompartimentos geológicos, geomorfológicos e bio-climáticos.

O nível espacial de visualização e a análise das morfologias antropogênicas, ao qual se chama de georrelevo antrópico, deve ser, conforme Rodrigues (2004), compatível com as escalas grandes, de detalhe, que incorporam as espacialidades e as temporalidades próprias delas. Trata-se do 1º nível aqui estabelecido (Quadro 5), o da paisagem real, que abrange os espaços locais. A adequação da análise à taxonomia dos fatos geomórficos de Ross (1990, 1992) indica que aquelas morfologias, e os processos a elas associados, ocorrem nos níveis inferiores: 4º, 5º e 6º táxons.

3.3.1 Elaboração do mapa-base da área de estudo

O mapa-base da área de estudo (Mapa 8) foi elaborado com vetores (*shapefiles*) do IBGE (2009) para a Amazônia Legal, escala 1:250.000, e IBGE (2013) – Município 2013, na mesma escala; e cartas topográficas matriciais da Diretoria do Serviço Geográfico do Exército (DGEEx), disponíveis no Sistema Compartilhado de Informações Ambientais (Siscom) do Ibama, Folhas MI-488 SA-23-Y-A-I (Mãe do Rio), MI-489 SA-23-Y-A-II (Vila do Arrual), MI-542 SA-23-Y-A-IV (Candirú-Açu) e MI-543 SA-23-Y-A-V (Paragominas), escala 1:100.000. Essas folhas são uma atualização de bases cartográficas da década de 1980 (IBAMA, 2012), que estavam disponíveis apenas em formato analógico. Este mapa encerra um polígono entre as latitudes 2º 28' 17.040 S e 2º 54' 49.680'' S, e as longitudes 47º 22' 49.800'' WGr e 47º 33' 42.120 WGr.

3.4 Análise do tripé geomorfológico: formas, materiais e processos

Com base em Schoeneberger e Scheyer (2005), a análise geomorfológica segue três pontos: escala, discutida acima; composição interna, decomposta com base em Hart (1986) em formas, materiais e processos, alvo da discussão a seguir; e terminologia das formas do

georrelevo antrópico. As variáveis mais convencionais aplicadas na análise das demais formas de relevo podem ser utilizadas na compreensão de relevos antrópicos, em especial as da Geomorfologia Aplicada (RODRIGUES, 2004, 2005).

3.4.1 Aspectos gerais das formas no 3º táxon

A análise das formas de relevo para esta parte da Amazônia tem como limitação a carência de mapas morfológicos de detalhe e semi-detalhe, existindo apenas o mapeamento regional do Projeto Radambrasil na escala 1:1.000.000 (BARBOSA; PINTO, 1973), e o do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2009) em 1:250.000. Somente para as áreas de interesse da mineração existem mapas de semi-detalhe (e.g.: BRANDT MEIO AMBIENTE, 2003; GOLDER ASSOCIATES, 2008), que se encontram, contudo, fora do polígono de estudo da pesquisa.

Para suprir tal lacuna foi elaborado, na escala 1:150.000, um mapa de padrões de formas semelhantes (3º táxon), que demandou a correlação dos seguintes dados:

- Litologia, associada na área de estudo a tipos específicos de topos, vertentes e vales (KOUTSCHOUBEY; TRUCKENBRODT; CALAFF, 2005; KOUTSCHOUBEY et al., 2005; GOLDER ASSOCIATES, 2008). A litologia teve por base cartográfica o mapeamento do Serviço Geológico do Brasil, ou Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2004), Folhas SA-22 (Belém) e SA-23 (São Luís) da Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo (1:1.000.000). A conversão da escala só permite que se visualize a litologia de superfície por generalização;
- Hidrográficos e hipsométricos, das Folhas MI-542 SA-23-Y-A-IV (Candirú-Açu) e MI-543 SA-23-Y-A-V (Paragominas), escala 1:100.000, da DGEx.; e plantas e perfis da rodovia Belém-Brasília (BB), escala 1:20.000, articulação BB-011 a BB-015, da Hidroservice (1968), que são os mais precisos por conta dos trabalhos topográficos realizados por esta empresa e pela Comissão Especial de Construção da Rodovia Belém-Brasília (Rodobrás). A equidistância das curvas de nível é de 50 m. Dados hipsométricos foram obtidos, também, do SRTM, cena SA-22-Y-A, disponibilizada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa (BRASIL, 2001), complementados por pontos cotados com o auxílio do GPS.

O mapa de padrões de formas semelhantes seguiu as orientações de Ross, Fiers e Vieira (2011), combinando os tipos de processos dominantes – denudação (D); as formas de topo –

convexo (c) e plano (p); o índice de entalhamento médio do vale fluvial (2, 3 e 4), tomado como uma medida de dissecação dos interflúvios para os o talvegues (Fig. 12) no médio vale das sub-bacias hidrográficas de 3ª ordem;³³ e a dimensão interfluvial (1, 2, 3 e 4), adaptando-se, para a escala de 1:150.000 do mapa-base da área de estudo, a técnica do ábaco ou diapasão proposta por De Biasi (1992), conforme as classes previamente definidas (Fig. 12). Por conta desta escala de análise não foi possível mapear a classe 5 (de 250 m a menos) e as formas de acumulação (A).

Figura 12 – Padrões de dissecação do relevo e exemplos de padrões de dissecação aplicáveis para escalas médias (1:100.000, 1:250.000).

Nota: nas combinações numéricas o primeiro valor é dado pelo índice de entalhamento da rede de drenagem, comum a uma dada bacia hidrográfica; e o segundo, pela dimensão interfluvial que resulta de medidas em distância entre os cursos d'água.

Fonte: Ross, Fiers e Vieira (2011, p. 34). Desenho: Sérgio Fiori.

A geração de curvas de nível em menor equidistância, com tentativas em 5, 10, 20 e 25 m, foi possível com o uso da ferramenta “Contorno”, do *software* cartográfico gratuito Quantus Gis (Q-Gis) 2.4 – Chugiak. As curvas de nível geradas no formato *shapefile*, porém,

³³ Em conversa com o Prof.º Jurandyr Ross, e tendo lido seus textos (ROSS, 1990, 1992; ROSS; FIERES, VIEIRA; 2011), foi estabelecido este critério para a medição do índice de entalhamento médio. O critério em si foi definido na metodologia de mapeamento geomorfológico do Radambrasil, no volume 11 (NA.19 – Pico da Neblina), sendo essencialmente dedutivo, baseado em mosaicos semi-controlados de imagens de radar na escala 1:250.000 (Cf. NASCIMENTO; PRATES, 1976).

serviram apenas para visualização, haja vista que os dados extraídos do SRTM produzem contornos muito irregulares e incoerentes com a disposição dos cursos d'água.

Além disso, as cenas do SRTM apresentam a limitação de homogeneizar cotas à resolução espacial de 90 m (banda C do sensor SAR), e atrelá-las à elevação da cobertura da terra, e não ao nível do solo (superfície), o que provoca distorções de altitude em até dezenas de metros nas áreas florestadas.

3.4.2 Perfis topográficos e declividade

Os dados hipsométricos serviram, também, para a elaboração de um grande perfil topográfico correspondente ao eixo da rodovia;³⁴ e perfis transversais para alguns pontos, que puderam ser convertidos em perfis paisagísticos. Nos esboços originais do eixo, em papel milimetrado, a escala de exagero vertical foi fixada em 1:1.000, e a espacial, 1:2.000. Essa técnica ajudou a verificar a geometria das vertentes e a posicionar as formas do georelevo antrópico em relação à morfologia original, permitindo correlacioná-las, desde um critério topográfico, a outros fatores da estrutura superficial e da fisiologia da paisagem: litologia, solos, drenagem, obras civis, cobertura e uso da terra.

Algumas medidas de declividade foram tomadas a partir dos dados hipsométricos, aplicando-se a seguinte fórmula:

$$D = V/H * 100 / V * 100$$

Onde: D= declividade (%); V= distância vertical entre um ponto A e um ponto B (em metros); H= distância horizontal entre A e B (em metros).

As declividades do terreno foram calculadas, para uma escala menor (1:150.000), no programa Q-Gis 2.4, com extração de dados topográficos do SRTM pela ferramenta Grass – Raster *r.slope.aspect*, que fornece as medidas em porcentagem. A partir desta operação foi gerado o Mapa Clinográfico, aplicando as classes de declividade propostas pelo Instituto Nacional de Reforma Agrária (Incrá): plano (0-2%), suave ondulado (2-5%), ondulado (5-10%), médio ondulado (10-15%) e forte ondulado (15% e mais) (LEPSCH, 1983).

³⁴ De acordo com Carvalho (1967, p. 90), o eixo da estrada é o seu perfil longitudinal topográfico. É sobre o eixo que se calcula e desenha o *grade*, palavra inglesa aportuguesada como “greide”, sendo o perfil longitudinal da estrada em retas, um desenho nivelado tomado pelo alinhamento das distâncias em abcissas e das cotas topográficas como ordenadas. Cf. também Pimenta e Oliveira (2001).

3.4.3 Seção típica de uma estrada

A nomenclatura da Engenharia Rodoviária inclui uma série de terminologias para descrever a geometria de uma estrada (PICHLER, 1956; CARVALHO, 1967; PIMENTA; OLIVEIRA, 2001; BAESSO; GONÇALVES, 2003; LAY, 2009; ANTAS et al., 2010).

Algumas delas se referem, propriamente, a morfologias antropogênicas resultantes das obras civis no terreno, a exemplo dos cortes e taludes, aterros, sarjetas, e plataformas que abrigam as pistas de rolamento (ou de tráfego) e os acostamentos (Fig. 13). A seção típica de uma estrada representa um corte transversal, topográfico ou em planta, perpendicular ao eixo longitudinal da mesma, definida para pistas simples ou duplas. Além de conter as formas típicas de um georrelevo antrópico, a seção transversal é um elemento de análise geométrica que ajuda a posicionar topograficamente as morfologias originais e de alteração, materiais e processos geomórficos na paisagem real.

Figura 13 – Seção tipo de rodovia de pista simples.

Fonte: Antas et al. (2010).

3.4.4 Materiais

A discussão das formas é indissociável à consideração dos materiais e, também dos processos, que serão detalhados adiante. Antes de integrar as variáveis um esforço analítico é necessário a fim de detalhar propriedades da dinâmica do relevo e de sua morfologia. Em relação aos materiais, detalhou-se a litologia, os solos e os produtos da sedimentação em curso – aluviões, depósitos de tálus e depósitos tecnogênicos.

3.4.4.1 Litologia

A litologia de superfície é, dentre os fatores geológicos, o de maior participação nos processos morfogenéticos e pedogenéticos que ocorrem na atualidade, ou nos pretéritos, como heranças de sistemas morfo-pedogenéticos do passado (AB’SÁBER, 1969). As rochas menos alteradas podem ser observadas em afloramentos, o que é comum nos cortes de estradas, pedreiras e minas. As rochas encontradas a maiores profundidades (abaixo do regolito) podem ter alguma importância nos processos morfogenéticos e morfodinâmicos.

A discussão das formações geológicas teve por base a bibliografia e o mapeamento da CPRM (2004), na escala 1:250.000. Este foi utilizado para a elaboração do mapa geológico, mostrando a litologia de superfície e, também, os principais lineamentos estruturais de parte da Amazônia oriental (Estados do Pará e Maranhão).

Com exceção da mineralogia do substrato, discutida por meio de inferências, os demais aspectos litológicos puderam ser verificados nos trabalhos de campo, com anotações em caderneta, registros fotográficos e coleta de amostras para a descrição estratigráfica de cortes de estrada selecionados (Quadro 4, Fig. 14).

As coberturas inconsolidadas mais jovens (aluviões e tálus) e os depósitos tecnogênicos também foram registrados, sendo facilmente identificados em campo, no segundo caso, por sua constituição heterogênea, misturada a artefatos humanos e, assim, distinta das formações geológicas reconhecidas na coluna estratigráfica sub-regional. Uma chave de classificação em siglas foi criada para o registro do substrato (Quadro 6).

Formação Ipixuna (K2ip)	Cobertura Laterítica Madura (E13lm)	Feições subordinadas dos lateritos e outros
A – Arenito Ag – Argilito (c) – estratificação cruzada (p) – laminação ou estratificação plano- paralela (m) – fácies maciça (b) – bioturbação	CA – Cobertura argilo-arenosa (pode ser a Argila de Belterra) Lp – Linha de pedra Lb – Horizonte laterítico brechóide Lc – Horizonte laterítico concrecionário Ld – Crosta laterítica degradada Lbx – Horizonte laterítico bauxítico Lam – Horizonte laterítico argiloso, geralmente mosqueado Lt – Horizonte laterítico pálido ou transicional (saprólito) LI – Perfil laterítico indiferenciado (i.e., não foi descrito)	A – Aluviões T – Depósito de tálus Dt – Depósito tecnogênico (c) – bauxita colunar (df) – bauxita desferrificada (e) – laterita de padrão esquelético ou reticular (n) – nódulos (p) – psólitos (t) – bauxita terrosa

Quadro 6 – Simbologia das formações geológicas, dos horizontes e das fácies sedimentares utilizada nos trabalhos de campo e na descrição/correlação estratigráfica dos cortes.

Fonte: elaborado pelo autor com base em Costa (1991), Brandt Meio Ambiente (2003), Santos Jr. e Rossetti (2003), Nascimento e Goês (2005), Kotschoubey et al. (2005), Golder Associates (2008) e Cruz (2011).

evidencia problemas de georreferenciamento ou poligonização. Outras bases existentes são a do Projeto Radambrasil (ARAÚJO et al., 1973), cuja escala é pequena, 1:1.000.000, o que aumentaria a generalização da cobertura pedológica; e o da Embrapa (RODRIGUES et al., 2003), em 1:250.000, que abrange apenas o Município de Paragominas, ou seja, 8,95% do polígono selecionado como área de estudo da pesquisa.

Nos estudos de impacto ambiental (EIAs) e nos relatórios de controle ambiental (RCAs) que as empresas são obrigadas a apresentar junto à Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Estado do Pará (SEMA-PA), principalmente as do setor de mineração, também existem mapeamentos temáticos, inclusive pedológicos. Porém, os mapas que se teve conhecimento abrangiam outras áreas dentro dos municípios estudados (BRANDT MEIO AMBIENTE, 2003; GOLDER ASSOCIATES, 2008).

Mesmo sem um mapa pedológico, com base nas fontes bibliográficas e cartográficas e elaboração de alguns perfis pedológicos foi possível entender as relações solo/relevo da área de estudo, pela consideração da descrição de horizontes dos solos e a inserção deles em unidades geoambientais (SILVA; RODRIGUES; VIEIRA, 2001; GOLDER ASSOCIATES, 2008), as quais podem ser verificadas tanto nos trabalhos de campo como em cartas e perfis topográficos e paisagísticos.

3.4.5 Processos

Os processos geomorfológicos, nas diversas escalas espaço-temporais, são o elemento fundamental no entendimento da morfogênese e da morfodinâmica atual e pretérita. Nesta pesquisa eles foram auferidos por meio de observação direta, antecedida por um prévio conhecimento da geomorfologia local e regional fornecido pela bibliografia. Não se chegou a realizar experimentos para medir taxas e balanços de fluxos ou alterações, a intensidade das forças processuais ou volumes de material mobilizado.

3.4.5.1 Tectônica

O primeiro dos processos analisados na pesquisa foi a tectônica, inferida, em princípio, do mapa de Geologia (arcabouço estrutural). Com base nas proposições de Hasui (1990) e Costa et al. (1996), considerou-se para a neotectônica na Amazônia uma idade sobretudo neogênica, recuada até a passagem do Oligoceno para o Mioceno, a mais de 23 milhões de anos A.P. A verificação dos efeitos da neotectônica, em campo ou em gabinete, seguiram as

conclusões de Costa et al. (1996) e Kotschoubey et al. (2005) para o nordeste do Pará, oeste e noroeste do Maranhão:

- alternância de setores elevados e rebaixados no eixo da Belém-Brasília;
- alinhamentos da rede de drenagem;
- distribuição e descontinuidade de sequências litológicas.

Apesar das observações e correlações diretas feitas a partir do relevo e da litologia aflorante nos cortes de estrada, que permitem inferir a ocorrência de deslocamentos epirogenéticos por efeito de falhas, a bibliografia e os mapeamentos temáticos foram os principais meios para a análise da neotectônica. Sendo um processo de longa duração a neotectônica se inscreve na leitura da evolução morfogenética sub-regional.

3.4.5.2 Padrões de erosão, transporte e deposição

Os padrões geomorfológicos de erosão, de transporte e de deposição de sedimentos na área de estudo obedecem à morfogênese típica dos ambientes tropicais quentes e úmidos das regiões florestadas. Ao nível do território intertropical brasileiro, a área se enquadra na borda oriental do domínio morfoclimático amazônico, ou “terras baixas florestadas equatoriais”, conforme o esquema de domínios paisagísticos de Ab’Sáber (1973, 1977, 1996, 2003). A consideração destes padrões, que são o centro das atenções quando se trata dos processos morfodinâmicos, foi limitada ao apoio da bibliografia; de dados climáticos secundários; e, principalmente, de uma sistemática de observações *in locu* (paisagem real), abrangendo tanto o período chuvoso como o da estiagem.

Foram observados, em campo: tipos de formas erosivas (verticais e em lençol); fluxo da água superficial; tipos e ocorrência/distribuição de feições da sedimentação em curso; e obras de Engenharia Rodoviária associadas à dispersão de águas.

3.4.5.3 Drenagem

Com base nas cartas da DGEx, escala 1:100.000, e dados hipsométricos do SRTM, foi feita a delimitação das sub-bacias de 3ª ordem, cujos interflúvios são os vetores principais da compartimentação local do relevo.

Outro princípio de classificação aplicado foi o de padrão de drenagem, com base em Howard (1967), ligeiramente modificado por Christofolletti (1980). Assim, o padrão de cada

(sub)bacia hidrográfica, ou de parte dela, reflete um certo condicionamento da litologia e do arcabouço estrutural (Fig. 19).

Figura 19 – A disposição espacial dos principais tipos de padrões de drenagem.

Fonte: Christofoletti (1980).

A bacia hidrográfica como totalidade foi considerada na escala regional, em relação aos principais escoadouros de vazantes para os estuários: rios Capim, Guamá e Gurupi. Abaixo dela, caracterizam-se sub-bacias em diferentes ordens de hierarquia fluvial conforme os princípios de hierarquia fluvial de Strahler (1952), em que se numeram os segmentos fluviais, em ordem crescente, das nascentes até o vertedouro principal da sub-bacia. A confluência de segmentos de igual valor, por exemplo, 2 e 2, implica mudança para a ordem imediatamente superior, neste caso, 3; nas confluências de valores diferentes, tipo 3 e 1, ou 3 e 2 etc., mantem-se o maior valor, qual seja, 3. O segmento que coincide com a foz representa o nível de grandeza da bacia ou sub-bacia hidrográfica.

O canal fluvial em si ocupou, na análise, papel secundário, sendo observadas apenas as feições imediatas à plataforma e aos cortes da estrada, especialmente as que dizem respeito a processos de assoreamento e de alteração da morfologia das planícies de inundação. Algumas

medidas de distância e declividade foram tomadas a partir dos cortes, seguindo na direção dos cursos d'água (talwegues).

3.4.5.4 Cobertura e uso da terra

Este fator foi amarrado ao mapa-base da pesquisa (escala 1:150.000), com ênfase para a cobertura da terra, que nem sempre deixa implícito o uso.

Utilizou-se as ferramentas de classificação supervisionada³⁵ para o processamento de imagens orbitais LANDSAT 5 (sensor *Thematic Mapper* – TM) e 8 (sensor *Operational Land Imager* – OLI), utilizando o programa Q-Gis 2.4.0 – Chugiak, *Semi-Automatic Classification Plugin*. Essas imagens possuem uma resolução espacial de 30 m por pixel, sendo adequadas para mapeamentos em escalas médias. Desde a década de 1980 elas têm sido amplamente utilizadas devido seu grande potencial de identificação de diferentes tipos de cobertura da terra (PARANHOS FILHO; LASTORIA; TORRES, 2008). O sensor TM 5 do LANDSAT, lançado em 1984, possui 7 canais ou bandas espectrais, e o OLI 8, ativo desde 2013, possui 11 bandas (USGS, 2015).

As cenas do LANDSAT TM-5 foram baixadas do Catálogo de Imagens do Inpe, para diversos anos entre 1984 e 2011; e a cena do LANDSAT-8 da galeria do United States Geological Survey (USGS), por intermédio do Google Earth. A órbita ponto destas imagens é a 222/62.

O LANDSAT-TM foi o satélite com maior número de cenas disponíveis e em boas condições de visualização para uma análise multitemporal. Tentou-se utilizar as cenas do CBERS, do programa de cooperação técnica sino-brasileira (FLORENZANO, 2011). A resolução espacial do CBERS é de 20 m, maior que a resolução do Landsat, porém, aquele produto orbital não foi utilizado devido ao baixo número de cenas cobrindo a área de estudo, várias delas comprometidas por efeito de interferências atmosféricas (nuvens e sombras).

A seleção das cenas obedeceu, inicialmente, à exclusão daquelas em que a cobertura de nuvens ultrapassava os 20% no quadrante 2. Feito isso, foram escolhidas as cenas do período de transição sazonal do período chuvoso para o de estiagem, meses de junho e julho, em intervalos iguais ou aproximados a uma década. Espera-se que, neste período, sejam menores

³⁵ De acordo com Florenzano (2011, p. 75-76, grifo da autora), “As técnicas de **classificação** de imagens digitais visam ao reconhecimento automático de objetos, em função de determinado critério de decisão, agrupando em classes os objetos que apresentam similaridade em suas respostas espectrais. O resultado de uma classificação de imagens, portanto, é um mapa temático, no qual cada *pixel* ou grupo de *pixels* (quando a imagem é segmentada) da imagem foi classificado em uma das várias classes (ou temas) definidos.”

os efeitos do excesso ou déficit de umidade no solo e na vegetação, o que provoca diferenças sensíveis na resposta espectral dos alvos de superfície. A exceção ficou por conta da cena do LANDSAT 8, datada de outubro de 2013, sendo a única disponível em anos mais recentes na época que a coleta foi realizada.

O georreferenciamento das cenas foi feito no programa Q-Gis 2.4.0 – Chugiak, tendo como sistema de referência de coordenadas (SRC) a projeção WGS-84 (*World Geodetic System*), tipo de transformação “polinomial 1” e método de reamostragem “vizinho mais próximo”. O vetor drenagem, da base matricial do IBGE (2009), foi utilizada na etapa de georreferenciamento. O erro geométrico médio obtido em cada cena oscilou de 1.14761 a 1.44910, com diferença de 0.30149 (Quadro 7). Concluído o georreferenciamento das cenas, procedeu-se ao corte (*clipper*) das cenas pelo polígono da área de estudo.

Sensor	Data	Cob. de nuvens do quadrante 02	Erro médio geométrico	Composição de bandas	Número de classes
Landat TM-5	15/06/1984	10%	1.14761	R(5)G(4)B(3) NDVI (3 e 4)	10 (de 10)
Landat TM-5	08/06/1995	0%	1.44910	R(5)G(4)B(3) NDVI (3 e 4)	8 (de 10)
Landat TM-5	30/06/2003	10%	1.16809	R(5)G(4)B(3) NDVI (3 e 4)	9 (de 10)
Landat TM-8	15/10/2013	10-20% (estimado)	1.28976	R(6)G(5)B(4) NDVI (4 e 5)	9 (de 10)

Quadro 7 – Especificação das cenas utilizadas na classificação supervisionada do uso da terra.

Fonte: elaborado pelo autor.

Após o corte das cenas, chegou-se à fase final de classificação. Foram definidas, com base na bibliografia e vários pré-testes de processamento, 10 classes de cobertura da terra (Quadro 8).

No treinamento para esta definição foram selecionadas, em média, de 15 a 30 amostras por classe, baseando-se nos padrões de assinatura espectral, cor e textura de mosaicos em falsa-cor realçados (extensão total do histograma), comparado-os a índices de cobertura vegetal conhecidos como *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), calculados, também, no Q-Gis 2.4.0. O NDVI é uma ferramenta fundamental na análise da cobertura em espaços rurais, nos quais o índice de biomassa varia de nulo nas áreas de solo exposto, que corresponde aos tons mais escuros da imagem; até a vegetação densa das florestas, com tons mais claros (PARANHOS FILHO; LASTORIA; TORRES, 2008).

Watrin e Rocha (1992) (A)	IBGE (1995) (B)	Silva, Rodr. e Vieira (2001) (A)	IBGE (2006) (B)	Coelho e Monteiro (2009) (A)	The Nature Conservancy (2013) (B)	Classes aqui propostas (A)
				- Cobertura de nuvens		- Nuvens - Sombra
- Espelhos d'água	- Tanques, lagos, açudes etc. para aquicultura			- Massa d'água		- Massa d'água
	- Pastagens naturais		- Pastagens naturais		- Campo úmido (d)	- Solo úmido
- Flor. ombrófila densa (d)	- Matas e florestas naturais	- Flor. ombrófila densa (d)	- Matas e/ou florestas naturais (d)	- Floresta	- Floresta primária - Florestas paludícolas	- Mata de porte médio/alto
- Exploração madeireira (d)		- Floresta alterada		- Floresta já explorada - Exploração madeireira	- Floresta muito degradada	- Mata degradada
- Capoeira		- Capoeira		- Capoeira	- Floresta secundária - Capoeira	- Mata em regeneração
	- Matas e florestas artificiais		- Matas e/ou florestas plantadas - Sistemas agroflorestais		- Florestas plantadas	- Reflorestamento
	- Terras degradadas	- Áreas sem uso	- Terras degradadas		- Área minerada ou de empréstimo	- Solo exposto
- Agropecuária	- Lavouras permanentes - Lavouras temporárias - Lavouras em descanso	- Pastagem plantada - Agricultura	- Lavouras permanentes - Lavouras temporárias - Forrageiras para corte - Lavouras em descanso - Pastagens plantadas (d) - Cultivo de flores - Terras produtivas não utilizadas	- Área produtiva	- Pasto (d) - Áreas agrícolas mecanizadas - Pecuária - Juquira	- Pasto ou cultivo
- Área urbana				- Área urbana	- Área urbana	- Área urbana
	- Terras inaproveitáveis		- Terras inaproveitáveis para agricultura - Construção de benfeitorias			

Quadro 8 – Comparativo das classes de cobertura da terra.

Nota: A – referência com mapeamento; B – referência sem mapeamento; (d) – classe com subdivisões.

Fonte: elaborado pelo autor.

Apesar da inexistência de cenas de satélite disponíveis para a década de 1970, esta pôde ser contemplada na análise multitemporal a partir do mapeamento da vegetação pelo Radambrasil, escala 1:250.000, da Folha SA-23-Y-A – Rio Capim (GOÉS FILHO et al., 1973). Neste caso, fez-se a delimitação aproximada da cobertura de floresta primária, único dado de vegetação mapeável com base neste produto cartográfico, sendo todo o resto da superfície generalizado como agropecuária.

3.5 Síntese de formas, materiais e processos do georrelevo antrópico

Antes de seguir, conforme proposto metaforicamente no título do capítulo, com esta viagem, os elementos discutidos acima foram reunidos em um roteiro de identificação de formas do georrelevo antrópico, útil para os trabalhos de campo e para a elaboração dos produtos de representação gráfica (mapas e perfis). Foram elencadas variáveis considerando: a incidência dos elementos sociorreprodutores; o arranjo espacial das formas; e os processos dominantes (Quadro 9).

Em todas as variáveis o impacto das ações antrópicas é o aspecto principal, deixando implícitas as relações com as morfologias originais e as heranças de materiais e de processos na longa duração (elementos/fatores geoecológicos), que justificam as análises multiescalar, “restrospectiva/evolutiva” (RODRIGUES, 2004, 2005), e das interações sociedade/ natureza na produção do espaço geográfico e das paisagens.

Variável	Tipologia	Exemplos de formas*
Incidência dos fatores sociorreprodutores	Direta (formas criadas)	Cortes, aterros
	Indireta (formas induzidas)	Ravinas, voçorocas, bancos fluviais
Arranjo espacial	Pontual	Montículos de rejeitos
	Areolar	Grandes aterros
	Linear	Terraplenos, quebra-mares, diques
Processos dominantes	Erosivos	Ravinas, voçorocas
	Deposicionais	Aterros, lixões
	Escavação	Pedreiras, fossos

Quadro 9 – Variáveis para identificação e descrição do georrelevo antrópico.

* Os materiais são uma variável contida na descrição e caracterização das formas.

Fonte: elaborado pelo autor com base em Piacente (1996), Hooke (1994, 2000), Guerra e Guerra ([1997] 2009) e Rodrigues (2004, 2005).

Além destes aspectos, a análise de formas e processos do georrelevo antrópico está pautada no uso de terminologias apropriadas, conforme discutido no capítulo anterior com base em referências da Antropogeomorfologia. Algumas destas estão acompanhadas de mapeamentos e explicações que contemplam as variáveis múltiplas de análise: formas antropogênicas geradas por impactos diretos ou indiretos; de arranjo pontual, areolar ou linear; e caracterizadas por dinâmica de processos erosivos, deposicionais, ou escavação.

E segue-se em frente: pelas estradas, mas também pelos rios, que marcaram a ocupação e a circulação na Amazônia por milênios. Para entender os contextos histórico-geográficos dos impactos da abertura de rodovias é necessário, também, singrar pelas águas amazônicas.

4 GEORRELEVO ANTRÓPICO NO CONTEXTO REGIONAL: PELOS RIOS, PELAS ESTRADAS

Sob a totalidade, que dá sentido ao espaço geográfico, revela-se uma diversidade de formas e de conteúdos espaciais. Neste sentido, são discutidos no presente capítulo recortes temporais da configuração da paisagem na Amazônia, em particular a Amazônia brasileira, expressos em padrões socioespaciais de média ou longa duração. Essa diversidade será explicada por meio das paisagens. A Amazônia, assim como todas as regiões do planeta, não é homogênea, seja qual for a dimensão considerada na análise da sua história e geografia: dimensões da natureza, da sociedade e das interações entre ambas.

A discussão cumpre parte do nível regional da pesquisa (nível 1 – Quadro 5), uma viagem mais longa pelo universo amazônico, discutindo a unidade/diversidade das paisagens em dois momentos-chave da história e da geografia regionais.

Foram considerados os dois grandes padrões de organização do espaço regional que se estruturaram após o início da colonização ibérica nos séculos XVI e XVII, identificados por Gonçalves (2001, p. 79, grifos do autor):

É possível identificarmos dois padrões de organização do espaço amazônico, contraditórios entre si, e que estão subjacentes às diferentes paisagens atuais da região: o padrão de organização do espaço *rio-várzea-floresta* e o padrão de organização do espaço *estrada-terra firme-subsolo*. Cada um desses padrões foi sendo criado ao longo da formação sociogeográfica do mundo moderno e contemporâneo e é a materialização, na Amazônia, dos conflitos de interesse entre diferentes segmentos e classes sociais que, estando ou não localizadas na região, imprimiram suas marcas (grafias) a essa terra (geo), geografando-a.

Essas ideias são interessantes para análise da problemática porque trazem, nas matrizes dos padrões, fatores da geografia regional que estruturam as paisagens e condicionam os modos de ocupação territorial e exploração de recursos naturais. Possuem, no entanto, um enfoque social-crítico centrado nas questões de conflitos político-econômicos e socioambientais; e algo fenomenológico ao considerar o “presente vivido” dos sujeitos que habitam as diversas “Amazônias”, “geografando-as”.³⁶

Existe aí uma ponte para a averiguação de padrões geomorfológicos relacionados com as intervenções antrópicas, na medida em que os terrenos mais explorados a cada momento,

³⁶ O que aproxima a ideia deste autor à noção de “geograficidade” (“*géographicité*”) de Dardel ([1952] 2011), ainda que não haja referência a ele: modo de existência do homem e a relação concreta dele com a Terra.

como suporte físico para a ocupação e base de recursos naturais, são os que sofrem mais alterações. Convém, antes de prosseguir com análises mais específicas, situar a Amazônia nos contextos global e nacional, mais ou menos de acordo com uma geografia física e uma geografia humana gerais da região.

4.1 Amazônia: expressão geográfica

A Amazônia é, seja qual for a definição que se faça dela, um megaespaço, um recorte sub-continental na ordem de milhões de km². Possui, de acordo com Ab'Sáber (1977, p.3), uma extensão espacial de “primeira grandeza”. Até o conceito de região parece dúbio quando se considera a totalidade deste megaespaço e suas partes: existem regiões ou sub-regiões amazônicas?³⁷ Eis o ponto comum unifica os “conceitos” de Amazônia, expressão utilizada por Moreira (1960): esta região é, sempre, muito extensa, e sua expressão geográfica possui importância em nível nacional, continental e global.

Há, pelo menos, dois sentidos principais que agrupam as definições de Amazônia, cada um deles com suas sub-divisões:

- O de “região natural”,³⁸ um domínio marcadamente zonal, de baixas latitudes. Esta Amazônia aparece na pequena escala do sistema terrestre natural sob diferentes critérios: morfoclimático – zona tropical interior de aplainamento parcial (BÜDEL, [1977] 1982), ou terras baixas equatoriais florestadas (ROUGERIE, [1961] 1969; AB'SÁBER, 1973, 1977); vegetacional: a Hiléia de Humboldt ou Náíade de Martius, nomes que fixaram o domínio da floresta ombrófila densa (MOREIRA, 1960b), conhecida pelo termo em inglês *rain forest*; climato-patogênica – área equatorial (SORRE, [1961] 1967); ou, simplesmente, trópicos, mundo tropical, países ou regiões tropicais (GOUROU, [1941] 1966; PENTEADO, 1959; CONTI, 1996).
- O de “região humana”, desdobrado em fundamentos políticos, econômicos, e/ou para fins de planejamento. Os recortes são mais plurais, de acordo com as estratégias geopolíticas em nível internacional e nacional, gerando as fragmentações territoriais e

³⁷ Vale a pena registrar que, na taxonomia de Bertrand ([1968] 1971), a questão se resolveria com o “domínio”, divisão imediatamente inferior à zona. Junto com a região natural, zona e domínio são as unidades superiores, nas quais “[...] só o relevo e o clima importam e, acessoriamente, as grandes massas vegetais” (BERTRAND, [1968] 1971, p. 12). A Amazônia seria um domínio, e suas sub-divisões principais, regiões naturais.

³⁸ Que não tem o mesmo denotativo que lhe atribui Bertrand ([1968] 1971). Trata-se da região natural clássica dos geógrafos, uma porção da superfície terrestre caracterizada pela uniformidade resultante da combinação ou integração dos elementos da natureza: clima, vegetação, relevo etc. (Cf. CORRÊA, 1986).

ambientais do domínio zonal. No âmbito político a Organização do Tratado de Cooperação Amazônica (OTCA), de 1978, consagrou a expressão Pan-Amazônia, congregando oito países sul-americanos e a França, que ainda exerce a soberania sobre a região da *Guyane* (Guiana Francesa). Esta definição é equivalente à de Grande Amazônia, sugerida por Gutiérrez, Acosta e Salazar (2004). No plano econômico, e tendo em vista que cada país tem apresentado medidas visando ao planejamento de seus territórios amazônicos, cita-se o recorte de Amazônia Legal, estabelecido junto com a Sudam em 1973, substituindo a Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia (SPVEA), criada em 1953.

Enquanto domínio da natureza, os traços gerais da Amazônia têm uma disposição E-W, segundo as morfoestruturas, desde os contrafortes da cordilheira dos Andes, a oeste, até chegar às terras baixas costeiras, a leste; a bacia hidrográfica do rio Amazonas, cujo eixo segue a estrutura geológica, drenando em sua parte central a bacia sedimentar regional; e faixas climáticas mais ou menos longitudinais caracterizadas por sutis variações no regime de chuvas (SALATI, 1985; AB'SÁBER, 1996).

A disposição E-W corresponde ao, por assim dizer, *shape* geral da região, cartográfico, determinado pelos elementos da natureza na escala sub-continental.

Como domínio zonal, os processos bio-físicos gerais são sintetizados na caracterização morfoclimática, onde a Amazônia se enquadra na “zona tropical interior de aplainamento parcial” (“*inner tropical zone of partial planation*”), conforme os cinturões planetários de paisagens (BÜDEL, ([1977] 1982) (Mapa 9). Assim, a região amazônica integra os trópicos úmidos (CONTI, 1996).

Na classificação de Ab'Sáber (1973, 1977, 2003) para o território tropical e intertropical brasileiro aquela zona corresponde ao domínio morfoclimático amazônico, ou terras baixas florestadas equatoriais. Ao sul dele encontra-se o domínio dos cerrados ou dos chapadões recobertos por cerrados (savanas) e penetrados por florestas-galeria (Mapa 10). Entre ambos admite-se a existência de uma faixa de transição ecológica, a Pré-Amazônia, um espaço bem caracterizado no oeste do Maranhão e no norte de Mato Grosso, estados que integravam parcialmente a Amazônia Brasileira (depois ampliada e substituída pela noção de Amazônia Legal), sendo, por isso, denominados por Moreira (1960) de “unidades pré-amazônicas”.

A média do *quantum* pluviométrico vai, de acordo com as faixas do clima, de 1.750 a 3.500 mm anuais, aproximadamente, e os períodos de estiagem, de nulo a 4 meses, mas

nesses últimos casos está-se na transição do domínio amazônico para os cerrados do Brasil central e as caatingas do Sertão nordestino (Mapas 10 e 11).

Estas faixas conduzem a diferenciações climáticas que se expressam nos processos de meteorização das rochas e de pedogeneização, na densidade de drenagem e nas formações vegetais, aliados a condições particulares do substrato litológico, do arcabouço tectônico e da topografia, bem como às heranças morfogenéticas pretéritas. Todas estas diferenciações vão se revelar, em termos paisagísticos, nas escalas médias e grandes, às quais é permitido, afinal, falar de paisagem (BERTRAND, [1968] 1971; GIBLIN, 1978).

Mapa 9 – Zonas morfoclimáticas da atualidade.

Fonte: Büdel ([1977] 1982).

Mapa 10 – Domínios morfoclimáticos brasileiros: áreas nucleares.

Nota: o polígono indica a localização aproximada do Corredor Norte da Belém-Brasília.

Fonte: Ab'Sáber (2003, modificado).

O caráter heterogêneo da natureza regional se impõe com toda sua força. O conjunto dos elementos geocológicos do relevo, especificamente, assume particularidades nas escalas sub-regional e local.

À disposição E-W conferida pelos elementos da natureza impõe-se e sobrepõem-se entre si outros recortes: os político-administrativos, os das regiões de planejamento, o dos eixos de ocupação territorial e de exploração econômica, e o dos contextos socioculturais, que refazem, a cada momento histórico, os limites das sub-regiões amazônicas.

Existe, em relação à geografia humana da região, grande diversidade de limites, nem sempre coincidentes: Pan-Amazônia, Grande Amazônia e as fronteiras entre os países e as

sub-divisões político-administrativas dos mesmos (ARAGÓN, 2009); regiões culturais linguísticas (QUEIXÁLOS; LESCURE-RENAULT, 2000); eixos continentais de integração e desenvolvimento (IIRSA, 2015); e, considerando apenas o Brasil: Amazônia Legal, Região Norte, estados e municípios, zoneamentos ecológico-econômicos, propostas de divisões sub-regionais, polos, eixos ou áreas de investimentos prioritários etc. (BECKER, 1990, 2005; PANDOLFO, 1994; AB'SÁBER, 1996; MONTEIRO; COELHO, 2004; CGEE, 2009).

Mapa 11 – Clima e antropismo na Amazônia Legal, 2010.

Fonte: elaborado pelo autor.

No contexto nacional e global, vários autores (e.g.: BUNKER, 1985; BECKER, 1990; COLCHESTER, 1997; GONÇALVES, 2001) afirmam que o papel da Amazônia na Divisão Territorial do Trabalho (DTT) tem sido, desde tempos coloniais, o de uma região periférica, tipicamente subdesenvolvida, voltada aos interesses do mercado internacional através da exportação de gêneros primários, a exemplo de madeiras, látex, castanha, óleos e essências, carnes e peles, minérios, energia hidroelétrica e grãos.

No interior do território brasileiro, a transição dos anos 1950 para 1960 marcou o início de uma nova etapa da vida regional e de articulações com as outras regiões do País, balizada pela abertura de rodovias federais como a Belém-Brasília (BR-010), a Cuiabá-PortoVelho-Acre (BR-364), a Santarém-Cuiabá (BR-163) e a Transamazônica (BR-230).

Induzida fortemente por essas rodovias, a expansão de frentes econômicas e migratórias intra e extrarregionais caracterizaram uma típica fronteira de recursos que reconfigurou a organização socioespacial e socioeconômica das regiões Norte e Centro-Oeste, incluindo, também, a parte ocidental da região Nordeste (ANDRADE, 1977; HUERTAS, 2009).³⁹ A expansão da fronteira, contudo, ocorreu de modo diferencial, tanto espacial como temporalmente, não abrangendo a totalidade do espaço regional, muito embora tenha alterado o conjunto das configurações socioespaciais como um todo, que veio a resultar na formação de três “macrorregiões” atuais: o Arco de Povoamento Adensado, a Amazônia Central e a Amazônia Ocidental (Mapa 12).⁴⁰

As áreas com mudanças mais intensas se localizam ao redor dos eixos ou núcleos articulados aos mercados externos e/ou com atividades econômicas modernas: estradas, ferrovias, portos, e os grandes empreendimentos mineradores, metalúrgicos e hidroelétricos (THÉRY, 2002, 2005). Por alterar a geografia regional e as geografias locais, a expansão da fronteira é o principal fator para se entender as paisagens amazônicas atuais. Esses aspectos serão detalhados a seguir.

4.2 Paisagens amazônicas no padrão “rio-várzea-floresta”

A estrutura territorial pré-1960 da Amazônia brasileira foi estabelecida na passagem do século XIX para o XX, por efeito da resolução de questões fronteiriças, e expansão dos sistemas de extração do látex e da castanha e da ocupação não indígena, que alcançaram o médio e o alto curso dos afluentes do Amazonas e do Tocantins. Os rios, sendo caminhos naturais para o avanço da ocupação humana na Amazônia, moldaram uma estrutura territorial “dendrítica”, termo utilizado por Corrêa (1991), em analogia com o padrão de bacia hidrográfica, para caracterizar a rede urbana mais tradicional da região.

³⁹ A noção de fronteira ocupa, desde o trabalho de Monbeig (1952) sobre “plantadores e pioneiros” no Estado de São Paulo, um papel central nas análises sociológicas, antropológicas, políticas, econômicas e geográficas do território brasileiro ao longo do século XX (Cf. CLEARY, 1993; MARTINS, 1996, 1997). O termo fronteira, contudo, possui um sentido polissêmico. Em suma, identificam-se duas acepções principais: a de limite, frente ou zona de concorrência e complementaridade entre territórios ou sistemas de natureza diversa; e o de limite, frente ou zona de expansão que desloca ou redefine o modo de produção capitalista no tempo e no espaço (Cf. BADIE, 1995; COURLET, 1996). Adotou-se, para discussão, essa última acepção para definir a fronteira de recursos que se formou na Amazônia contemporânea (pós-1950).

⁴⁰ Esta sub-divisão regional, elaborada por Becker (2005), atualizou a proposta anterior da autora (BECKER, 1990), amplamente utilizada ainda hoje e que dividia a região em: Amazônia Oriental; Amazônia Meridional; Amazônia Ocidental; e Amazônia Setentrional.

Mapa 12 – Amazônia Legal: povoamento e macrorregiões, 2006.

Fonte: Becker e Stenner (2008).

Até por volta de 1960 a circulação no interior da Amazônia e dela com os espaços externos era feita, basicamente, pelo transporte aquaviário, aproveitando-se a vasta rede hidrográfica regional, algo em torno de 25 mil km de trechos navegáveis de rios, distribuídos pelos países da Pan-Amazônia (SANTOS; CÂMARA, 2002).

Estradas de terra e ferrovias, embora existentes na Amazônia desde o período colonial e, especialmente, na segunda metade do século XIX e primeira metade do século XX, eram reduzidas. Configurou-se, assim, o padrão “rio-várzea-floresta” (GONÇALVES, 2001). Em termos interpretativos os autores da época foram unânimes em caracterizar a Amazônia como uma região natural, segundo o esquema lablachiano da “região-paisagem” (GIBLIN, 1978). De acordo com Guimarães (1941, p. 326):

No caso da Amazônia, por exemplo, os elementos fundamentais são o clima e o relêvo, tudo convergindo para a formação dessa maravilhosa floresta, a Hiléia, que dá à região a "nota característica". Dum modo geral, os elementos fundamentais são a situação geográfica, a geologia, o relêvo, o clima e a vegetação.

O raciocínio de Moreira (1960, p. 51-53) é semelhante ao de Guimarães (1941), traçando, quase duas décadas depois, a mesma paisagem-tipo:

A paisagem como que permanece igual a si mesma em quase tôda a sua extensão, acusando, não obstante a sua admirável exuberância, um traçado por demais simples e uniforme. [...] Como conjunto fisiográfico, com efeito a Amazônia se notabiliza pela extensão, pujança e homogeneidade dos seus quadros naturais, onde a planície, a floresta e o rio compõem, num amplo e grandioso delineamento, os traços mais salientes e expressivos da sua fisionomia como paisagem.

A caracterização da região natural não deixa de considerar os elementos humanos, embora de modo subordinado. Na “paisagem amazônica”, tratada assim no singular por Moreira (1960, p. 81-82), a ação humana foi explicada por sua reduzida significação em termos de “atributos de expressão”, o que seria, para alguns, uma consequência do fraco efetivo demográfico regional e do baixo nível de qualificação social para melhorar a produtividade econômica, um aspecto já salientado pelos viajantes do século XIX (e.g.: WALLACE, [1853] 1979).

Até por volta de 1970 foi amplo o uso do conceito de região natural para a caracterização de um *tableau* único da Amazônia. Este quadro estava incorporado ao imaginário dos viajantes, estrangeiros ou não, que da calha dos rios, do seio das planícies e das florestas (Fig. 16) concebiam a região como um todo.

16

17

18

19

Figuras 16 a 19 (página anterior) – Imagens que relevam a diversidade paisagística da Amazônia nas décadas de 1950 e 1960, o que contradiz a narrativa geográfica, da época, que preconizava a homogeneidade dos tipos de paisagem da região. Acima (Fig. 16), a planície amazônica no estuário do rio Pará, florestada e pouco impactada. Essa é uma das imagens mais tradicionais da Amazônia ainda hoje, sendo representativa do padrão socioespacial “rio-várzea-floresta”. A primeira foto ao centro (Fig. 17) é o oposto da anterior: uma Amazônia das estradas plenamente consolidada nos anos 1950, na chamada Zona Bragantina do nordeste do Estado do Pará (Município de Castanhal). O entorno da estrada está tomado pela floresta secundária, a “capoeira”, em estágio de crescimento. É outro padrão, mais complexo, de circulação e produção sobre a “terra firme”: o “ferrovia/estrada de rodagem-terra firme-solo/capoeira”. A segunda foto ao centro (Fig. 18) traz, igualmente, uma Amazônia diferente daquela dos rios e das florestas: a zona agrícola da Colônia Nipo-Brasileira de Tomé-Açu, também no nordeste do Pará, observando-se a secagem de pimenta-do-reino e, ao fundo, o pimental e a mata nativa degradada. No local foi estabelecida ainda na década de 1950 uma agricultura de exportação, mais capitalizada e racional que os demais cultivos da região amazônica. Abaixo (Fig. 19), as instalações da Indústria e Comércio de Minérios (Icomi) S.A., no então Território Federal do Amapá. Não se sabe o ano exato da foto, mas nela já é possível observar o rebaixamento do terreno em virtude da extração de manganês, e, nas clareiras abertas em meio à floresta, objetos técnicos – equipamentos da mina, estradas e, no quadrante superior esquerdo, a *company town* de Serra do Navio. Este é um padrão socioespacial do tipo “ferrovia-terra firme-subsolo”.

Fontes: 16 – Petey e Barcellos (1968); 17 – Tibor Jablonsky, 1953 – Biblioteca Virtual do IBGE; 18 – Petey e Barcellos (1968); 19 – Sem autor (195?) – Biblioteca Virtual do IBGE

Região natural equivale à “região-paisagem” dominada pelos elementos da geografia física, considerados mais estáveis que os humanos. No caso da Amazônia, seria aquele quadro físico geral E-W, ou domínio zonal, com uma roupagem homogênea.

A interpretação que se tem neste esquema conceitual é mais uma generalização e menos uma aproximação à diversidade de paisagens concretas existentes numa região e, como tal, está sujeita a fortes críticas quando confrontada com a realidade. No *tableau* da Amazônia, a natureza é vista como “poderosa”, “esmagadora”, e condiciona os tipos humanos e modos de vida da região, basicamente ligados à exploração dos rios e das florestas, como os regatões, canoeiros, arpoadores de jacaré ou pirarucu, seringueiros, balateiros e castanheiros.

Esta é a fisionomia de uma Amazônia tradicional, uniforme em seus tipos paisagísticos e de culturas humanas adaptadas à natureza regional. Uma “pintura” que, mesmo antes de 1950, começava a perder as suas cores.

Deve-se levar em consideração que o perfil ribeirinho da paisagem já existia antes da chegada dos colonizadores ibéricos nos séculos XVI e XVII, mantendo-se, depois, nos diversos sistemas de devassamento da Amazônia: “drogas do sertão”, látex (“borracha”), castanha, outros tipos de extrativismo animal e vegetal, mineração e pecuária (MEGGERS, 1971; BUNKER, 1985; CORRÊA, 1991; GONÇALVES, 2001; FERREIRA; SALATI, 2005). Mesmo em face da ruptura que se deu em 1950-1960, com a expansão dos padrões socioespaciais típicos da “terra firme”, o padrão “rio-várzea-floresta” predomina nos espaços

ribeirinhos da Amazônia, constituindo-se, apesar de mudanças em nível regional ou local, como uma estrutura secular, territorial, de longa duração.

4.2.1 Variantes do padrão “rio-várzea-floresta” pré-1960

A Amazônia é a maior das regiões brasileiras. Seja qual for o critério de delimitação, conforme já dito, o espaço regional será superior a 2 milhões de km². Nestes termos, como esperar que a Amazônia se comporte como uma entidade geográfica homogênea? Isto foi forjado teoricamente. Entendida como região natural, fez-se muitas vezes uma idealização genérica da realidade regional, que pode ter sido válida por algum tempo, mas já não se sustentava, em face da realidade, na primeira metade do século XX.

Assim, o padrão “rio-várzea-floresta”, apesar de predominante não se aplica à leitura histórico-geográfica de alguns espaços sub-regionais (Quadro 10, Mapa 13).

Padrões	Exemplo	Elementos/fatores	Referência(s)
Rio-campo-solo/floresta	Marajó oriental - PA, Campos de Rio Branco - RR	Pecuária, paisagem-mosaico de campos e florestas	Wallace ([1853] 1979) Gama Abreu ([1992]1895) Guerra (1954a)
Ferrovia-terra firme-subsolo	Corredor Serra do Navio/Santana- AP	Mineração, eixo de penetração terrestre, planalto	Guerra (1954b) Guerra (1959a)
Ferrovia/estrada de rodagem-terra firme-solo/capoeira	Zona Bragantina – PA	Agricultura, extrativismo, vegetação secundária, planalto	Cruz (1955) Penteado (1967) Miranda (2009)
Estuário/mar-planície/planalto costeiro-manguezal	Zona do Salgado – PA Litoral Maranhense	Pesca, agricultura, relevo, drenagem e vegetação típicos da zona costeira	Furtado (2001) Souza Filho et al. (2005)

Quadro 10 – Proposição de novos padrões de organização socioespacial da Amazônia brasileira.

Fonte: elaborado pelo autor com base nas referências constantes no quadro.

Exemplos: nos campos de Rio Branco, atualmente Estado de Roraima, a paisagem era “aberta”, com campestres aproveitados desde o período colonial para a atividade pecuária (GUERRA, 1954a). Na costa do Amapá, do Pará e do Maranhão uma Amazônia tipicamente litorânea havia se configurado desde o século XVIII, mesmo em seus aspectos geo-humanos (FURTADO 2001). Talvez mais emblemático tenha sido a organização de espaços sob influência de ferrovias, a exemplo da Estrada de Ferro (EF) Belém-Bragança, na Zona Bragantina do Estado do Pará (Fig. 17), à qual Miranda (2009) propôs o padrão socioespacial “cidade-estrada de ferro-colônia”.

Mapa 13 – Esboço econômico da Amazônia na década de 1960. Polígono: Corredor Norte da BR-010.

Fonte: Petey e Barcellos (1968). Elaboração: Frank Holmes.

Assim, mesmo antes das transformações ocorridas a partir de 1950-1960, paisagens e padrões socioespaciais diversos em sua gênese e configuração coexistiam na região, seja considerando os elementos naturais ou os humanos (Fig. 16-19, Quadro 10).

Enfatizando os elementos humanos, Petey e Barcellos (1968, p. 204) afirmaram que: “As diferentes atividades econômicas e o grau de concentração demográfica estabeleceram [na região amazônica] paisagens sócio-econômicas, cujas características se diferenciam entre si”. O esboço econômico da região na década de 1960 (Mapa 13) indicava que havia diferenças significativas em relação ao padrão hegemônico “rio-várzea-floresta”, e que, na época, das grandes rodovias apenas a Belém-Brasília e a Cuiabá-Porto Velho-Acre tinham sido abertas, conduzindo várias transformações paisagísticas, da cobertura e do uso da terra em suas áreas de influência.

Em razão da escala, aquele padrão fornece uma ideia muito geral da Amazônia, explicando parcialmente os modos de organização do(s) espaço(s) amazônico(s) e os tipos de paisagens. Miranda (2009, p. 90) se refere a este fato: “Este autor [GONÇALVES, 2001] faz uma análise macro-regional, deixando de perceber outros processos sócio-espaciais, como os que aqui são estudados”.

Na segunda metade da década de 1960, apesar de o extrativismo ainda ser dominante, o que pressupõe a manutenção de uma cobertura florestal vasta e pouco alterada (Fig. 16), espaços da “várzea” e da “terra firme”, de extensão, variada eram explorados e organizados em função de outras atividades, principalmente a mineração, agricultura variada em cultivares e a pecuária (Mapa 13).

Essas atividades se expandiram após 1950-1960 e passaram a ter peso decisivo na organização regional do espaço amazônico, como será visto no próximo item. O mosaico de paisagens, a partir de então, tornou-se mais diversificado.

Existem, portanto, muitas paisagens amazônicas. Tudo nesta região, com seus 2 a 5 milhões de km² conforme o critério de delimitação adotado, deve ser considerado no plural: suas águas, seu clima, seu relevo, seus solos, seus ecossistemas, sua biota, suas populações, seus limites, e os modos de exploração dos seus recursos naturais. É a concepção de uma heterogeneidade da natureza e da sociedade da Amazônia, discutida por diversos autores. Concluiu-se, enfim, que não era mais possível admitir uma visão homogênea da Amazônia (MEGGERS, 1971; BENCHIMOL, 1977; VIEIRA; SANTOS, 1987; SALATI, 1986; BECKER, 1990; GONÇALVES, 2001; LOUREIRO, 1992, 2002; FERREIRA; SALATI, 2005; TRINDADE JR., 2006).

4.3 Paisagens amazônicas no padrão “estrada-terra firme-subsolo”

A partir de 1960, quando foi aberta a rodovia Belém-Brasília, antiga BR-14, a geografia regional da Amazônia passou por mudanças drásticas e um novo padrão de organização do espaço se expandiu: o “estrada-terra firme-subsolo”,⁴¹ pois, como vimos acima, ele já estava presente, com variantes, na primeira metade do século XX. Mesmo a abertura de estradas é um fenômeno que antecede em alguns séculos a Belém-Brasília, recuando até os períodos colonial e imperial.

O período de 1950 a 1980 foi decisivo na formação dos espaços e paisagens sub-regionais e locais que caracterizam, na atualidade, a organização e a configuração geográfica da Amazônia brasileira. A natureza, explorada de várias maneiras, ia sendo transformada continuamente e a clássica divisão entre a “várzea”/“igapó” e a “terra firme” (MOURA, 1943), fundamentada, sobretudo, na leitura dos elementos da natureza, tornou-se insuficiente para entender o mosaico das paisagens regionais.

Para Becker (1990), o contexto amazônico pós-1950 diz respeito à fronteira de recursos contemporânea. Numa conjuntura de múltiplas dinâmicas de expansão sobre determinado(s) espaço(s) ainda marcado(s) pelo predomínio de formas e organizações sociais e econômico-políticas pré ou semi-capitalistas, a fronteira acabou se estabelecendo em territórios pouco estruturados para resistir a rápidas mudanças, abundantes em recursos naturais e com um quadro fundiário ainda indefinido. Esses territórios foram (re)incorporados aos mercados nacional e global. Os espaços de fronteira, ainda de acordo com Becker (1990), têm um potencial maior de geração de realidades novas, seja do ponto de vista social e político, seja territorial ou ambiental, logo, também do ponto de vista paisagístico.⁴²

Na fronteira, os principais elementos sociorreprodutores podem ser agrupados em dois tipos de frentes, podendo ocorrer de maneira simultânea no tempo e no espaço, como forças complementares e/ou antagônicas (BROWDER; GODFREY, 1997):

- Frentes de apropriação da terra com o objetivo de tornar permanente a ocupação, principalmente a agropecuária, provocando mudanças irreversíveis nos quadros de cobertura, uso da terra e de povoamento;

⁴¹ A variável “estrada” refere-se tanto às estradas de rodagem (pavimentadas ou não) como às estradas de ferro (ferrovia).

⁴² Outros autores apresentam leituras semelhantes à de Becker (1990), a exemplo de Bunker (1985), que discutiu com mais propriedade os efeitos das economias extrativas sobre a região amazônica e suas relações com o mercado global de *commodities* primárias; Martins (1997), que abordou a questão sob o viés antropológico; Cleary (1993) e Browder e Godfrey (1997), que examinaram mais de perto o avanço da fronteira em suas faces agropecuária, urbana e populacional.

- Frentes de exploração econômica de menor abrangência temporal e, por conseguinte, de efeitos territoriais, demográficos e ambientais efêmeros, motivadas por sujeitos e grupos sociais que não têm grande interesse pelo solo como propriedade. Este é o caso da maior parte das explorações de recursos extrativistas, como a extração madeireira e a garimpagem.

Os espaços do leste e do sul da região (PA, MA, TO, MT, RO e AC) foram os que sofreram as transformações mais intensas (THÉRY, 2002, 2005; BECKER, 2005), e por isso, neles os mosaicos de paisagens tornaram-se mais complexos. Nesses espaços da Amazônia, agrupados por Becker (2005) na macrorregião do “Arco de Povoamento Adensado” (Mapa 12) e pelo Ibama no “Arco do Desmatamento” (CELENTANO; VERÍSSIMO, 2007), o grau de intervenção antrópica é maior (Mapa 11).

Parte das dinâmicas instaladas no “Arco”, que alguns autores também consideram uma “velha fronteira” (e.g.: VERÍSSIMO et al., 1992), começou a perder força, desaparecer e/ou assumir novas feições a partir de 1990, uma vez que as dinâmicas principais de ocupação, com intensa migração populacional e acelerada expansão de sistemas produtivos, deram-se numa conjuntura bem delimitada na história regional, entre os anos 1960 e 1980 (CASTRO, 2005). É o caso do Corredor Norte da Belém-Brasília, que representa um dos eixos pioneiros de transformações radicais na geografia regional após 1950.

Um aspecto já mencionado da expansão/formação da fronteira é a alteração da paisagem associada com o desmatamento da superfície.

Na Amazônia, a supressão da mata nativa ocorreu, sobretudo, devido à especulação de terras e à implantação de pastos e de cultivos, ações amplamente induzidas pelos programas, planos e projetos do Governo Federal promovendo incentivos fiscais e implantando obras de infraestrutura (estradas, portos, usinas hidroelétricas etc.) e áreas de colonização agrícola, logo, com frentes de ocupação permanente (FEARNSIDE, 1987, 2005; PERZ; SKOLE, 2003; CASTRO, 2005). Outros fatores que contribuem para o desmatamento são a expansão urbana, a extração de madeiras, a produção de carvão vegetal e lenha e a mineração.

Em uma região tropical, quente e úmida como a Amazônia, é elevado o potencial de reprodução biológica. Em poucas semanas após o desmate tem início a recuperação da cobertura vegetal, formando estratos herbáceos (Fig. 20). Nas áreas que eram florestadas antes da intervenção antrópica a vegetação secundária alcança porte arbustivo em alguns meses, e arbóreo em trinta anos ou menos, dando origem, respectivamente, às “capoeiras” baixa e alta identificadas pela nomenclatura popular.

Figura 20 – Superfície desmatada em fazenda no eixo da rodovia Belém-Brasília, na então “zona de invernadas” de Paragominas. O padrão de organização socioespacial do tipo estrada de rodagem-terra firme-solo tornou-se, a partir desta rodovia, o dominante na porção oriental da Amazônia brasileira. Houve o estabelecimento da grande propriedade e do latifúndio como fundamentos do novo quadro de uso da terra. Na paisagem alterada observam-se as marcas da ação humana. À direita o desmatamento parece ser mais recente, com troncos caídos ao chão e indícios de erosão superficial dos solos. À esquerda, a vegetação já se encontra em processo de recuperação, com a “macega” ou “juquira” (estrato herbáceo), estendendo-se entre troncos de árvores mortas.

Fonte: Valverde e Dias (1967).

Dados para o decênio 1975/1985, compilados por Dickson (1987), mostram que a conversão da vegetação secundária em clareiras temporárias na Amazônia, e vice-versa, ocorria a taxas anuais mais aceleradas em comparação com outras situações de conversão da cobertura da terra, embora fosse ainda expressiva a supressão de matas nativas (Fig. 21), o que é explicado pela expansão da fronteira de recursos contemporânea. A vegetação secundária, assim, é um fator importante na dinâmica da paisagem, especialmente nos espaços rurais e naqueles onde acontece expansão urbana (PERZ; SKOLE, 2003).

Figura 21 – Taxas anuais de conversão das florestas tropicais, 1975/1985.

Nota: os números indicam as taxas anuais de conversão da cobertura da terra para o mundo (fora dos parênteses) e para a Amazônia (entre parênteses).

Fonte: adaptado de Dickson (1987, tradução nossa).

Os efeitos do desmatamento, assim como o de intervenções sobre os cursos d'água, solos, subsolo, relevo e biota animal são sentidos na ecologia regional, e vasta literatura foi produzida a respeito (e.g.: SALATI et al., 1983; DICKINSON, 1987; AB'SÁBER, 1996; FERREIRA; SALATI, 2005).

Desde o final da década de 1980, as taxas de desmatamento para a Amazônia Legal, que o Inpe calcula tanto em relação à floresta como ao cerrado, passaram por ciclos (média duração) de decréscimo e de aumento em extensão (Gráf. 1). Apesar da tendência à redução verificada na atual década (2010), essas taxas ainda são elevadas, da ordem de 4,5 a 5,8 mil km² no triênio 2012-14, o que equivale a uma área maior que a da Região Metropolitana de Belém (RMB), que possui, aproximadamente, 3,5 mil de km².

Gráfico 1 – Extensão anual do desmatamento na Amazônia Legal, 1988-2014, em km².

Fonte: elaborado pelo autor com dados do INPE/PRODES (2015).

No início do século XXI, os municípios com os maiores índices de desmatamento da floresta (zona desmatada) e aqueles sob pressão, isto é, onde esta dinâmica tem sido mais ativa, ocupavam uma área de 1,214 milhão de km², ou 24% da extensão total da região, localizados, principalmente no “Arco do Desmatamento”.

Estes são os mesmos espaços de ocupação mais antiga, de concentração dos sistemas agrossilvopastoris e extração mineral, e de maior densidade da malha rodoviária que Becker (2005) denomina de “Arco de Povoamento Adensado”. A área menos devastada, na qual ainda predomina o extrativismo, abrange algo em torno de 2,6 milhões de km² ou 52% da região (Tab. 1), destacando-se os municípios da Amazônia Ocidental. Em face deste cenário, as fisionomias do espaço regional se fragmentaram ainda mais, em função de atividades concorrentes ou complementares que se expressam na devastação da floresta e nas tipologias de uso e de cobertura da terra.

Tabela 1 – Zonas de ocupação da Amazônia Legal, 2004.

Zona	Extensão (km ²)	% na região	Descrição
Não florestal	1,2 milhão	24%	Região coberta por vegetação de savana – cerrados, campos e campinaranas
Desmatada	0,514 milhão	10%	Municípios com mais de 70% de cobertura florestal perdida (menos as áreas protegidas)
Sob pressão	0,7 milhão	14%	Municípios situados nas novas fronteiras de desmatamento e ocupação
Florestal	2,6 milhão	52%	Região mais conservada, com apenas 5% de cobertura florestal desmatada

Fonte: elaborado pelo autor com base em Celentano e Veríssimo (2007).

As paisagens antropizadas, assim, passam a ter importância cada vez maior, sendo esta uma das consequências da expansão do padrão socioespacial “estrada-terra firme-subsolo”. Neste contexto, deve-se atentar para as mudanças de médio e de curto prazo que dizem respeito à combinação dos elementos geoecológicos e sociorreprodutores.

4.4 Padrões socioespaciais, paisagens e georrelevo antrópico: primeira aproximação

O desafio que se coloca, a partir de agora, é aprofundar a análise na problemática da tese, interpretando, nas paisagens, as formas do georrelevo antrópico – ou, dito em outras palavras, a incorporação das morfologias originais aos esquemas sociorreprodutores. Uma discussão que, se não é inédita no “temário” amazônico, ainda está longe dos debates mais profícuos sobre impactos ambientais na região.

Além das evidências empíricas diretamente observadas na paisagem, outra fonte de constatações está na história da Amazônia, pois vêm de longa data os efeitos das ações humanas sobre o relevo. Efeitos pontuais e que desapareceram em sua maioria, ou foram mascarados. Poucos se inscreveram como tempo longo, isto é, heranças significativas nas estruturas têmporo-espaciais das paisagens.

Os registros mais antigos⁴³ são os depósitos tecnogênicos conhecidos como “terras pretas de índios”, ricos em matéria orgânica e fragmentos de cerâmica, dentre outros objetos; montículos, plataformas e aterros artificiais, a exemplo dos “tesos” marajoaras; valas e paliçadas com objetivo defensivo (Fig. 22); e geoglifos, como os que aparecem no Acre (NEVES, 2006; SCHAAN et al., 2007; MORAES; NEVES, 2012). Em todos esses casos houve ligeira modificação da morfologia, com uma elevação de cotas topográficas por deposição de material (montículos, “tesos” etc.),⁴⁴ ou rebaixamento produzido por escavação (trincheiras, geoglifos etc).

Por quase toda a Pan-Amazônia encontram-se tais registros (Mapa 14), caracterizados como solos antropogênicos e obras de terra (CLEMENT et al., 2015). Na Amazônia brasileira existe maior concentração nas “regiões” de várzea que bordejam terras firmes e terraços (MORAES; NEVES, 2012), e onde a densidade populacional indígena era maior por conta da existência de abundantes fontes de proteínas animais para alimentação.

As paisagens, neste contexto temporal mais remoto, iam sofrendo alterações pontuais devido à abertura de clareiras que se sucediam no tempo e no espaço. Além do relevo e do solo há indícios de que a vegetação foi modificada, com o enriquecimento, a redução e a introdução de espécies (CLEMENT et al., 2015). Após um ciclo de intervenção a floresta, desmatada, pode voltar a se expandir, padrão que se repete ainda hoje pela adoção da forma de agricultura dita itinerante. Isto ajuda a pensar, com Silva (1997) e Almeida (2011), que a paisagem natural e a humana são um *continuum*, sendo, por isso, difícil estabelecer distinções absolutas entre ambas.

⁴³ Em comunicação pessoal (2010) a Moraes e Neves (2012), o arqueólogo Eurico Miller aponta em 7 mil anos antes do presente (A.P.) os mais antigos registros de sítios arqueológicos na região do rio Madeira, com os primeiros grupos ceramistas surgindo entre 5 e 5,5 mil anos A.P. Para a Amazônia Central, os dados compilados por aquelas autoras remontam a ocupação humana a 8 mil anos A.P., portanto, já no Holoceno Inferior. Mais recentes são os registros dos “tesos” marajoaras e da cerâmica relacionada a eles, menos de mil anos, florescendo entre os séculos IV e XVI (Cf. NEVES, 2006).

⁴⁴ “Teso” é a denominação vernácula na Amazônia para os terraços, seja os de origem natural, seja artificial. São aproveitados para a agricultura, construção de benfeitorias, e abrigo de animais nas épocas das cheias que se estendem por vários meses. Em alguns “tesos” são encontradas sítios arqueológicos, o que revela o uso pretérito destas formas de relevo pelos indígenas (Cf. NEVES, 2006).

Figura 22 – Vala defensiva do sítio Vila Gomes – AM. Fotografias da trincheira escavada pelos indígenas, com demonstração da profundidade e croqui do perfil da trincheira.

Fonte: Moraes e Neves (2012, legenda adaptada). Desenho: Claide Moraes.

Mapa 14 – Localização de sítios arqueológicos nas terras baixas da Pan-Amazônia.

Fonte: Clement et al. (2015).

O período de ocupação não indígena iniciado nos séculos XVI e XVII ainda foi caracterizado por muito tempo, em termos de alterações paisagísticas e geomorfológicas, por fenômenos pontuais. Decerto, é aos períodos colonial e imperial que o padrão “rio-várzea-floresta” (GONÇALVES, 2001) se aplica com mais propriedade, tendo em vista a preferência geográfica dos colonizadores pelas margens dos cursos d’água, implantando cidades, vilas e povoados; portos, trapiches e outros tipos de atracadouros; e culturas agrícolas e pecuárias, sobretudo nas várzeas.⁴⁵

São as margens dos cursos d’água e as planícies de inundação, assim, os terrenos mais atingidos por alterações de natureza antrópica, fenômeno que ainda carece de estudos de viés morfogenético (histórico). Um registro iconográfico do século XIX, presente na obra do viajante Marcoy ([1869] 2001), por exemplo, mostra a erosão às margens do rio Amazonas, no porto da então vila de São Paulo de Olivença – AM (Fig. 23), à qual Albuquerque e Viera (2014) atribuem a terminologia de “voçoroca”.

Figura 23 – São Paulo de Olivença – AM, e seu porto, no século XIX, com o registro de uma erosão às margens do rio Amazonas. Exemplo de cidade ribeirinha cuja instalação desencadeou um impacto sobre o relevo, associado à geomorfologia fluvial.

Fonte: Marcoy ([1869] 2001).

⁴⁵ Fato corroborado pelo fato de as culturas indígenas, pré-coloniais em sua origem, terem se adaptado aos dois tipos de ambientes: várzea e terra firme (Cf. MEGGERS, 1971). Os grupos que esculpiram os geoglifos do Acre, por exemplo, eram típicos da terra firme (Cf. SCHAAN et al., 2007).

As cidades ribeirinhas, mais tradicionais ou mais radicalmente modificadas em suas formas e conteúdos socioespaciais (TRINDADE JR.; TAVARES, 2008), materializam com maior profundidade aquelas alterações, tanto no sentido arqueológico, com uma série de aterros; como no sentido histórico, na medida em que a formação da paisagem urbana dialoga com a expansão da ocupação sobre as águas ou, de outro modo, o avanço delas ocasionando a erosão de orlas e inundações periódicas.

Para uma visualização mais concreta tomou-se a cidade de Belém – PA como exemplo de Antropogeomorfologia urbana na Amazônia (PENTEADO, 1968, 1973; IDESP, 1990; FERREIRA, 1995; TRINDADE JR., 1997, 1998; SALAME; ALENCAR JR., 2006; ARAÚJO JR., 2013; RODRIGUES et al., 2013).

Fundada pelos portugueses no início do século XVII (1616), a capital paraense tem um dos mais drásticos cenários de intervenções antrópicas sobre os sistemas morfogênicos da Amazônia brasileira. O terreno sobre o qual a cidade se expandiu é marcado por uma série de canais, planícies de inundação (várzeas e igapós) e ilhas, ligados ao sistema estuarino da baía de Guajará⁴⁶ (IDESP, 1990). Uma síntese das intervenções mostra que a transformação da paisagem e do relevo se intensificou a partir do século XVIII, na marcha do aumento da importância econômica desta cidade:

- Aterramento, naquele século, da várzea e igarapé do Piry, que dificultavam a ligação física entre os dois núcleos pioneiros de Belém, a Cidade Velha e a Campina (atual bairro do Comércio). Aterros pontuais também iam sendo produzidos ao longo da orla da baía de Guajará e dos canais e áreas inundáveis interiores;
- Retificação do litoral ao longo do século XIX e primeiras décadas do século XX, com o aterramento de antigas docas e a desativação de trapiches, principalmente para a implantação do porto entre 1907 e 1911 (Mapa 15), obra que necessitou, também, de dragagens dos sedimentos de fundo da baía de Guajará para servirem de aterro, ou para melhorar a navegabilidade na bacia portuária;
- Proliferação das áreas de empréstimos de terra (mineração) no entorno da cidade a partir do final do século XIX para atender à demanda crescente por minérios de uso direto na construção civil (argamassa, areia, “grês” e “piçarra”), gerando desníveis topográficos em áreas que serviram, posteriormente, à expansão urbana;

⁴⁶ Ou estuário Guajará, que se forma a partir da confluência dos rios Guamá, Acará e Moju, projetando-se na baía de Guajará, corpo d’água longitudinal que vai desaguar na baía de Marajó. Todo o conjunto integra o estuário do rio Pará (Cf. LIMA, TOURINHO; COSTA, 1999).

- Construção do dique da Estrada Nova (atual Avenida Bernardo Sayão), na década de 1940, acompanhando a orla do rio Guamá, parte sul da cidade, com o objetivo de controlar a entrada das marés para o interior e, com isso, reduzir as inundações e propiciar condições de maior salubridade;
- Aterramento intensivo das várzeas (“baixadas”) motivado pela ocupação delas por populações de mais baixa renda a partir da década de 1960 (Fig. 24-26), no contexto de metropolização de Belém, quando passou a ser crescente a migração para as cidades na Amazônia. Esta dinâmica foi complementada, a partir dos anos 1970, por projetos de macrodrenagem de sub-bacias hidrográficas, nos quais se construíram novos diques e se retificaram mais canais;
- No mesmo contexto de metropolização, houve a expansão urbana para o interior continental, com a abertura e crescimento de bairros mais afastados do centro da cidade e da orla da baía de Guajará e do rio Guamá, o que demandou várias obras civis para a implantação de vias, aterramento de pequenas várzeas, canalização de cursos d’água menores etc. Nos bairros mais “nobres”, em processo de verticalização, a escavação de espaços subterrâneos para a instalação de edificações prediais passou a ser mais constante.

Mapa 15 – Porto de Belém e trecho da cidade em 1905. Todo o trecho a partir da doca do Ver-o-Peso (A), margeando a baía de Guajará, foi aterrado para a construção do novo porto, criando-se um litoral retificado (linha pontilhada).

Fonte: Penteadó (1973). Mapa: José Sydrim.

Figuras 24 a 26 – Urbanização de áreas inundáveis na parte sul cidade de Belém, bairros do Marco e Terra Firme, drenados pela bacia do igarapé Tucunduba, que desagua no rio Guamá. As fotos são do início da década de 1990, e mostram as intervenções recentes na planície de inundação, configurando uma fase de perturbação ativa com aterramento progressivo: 24) Plataforma elevada acima do nível das residências para a pavimentação da Travessa Mauriti, com deposição de material areno-argiloso laterítico (“piçarra”); 25) Aterramento de “baixada” com caroços de açaí e 26) com lixo, estratégias adotadas pela população de mais baixa renda para tornar o terreno mais “enxuto”. Nas Figuras 25 e 26 se observam as estivas que caracterizam um modo tipicamente ribeirinho de produção do espaço para habitação; e a proliferação da vegetação paludal herbácea, sinal de forte alteração do ambiente fluvial-estuarino.

Fonte: Ferreira (1995). Fotos: Aluizio Figueiredo, fev. 1993.

Essa lista não esgota o total de intervenções, sendo algumas delas comuns à maioria das áreas urbanas (PELOGGIA, 1998, 2005; RODRIGUES; GOUVEIA, 2013; SANTOS FILHO, 2011), a exemplo de plataformas para a abertura ou melhoria de vias; reservatórios; e depósitos tecnogênicos disseminados pelo acúmulo de lixo, detritos, dragagens e raspagens de terra. Não foram listados, também, os fenômenos de erosão da orla de Belém, que resultam em parte da dinâmica do estuário Guajará e, por outro, de ações humanas que desencadeiam e/ou intensificam fenômenos erosivos (IDESP, 1990).

Estes são tipos de impactos ambientais que afetam sistemas morfogenéticos em diversos espaços urbanos amazônicos, com maior ou menor intensidade de acordo com os contextos socioeconômicos e bio-físicos sub-regionais e locais.

A exposição de fatos geomórficos de origem antrópica que se está fazendo tem um perfil cronológico, aparecendo, primeiro, os que já eram significativos antes de 1960. Não se falou, ainda, da agricultura e das estradas, cujos efeitos sobre a superfície podem ser mais extensivos, e da mineração, atividades estas que, apesar de antigas, se costuma relacionar ao contexto de impactos ambientais recentes na região amazônica.

O Nordeste Paraense assistiu a duas tentativas de implantação de uma agricultura consistente nesta região dos trópicos úmidos, acompanhadas da instalação de malhas de estradas, de colônias na Zona Bragantina paraense (Fig. 17) e de um núcleo de colonização nipônica em Tomé-Açu (Fig. 18).

As duas zonas agrícolas já aparecem no quadro econômico e territorial da Amazônia da década de 1960 (Mapa 13), sendo, por sua representatividade geográfica, únicas no contexto socioespacial e paisagístico geral da Amazônia.

Realizada geralmente sob condições topográficas de plano a suave ondulado, seja nas várzeas ou no topo dos baixos tabuleiros e terraços, a erosão dos solos por efeito da agricultura não foi, efetivamente, um grande problema até tempos recentes, mesmo porque a atividade possuía pouco destaque econômico (PENTEADO, 1969). Houve, porém, casos de erosão superficial. Penteado (1967, p. 378) registrou fenômenos erosivos em solos lateríticos na Zona Bragantina paraense:

Desta forma, o problema do cultivo da terra com plantas de ciclo rápido se apresenta de maneira muito séria, pois o preparo do solo pelos caboclos antecede exatamente ao período chuvoso; quando caem as primeiras chuvas, elas se encontram o solo praticamente desnudo, sem qualquer cobertura vegetal, ocasionando grande erosão e perda de terra, que pode ultrapassar 80 000 quilos por há, como constataram Dabin e Leneuf.

É de se notar, deste trecho, que a conclusão do autor relaciona a erosão dos solos com a prática de manejo e com os elevados índices pluviométricos, fatores que desencadeiam, segundo as observações dele, a remoção do raso horizonte superficial a partir de 3% de declividade (PENTEADO, 1967, p. 360). Na Bragantina ele ressaltou, ainda, a grande extensão das “capoeiras” (Fig. 17), resultado da agricultura itinerante, marcada pelo costume de se abandonar os tratos agrícolas tão logo os nutrientes da camada superficial se esgotam e dá-se a queda dos índices de produtividade.

Em Tomé-Açu, colônia nipônica fundada em 1929, após duas décadas de tentativas frustradas com o cultivo de hortaliças e frutas tropicais a agricultura passou a ter destaque apenas na década de 1950 com a introdução da pimenta-do-reino, produto que estava em alta de preços no mercado internacional (VALVERDE; DIAS, 1967). Esta cultura, apesar de intensiva, não provocou maiores problemas erosivos, tendo causado, no entanto, a saturação dos solos com corretivos agrícolas (BAENA; FALESI, 1999).

Até o século XX, as estradas e os caminhos foram limitados na Amazônia, partindo, geralmente, das margens dos cursos d’água, onde se encontravam povoadamentos dispersos. Muitas vezes, surgiram de trilhas abertas pelos indígenas. Adentravam por alguns poucos quilômetros na mata e campos naturais utilizados para a criação de gado. A abertura de vias terrestres foi incentivada pela Coroa Portuguesa na época colonial (OLIVEIRA, 2011), e um dos projetos mais célebres, porém não concretizado, foi o do “Caminho do Grão-Pará ao Maranhão”, nos séculos XVII e XVIII, que visava abastecer o Pará com gado trazido do Piauí (ACEVEDO MARIN, 2009).

Viajantes que estiveram em Belém no século XIX, por exemplo, percorreram estradas ou “caminhos” que demandavam o interior continental até algumas dezenas de quilômetros (e.g.: WALLACE, [1853] 1979; BATES, [1863] 1979).

Após o final do século XIX, ferrovias foram mais efetivas na implantação de eixos terrestres, com a conclusão da EF Belém-Bragança (1908) e EF do Tocantins (1914), no Pará, sendo que esta última foi projetada para ligar Goiás e Mato Grosso ao Porto de Belém, contudo, a sua construção se limitou a trecho do médio vale do Tocantins; a EF Madeira-Mamoré (1912), no atual Estado de Rondônia; e a EF do Amapá (1950) (CRUZ, 1955; VALVERDE; DIAS, 1967; CAVALCANTI, [s/d] 2015).

Concluídas a EF Belém-Bragança, que tinha uma extensão de 222 km, e a EF Madeira-Mamoré, com cerca de 366 km (CAVALCANTI, [s/d] 2015), inaugurou-se um novo padrão de intervenção antropogênica sobre os sistemas morfogenéticos da Amazônia, da ordem de

centenas de quilômetros lineares, que só viria a ser reproduzido novamente com a rodovia Belém-Brasília no final dos anos 1950.

A implantação de estradas, seja de rodagem ou de ferro, resulta em várias alterações morfogênicas, que serão detalhadas adiante.

Por ora, destaca-se como algumas das alterações produzidas por estradas: abertura de cortes e “caixas de empréstimo” (mineração), realizando incisões no subsolo; raspagens de terra; formação de depósitos variados, incluindo os aterros; impactos sobre a drenagem e alteração dos padrões de erosão, transporte e sedimentação (LÓRANT; YLIÉS; BAROS, 2010). São fenômenos que, efetivamente, já não são recentes na Amazônia, seja do ponto de vista espacial/paisagístico, seja ambiental.

Outro fator de destaque para estudos de Antropogeomorfologia é a mineração, que surgiu como atividade de destaque no final do século XIX, com a garimpagem e a faiscação de ouro no Amapá (GUERRA, 1959b).

Nos anos 1920 e 1930 a exploração de diamantes passou a ocorrer no médio vale dos rios Tocantins e Araguaia; e na serra do Tepequém, localizada no atual Estado de Roraima (Fig. 27), onde a atividade continua a impactar o ambiente e o relevo (BESERRA NETA; COSTA; BORGES, 2007). No pós-Segunda Guerra Mundial iniciou a extração, também em garimpos, de cassiterita (estanho) em Rondônia e norte de Goiás (hoje Tocantins), e de columbita-tantalita no Amapá para, enfim, ocorrer o grande surto de garimpagem de ouro da década de 1980 (Fig. 28) (SANTOS, 1981, 2002).

A maior parte destas explorações minerais se deu em áreas do cráton amazônico, e seus efeitos sobre sistemas morfogênicos foram mais efêmeros e/ou pontuais, por se tratar de frentes de exploração de recursos naturais temporárias, com utilização de tecnologia mais rudimentar e de mão de obra intensiva, características da garimpagem. A mobilização de terra em superfície e de sedimentos fluviais, contudo, chegou a alterar a (geo)morfologia de alguns locais (Fig. 27). No conjunto do espaço regional, a mineração teve como uma peculiaridade o avanço de frentes econômicas até locais remotos da hileia, de acesso difícil em virtude da existência de rios encachoeirados, estreitos e de leito irregular que, ao contrário dos rios de planície, limitam a navegação.

O universo da mineração regional teve um ponto de inflexão com a instalação da Indústria e Comércio de Minérios S.A. (Icomi) no Território Federal do Amapá, anos de 1950, um projeto de exploração em moldes industriais até então sem precedentes na história da Amazônia brasileira (Gráf. 2, Fig. 19) (MONTEIRO, 2003, 2005).

Figura 27 – Garimpo na serra do Tepequém, onde atualmente é o Estado de Roraima, ex-Território Federal do Rio Branco até 1988. A clareira na mata indica o local do garimpo, sendo possível notar a mobilização de sedimentos que tanto rebaixou o terreno como gerou elevações laterais, os montículos de material terrígeno.

Fonte: Biblioteca virtual do IBGE. Tomas Somlo, 1954.

Gráfico 2 – Volume da produção e da produtividade física da Icomi (1957/1997). A quantidade de toneladas de minério de manganês extraídas nos 40 anos de funcionamento da empresa chegou a mais de 1,5 milhão anuais no auge da produção, o que indica o poder de intervenção da mineração industrial sobre o terreno, criando cavas com dezenas de metros de profundidade (Fig. 24), pilhas de rejeitos e lagos artificiais que servem como bacias de decantação de minérios. A produção em si, medida pela quantidade de minério extraído, é inferior ao total de terra mobilizada, o que se chama de *running on mine* (ROM).

Fonte: Monteiro (2003).

Figura 28 – A impressionante visão do garimpo de Serra Pelada, Pará, no início dos anos 1980, em uma das fotos do célebre registro de Sebastião Salgado. Motivados pela “febre” e “sede” de ouro, milhares de homens escavaram, num trabalho quase manual, uma cava em terraços com mais de 80 m de profundidade, depois convertida em um lago de origem artificial. O trabalho de carregar a terra para fora da cava era dos “homens-formiga”, que aparecem na foto subindo escadas e carregando sacos nas costas. Este é um dos mais notáveis exemplos de georrelevo antrópico na Amazônia.

Fonte: Cleary (1990).

Ao contrário dos garimpos, os quais são espacialmente mais localizados, este projeto impactou social, econômica e ambientalmente uma área maior, interligado por ferrovia o interior “montanhoso” e o litoral do Amapá. A exploração de manganês era da ordem de milhares a milhões de toneladas anualmente (Gráf. 2). O modelo empresarial da Icomi, que possui os moldes de um “grande projeto” intensivo em capital, infraestrutura e exploração de recursos naturais (BECKER, 1990), foi replicado em outras experiências de mineração, a exemplo dos projetos que foram criados no Programa Grande Carajás (PGC) (SANTOS, 1981, 2002; MONTEIRO, 2005). A Icomi foi, junto com a rodovia Belém-Brasília, um dos marcos iniciais da reorganização socioespacial da Amazônia brasileira após 1950-1960. É, portanto, um dentre vários pontos de partida para a discussão das novas ou renovadas paisagens amazônicas.

Foi a par das mudanças que se deram com essa reorganização socioespacial que os impactos ambientais nos sistemas morfogenéticos da Amazônia passaram a ser crescentes, embora suas manifestações, conforme visto, não fossem inéditas.

Na análise desta conjuntura deve-se considerar a ação dos sujeitos socioeconômicos na fronteira de recursos contemporânea e as modalidades de intervenção morfogenética que se expandiram nas últimas seis décadas, com a abertura de novos garimpos e novas minas; implantação de eixos rodoviários e ferroviários, articulados a estradas vicinais (ou ramais); construção de outras obras de infraestrutura, a exemplo de portos importadores/exportadores e usinas hidroelétricas; expansão de indústrias de beneficiamento de produtos primários, como as serrarias, siderúrgicas e curtumes, e da agropecuária; e aumento da urbanização e obras civis associadas com a implantação de residências.

5 CORREDOR NORTE DA BELÉM-BRÁSÍLIA: ELEMENTOS GEOECOLÓGICOS E MORFOLOGIAS ORIGINAIS

As diferenças de relevo que se fazem notar na paisagem são, conforme discutido em capítulo anterior, a expressão de conjuntos de elementos geoecológicos distintos (KUGLER, 1976; ABREU, 1985). É o que será visto na sequência, com ênfase para os elementos que constituem os materiais e formas originais no Corredor Norte da Belém-Brasília: arcabouço tectônico, litologia, unidades de relevo, solos, drenagem e clima. A escala de análise situa-se entre o regional e o local, ao nível da paisagem ideal, abrindo-se janelas para alguns recortes da paisagem real.

5.1 Arcabouço tectônico

O Corredor Norte da Belém-Brasília está assentado sobre as unidades morfoestruturais que abrangem o nordeste do Pará e o noroeste do Maranhão (Mapa 16), divididas em compartimentos de domínio continental intraplaca (COSTA et al., 1996) de duas Províncias Tectônicas: a Bacia de Marajó e a Província Parnaíba, além de uma outra unidade menor, a Plataforma Bragantina.

As duas províncias e suas unidades circundantes foram definidas na longa e complexa história da Plataforma Sul-Americana a partir do Mesozoico (252 MI de anos A.P), o que inclui a separação do supercontinente Pangeia (SZATMARI et al., 1987) e um pulso de regime extensional derradeiro do Cretáceo Superior ao início do Paleogeno ($\pm$ 100-56 MI de anos A.P), chamado de Reativação Wealdeniana ou Evento Sul-Atlântico (HASUI, 1990; COSTA et al., 1996).

O quadro geológico de referência para a área de estudo é a Província Bauxitífera de Paragominas (KOTSCHOUBEY et al., 2005), também denominada de Distrito Bauxitífero de Paragominas-Açailândia (e.g.: BEZERRA et al., 1990a). Esta Província é atravessada pelo Corredor Norte da Belém-Brasília (Mapas 16 e 17).

No Pré-Cambriano (< 541 MI de anos A.P.) deu-se a formação dos Cinturões Araguaia e Gurupi, duas faixas móveis relacionadas a eventos de magmatismo, metamorfismo e dobramento no Proterozoico Inferior (BEZERRA et al., 1990a). O Cinturão Araguaia, a leste da Bacia de Parnaíba, é uma faixa alongada interposta entre as coberturas fanerozóicas e os domínios pré-cambrianos da parte sul do Cráton Amazônico.

Mapa 16 – Províncias Tectônicas da Amazônia Legal.

Nota: Polígono com borda roxa: Província Bauxitífera de Paragominas (de acordo com KOTSCHOUBEY et al., 2005); polígono preto: área de estudo; linha tracejada vermelha: eixo do Corredor Norte da Belém-Brasília.

Fonte: Vasquez et al. (2008a, adaptado).

Mapa 17 – Arcabouço estrutural e litologia de superfície da área de estudo e de parte do Corredor Norte da Belém-Brasília.

Fonte: elaborado pelo autor.

No Paleozoico (541-252 MI de anos A.P) instalaram-se duas sinéclises, a do Amazonas, a oeste, e do Parnaíba, a leste, configurando bacias intra-cratônicas com sequências de sedimentos de até 5.000 m de espessura, separadas da Bacia de Marajó, respectivamente, pelos Arcos de Gurupá e Tocantins (VAZQUES et al., 2008a).

A Província Parnaíba inclui as bacias interiores de Grajaú, Alpercatas e Parnaíba e duas bacias marginais de rifte abortado da Margem Equatorial Brasileira, São Luís e Bragança-Viseu. O limite entre os domínios continental e marginal é feito pelo Arco Ferrer-Urbano Santos (VASQUES et al., 2008b). Rossetti e Goés (2004) reconheceram uma evolução tectono-sedimentar comum para a Bacia de São Luís-Grajaú (Fig. 29).

Marajó é, também, uma das bacias marginais da Margem Equatorial, instaladas em grábens e meio-grábens do Mesozoico (252-66 MI de anos A.P.) à medida que as placas Africana e Sul-Americana se afastavam uma da outra, abrindo o Atlântico Sul (SZATMARI et al., 1987). No Cenozoico, outra fase de tectônica ativa ocorreu no Oligo-Mioceno (33,9 a 5,3 MI de anos A.P.), de regime transcorrente, não mais extensional (HASUI, 1990), aprofundando fossas nos grábens e meio-grábens e ressaltando, entre eles, áreas plataformais com uma relativa estabilidade (*horsts*) – as Plataformas Bragantina e do Pará (ROSSETTI; GOÉS, 2004). A Bacia de Marajó é um sistema rifte de meio-grábens dividido em três sub-bacias: Limoeiro, Mocajuba e Cametá (Fig. 30). No depocentro desta última a pilha de sedimentos ultrapassa os 10.000 m (COSTA et al., 2001, 2002).

Assim, o nordeste do Pará e o noroeste do Maranhão integram, em sua maior extensão, uma margem continental divergente passiva, e apresentam grande complexidade estrutural devido a eventos tectônicos efetivos antes e depois do tempo da fragmentação principal no Mesozoico (ROSSETTI; GOÉS, 2004). A litologia, conforme reconhecido por Rossetti (2001, 2004), é dominada por coberturas sedimentares mesozoicas e cenozoicas, essencialmente siliciclásticas, variando de siltitos a arenitos e conglomerados (Mapa 17, Fig. 29-30).

O Corredor Norte da Belém-Brasília atravessa, de norte para sul (Mapa 17), diferentes compartimentos estruturais (ROSSETTI; GOÉS, 2004; ROSSETTI, 2004; KOSTCHOUBEY et al., 2005), a saber:

- Plataforma Bragantina, caracterizada por estabilidade tectônica no Mioceno (23-5,3 MI de anos A.P.), o que explica a menor espessura (< 60 m) das sequências sedimentares do Oligo-Mioceno – formações Pirabas e Barreiras (ROSSETTI, 2001);
- Sub-bacia de Cametá, integrante da Bacia de Marajó, compartimento marcado por subsidência ao longo do Mioceno, provocando o aprofundamento e grande espessura

dos sedimentos oligo-miocênicos, que têm mais de 6.000 m: formações Tucunaré, Limoeiro e Barreiras (Fig. 30) (ROSSETTI, GOÉS, 2004);

- Bacia de Grajaú, na parte norte-noroeste da Província Parnaíba, marcada pelas sequências do Cretáceo Superior ao Paleogeno Inferior (± 100 -56 MI de anos A.P.) das formações Itapecuru e Ipixuna (ROSSETTI; GOÉS, 2004).

O conjunto de falhas do regime extensional do Mesozoico foi reativado e reestruturado em dois pulsos neotectônicos do Neogeno, do tipo transcorrente, um do Mioceno/Plioceno ($\pm 23-2,5$ MI de anos A.P.), e outro do Pleistoceno Superior/Holoceno (a partir de 126 mil anos A.P.), esse possivelmente ainda ativo no Presente (HASUI, 1990; COSTA et al., 1996; ROSSETTI; GOÉS, 2004). A área de estudo se localiza na borda da Sub-bacia de Cametá (Mapas 16 e 17), às imediações do Arco Tocantins, um lineamento de orientação N-S/SW relacionado ao Evento Sul-Atlântico (COSTA et al., 1996). Esta localização se reflete na menor espessura de algumas camadas próximo àquele Arco (Fig. 30).

A neotectônica do Mioceno (23-5,3 milhões de anos A.P.) gerou dois segmentos distintos (Mapa 18). O que abarca o arquipélago de Marajó e o extremo continental do nordeste do Pará é do tipo transtensivo, alojando as sequências oligo-miocênicas das formações Pirabas e Barreiras; e o segmento que ocupa a área entre as cidades de Marabá – PA e Paragominas – PA, estendendo-se para o oeste do Maranhão, é do tipo transpressivo (COSTA et al., 1996).

Mapa 18 – Estruturas maiores do Mioceno na região nordeste do Pará e oeste do Maranhão.

Nota: A – segmento transtensivo. B – segmento transpressivo. Hachurado: sequência Pirabas-Barreiras. Eixos de dobras: linhas com setas transversais convergentes em sinclinais ou divergentes em anticlinais. Flechas divergentes: orientação do eixo distensivo. Flechas convergentes: orientação do eixo compressivo. Polígono preto: localização aproximada da área de estudo.

Fonte: Costa et al. (1996, legenda modificada).

Apesar do mapa e do texto de Costa et al. (1996) serem confusos quanto à localização do bloco situado ao norte de Paragominas no quadro de estruturas tectônicas do Mioceno, onde se localiza a área de estudo, esta apresenta as características do segmento transpressivo, o que pode ser confirmado por dois fatores:

- A ausência da Formação Barreiras nos cortes de estrada ao sul de Mãe do Rio – PA, desde cerca de 26 km ao norte de Ipixuna (KOUTSCHOUBEY; TRUCKENBRODT; HIERONYMUS, 1996), indicando que a subsidência dos tempos miocênicos não afetou esta parte do nordeste paraense;
- A identificação, naqueles cortes, de eixos de dobras abertas em anticlinais (Fig. 31) (BRANDT MEIO AMBIENTE, 2008), consequência de esforço transpressivo com tendência geral ao soerguimento na parte meridional da Plataforma Bragantina, na Bacia de Grajaú (KOTSCHOUBEY; TRUCKENBRODT; HIERONYMUS, 1996) e, provavelmente, na borda oriental da Sub-bacia de Cametá, onde a sequência oligo-miocênica está ausente (Mapa 17).

A distribuição das sequências sedimentares obedece ao deslocamento do eixo principal de subsidência de sul para norte a partir do final do Mesozoico (URDINÍNEA, 1977), que separa, nitidamente, a cobertura Itapecuru/Ipixuna da Pirabas/Barreiras. A Formação Ipixuna desaparece, em superfície, nos arredores de Mãe do Rio – PA, limite que marca, também, o avanço mais sul das sequências carbonáticas marinhas da Formação Pirabas, associadas ao antigo mar epicontinental de Pirabas (Oligo-Mioceno), que cobria a maior parte do nordeste do Pará e do noroeste do Maranhão (ROSSETTI, 2001, 2004).

Ao longo da rodovia Belém-Brasília, os efeitos da neotectônica são percebidos na alternância de estruturas transpressivas e transtensivas, com eixos de dobras do pulso mais antigo (Mioceno/Plioceno) e deslocamentos de blocos do pulso mais recente (Pleistoceno Superior/Holoceno), os quais afetaram as sequências sedimentares, a compartimentação do relevo e a orientação da rede de drenagem (Fig. 31-32).

Deslocamentos verticais e horizontais e a orientação dos cursos d'água de 3ª ordem, ou até mesmo de 2ª ou 1ª ordens, estão relacionados com o pulso neotectônico mais jovem, ao longo de falhas normais (COSTA et al., 1996) que na área de estudo seguem uma orientação NW-SE (Mapa 17, Fig. 32). Outro evento significativo, de expressão regional, foi o reativamento de feixes de falhas transcorrentes NE-SW (COSTA et al., 1996), controlando a orientação dos principais elementos da drenagem regional: a baía de Marajó, o baixo curso do rio Tocantins e o rio Gurupi (Mapa 18).

Figura 31 – A superfície de descontinuidade entre a Formação Ipixuna (K2ip) e a Cobertura Laterítica Matura (E13lm) ligeiramente dobrada (linha tracejada). Dobra aberta exposta no corte 11. Município de Ipixuna do Pará, margem esquerda da Belém-Brasília.

Foto: Estêvão J. S. Barbosa, set. 2014.

Figura 32 – Horizonte laterítico brechóide aparentemente afetado por falhamento (linha tracejada), corte 24. A geometria deste horizonte indica, também, um eixo de dobra. Município de Ipixuna do Pará, margem esquerda da Belém-Brasília.

Foto: Estêvão J. S. Barbosa, set. 2014.

5.2 Litologia: quadro estratigráfico regional

A localização da área de estudo na borda da Sub-bacia de Cametá faz com que o caráter litológico seja de transição para a Bacia de Grajaú, fato bem evidenciado quando se considera que, ao nível das unidades morfoestruturais, os autores divergem em relação ao trecho da Belém-Brasília delimitado como área de estudo desta pesquisa. Isto pode ser entendido pelo

fato de as estruturas geológicas serem limitadas por zonas gradacionais, e não por limites abruptos, e por conta da distribuição compartilhada da litologia (Fig. 29).

Em relação a este aspecto se verifica que:

- Kotschoubey, Truckenbrodt e Hieronymus (1996) realizaram observações em cortes de estrada na Belém-Brasília, entre as proximidades de Ipixuna do Pará e Aurora do Pará, considerando esta área pertencente à parte sul da Plataforma Bragantina;
- Santos Jr. e Rossetti (2003), ao delimitarem um polígono abrangendo parcialmente os municípios de Tomé-Açu, Paragominas e Ipixuna do Pará, que inclui parte do eixo daquela rodovia, fazem referência à Sub-bacia de Cametá;
- Kotschoubey et al. (2005), em análise sobre as lateritas da Província Bauxitífera de Paragominas, dividem-na entre a parte noroeste da Bacia de Grajaú e a parte meridional da Plataforma Bragantina.

Adotou-se, para a discussão da litologia, a coluna litoestratigráfica integrada elaborada por Kotschoubey et al. (2005) para a Bacia de Grajaú e Plataforma Bragantina (Quadro 11), uma vez que as formações típicas da Sub-bacia de Cametá (Fig. 31) estão ausentes no Corredor Norte da Belém-Brasília, sendo encontradas na direção do epicentro desta sub-bacia (COSTA et al., 2002), mas não em sua borda leste.

Esta coluna é formada por sequências sedimentares do Cretáceo Superior/Paleoceno ($\pm$ 100-56 milhões de anos A.P.) na base, com as formações Itapecuru (K12it) e Ipixuna (K2ip); e os sedimentos cenozoicos na parte superior, que incluem dois níveis lateríticos, um do Paleogeno (E13lm – 66-23 MI de anos A.P.) e outro do Neogeno (N13l – 23-2,5 MI de anos A.P.), um arenito argiloso avermelhado do Oligo-Mioceno (33-5,3 MI de anos A.P.), a Formação Barreiras (ENb), correlacionável com esse arenito, e, por fim, os Sedimentos Pós-Barreiras (N24pb) do Plio-Pleistoceno (5,3-0,01 MI de anos A.P.) e os Aluviões Holocênicos (N4a – a partir de 11 mil anos A.P.), além dos depósitos tecnogênicos que resultam da ação humana nos últimos oito a sete milênios, estimando-se esta idade a partir das evidências de ocupação indígena na Amazônia (Quadro 11).

A Província Bauxitífera de Paragominas apresenta, além dos depósitos de bauxita, os de caulim, ambos em exploração (RAMOS, 2009; MONTEIRO; COELHO; BARBOSA, 2011). Por causa do interesse econômico da mineração vários estudos foram feitos, o que faz com que esta parte da Amazônia brasileira seja satisfatoriamente conhecida em termos geológicos (VASQUES; ROSA-COSTA, 2008a).

Unidade estratigráfica	Idade(s)
Aluviões holocênicos, depósitos tecnogênicos	Pleistoceno Superior/Holoceno (Presente)
Sedimentos Pós-Barreiras	Plioceno/Pleistoceno, Holoceno Inferior
Couraça ferruginosa/ <i>stone layer</i> . (Cobertura Laterítica Imatura)	Plioceno/Pleistoceno, Mioceno Sup./ Plioceno Inf., Mioceno Superior
Formação Barreiras	Mioceno/Plio-Pleistoceno, Mioceno Inferior
Formação Pirabas	Oligoceno Superior/Mioceno Inferior
Argila de Belterra	Em fase anterior à Formação Pirabas
Arenito argiloso	Oligoceno Superior/Mioceno Médio
Couraça laterítico-bauxítica (Cobertura Laterítica Madura)	Eoceno/Oligoceno
Formação Ipixuna, caulim <i>semi-flint</i>	Cretáceo Superior/Paleoceno ?
Depósitos Itapecuru	Cretáceo Superior
Formação Codó	Cretáceo – Aptiano
Formação Grajaú	Cretáceo – Aptiano

Quadro 11 – Coluna litoestratigráfica integrada da Bacia do Grajaú e da Plataforma Bragantina.

Fonte: elaborado pelo autor com base em Kotschoubey et al. (2005, modificado).

5.2.1 Formações Itapecuru e Ipixuna e o caulim *semi-flint*

A Formação Itapecuru é uma unidade litoestratigráfica do Cretáceo Superior. Aflora em parte do nordeste paraense e predomina no noroeste do Maranhão, incluindo o vale do rio Gurupi, espaços que integram a parte ocidental da Bacia de Grajaú (Mapa 17). É constituída, predominantemente, por arenitos cauliníticos finos que apresentam estratificações cruzadas abundantes e coloração cinza a avermelhada, com níveis argilosos e conglomeráticos. Sua deposição ocorreu, provavelmente, sob condições de clima árido, em ambiente fluvial a estuarino-deltaico. Os arenitos são arcoseanos e sofreram um intenso intemperismo após sua deposição. Encontram-se, de modo subordinado, siltitos e argilitos vermelhos a avermelhados (ANAISSE JR., 1999; GOLDER ASSOCIATES, 2008; KOTSCHOUBEY et al., 2005).

Os contatos inferiores desta Formação são feitos com as rochas do embasamento cristalino, sendo recoberta tanto pela Formação Ipixuna como pela Formação Barreiras (BRANDT MEIO AMBIENTE, 2003). Não aflora na área de estudo, sendo encontrada, em superfície, a cerca de 20 km para leste e 50 km para o sul, e na base das barrancas do rio Capim, a mais de 70 km seguindo para oeste pela rodovia PA-276.

A Formação Ipixuna, depositada num intervalo ainda indefinido entre o Cretáceo Superior e o Paleoceno (Paleogeno Inferior), distingue-se das unidades litoestratigráficas do entorno por conta da natureza essencialmente caulinítica dos seus sedimentos, facilmente identificados em campo pela presença de argilitos e de arenitos finos, médios a grossos, em

tons predominantes brancos, esbranquiçados e até acinzentados (SANTOS JR.; ROSSETTI, 2003; NASCIMENTO; GOÉS, 2005), podendo ser, também, arroxeados, róseo-claros, vermelhos e avermelhados (Fig. 33-34).

Figura 33 – Fácies de argilito maciço alternado com argilito laminado da Formação Ipixuna (K2ip), de tons avermelhados e marcas de bioturbação, encontrados na base do corte 07. Município de Ipixuna do Pará, margem esquerda da Belém-Brasília. Escala visual de referência (celular): 10,5 cm.

Foto: Estêvão J. S. Barbosa, jul. 2014.

Figura 34 – Fácies de arenito com estratificação cruzada, em cores variegadas da Formação Ipixuna (K2ip), extremamente friável, aflorante na base do corte 36, Município de Ipixuna do Pará, margem esquerda da Belém-Brasília. Escala visual de referência (ferramenta): 30 cm.

Foto: Estêvão J. S. Barbosa, set. 2014.

Esta formação recobre de modo extensivo a Sub-bacia de Cametá, sobretudo na bacia hidrográfica do rio Capim, extrapolando para o extremo oeste da Bacia de Grajaú (Mapa 17). A sua ocorrência está associada a jazidas de caulim e a afloramentos nos cortes ao longo da Belém-Brasília, desde a cidade de Mãe do Rio – PA até o sul do Município de Paragominas – PA. Posiciona-se entre as formações Itapecuru e Barreiras (VASQUES et al., 2008b).

Os depósitos de caulim da área estão divididos em dois tipos de acordo com a consistência do material: caulim *soft*, de fácil extração, encontrados nos depósitos originais da Formação Ipixuna; e caulim ou argila *semi-flint*, produto do intemperismo e do transporte daqueles depósitos, sendo endurecidos por efeito de cristalização, o que faz com que sua extração seja mais difícil (KOTSCHOUBEY; TRUCKENBRODT; HIERONYMUS, 1996; SANTOS JR.; ROSSETTI, 2003).

Santos Jr. e Rossetti (2003) reconheceram, na gênese da Formação Ipixuna, depósitos de origem fluvial e flúvio-lacustre na base (associação de fácies A1), e flúvio-estuarina a francamente estuarina na parte superior (associação de fácies A2), ambas com marcas de bioturbação, estratificação cruzada e laminação plano-paralela. O clima regional, no tempo de deposição, era quente e úmido. O topo desta formação, marcando a transição do Cretáceo para o Paleoceno, foi indicado por Rossetti (2004) como superfície de descontinuidade S1.

Outro material associado à presença da Formação Ipixuna refere-se a lentes, linhas de seixos e depósitos de argila ou caulim *semi-flint*, que podem chegar a 10 m de espessura, endurecidos e de cor branca a esbranquiçada.

Apesar de não verificado na área de estudo, não se descarta a ocorrência deste tipo de caulim, tendo em vista que o mesmo foi identificado em cortes e minas ao norte de Ipixuna, na Plataforma Bragantina, por Kotschoubey, Truckenbrodt e Hieronymus (1996); ao sul de Paragominas, na Bacia de Grajaú, por Kotschoubey, Truckenbrodt e Calaf (2005); e a oeste desta cidade, na Sub-bacia de Cametá, por Santos Jr. e Rossetti, (2003).

Estes depósitos constituem, por seu posicionamento topográfico e geometria, produtos de erosão e transporte de sedimentos da Formação Ipixuna para setores rebaixados do terreno, que Rossetti (2004) relaciona à superfície de descontinuidade S2, do Paleogeno Inferior. Este processo foi anterior à couraça laterítico-bauxítica do Eoceno/Oligoceno (KOTSCHOUBEY et al., 2005). Uma vez que não apresenta indícios de laterização, mas apenas de paleossolos, o caulim *semi-flint* é um testemunho de eventos de intemperismo químico e físico que afetaram, também, a Cobertura Laterítica Matura, possivelmente na passagem do Paleogeno Superior para o Neogeno Inferior.

5.2.2 Coberturas lateríticas

As lateritas são um produto de intemperismo químico de rochas e de solos em meio tropical, com uma série de transformações físico-químicas que iniciam, de acordo com Costa (1990), em clima úmido (lixiviação e iluviação de Fe, Al etc.) e finalizam em clima semi-árido (desidratação, compactação e degradação).

Possuem grande expressão geológica na Amazônia, estando presentes em áreas como o nordeste do Pará, noroeste do Maranhão, centro-norte de Roraima, oeste do Amapá, baixo e médio vales do Amazonas, serra dos Carajás e litoral das Guianas (COSTA, 1991; MELFI, 1997; KOTSCHOUBEY et al., 2005).

Büdel ([1977] 1982) divide este material em “carapaças lateríticas”, ou “ferruginosas”, e “cauraças lateríticas”, diferenciando-as pela espessura e pela composição mineralógica. As carapaças são mais espessas e mais pobres em sílica; e as couraças, menos espessas e sólidas, porém com maior conteúdo em quartzo. Estes autores admitem, também, a existência de *relictus* de lateritas na forma de psólitos (concreções). Costa (1991) lembra que existem lateritas autóctones, produtos de iluviação; e as lateritas alóctones, gerados pela erosão e transporte de corpos lateríticos preexistentes. Por fim, lembra-se Tricart e Cailleux ([1965] 1972) para enfatizar que as “cauraças” e as “carapaças” lateríticas (ferruginosas, aluminosas, silcretes etc.) são horizontes compactos, distintos dos regolitos friáveis e, como tal, o seu papel da morfogênese é, geralmente, o de preservar as formas de relevo.

Na Amazônia, as couraças e carapaças são heranças de um longo tempo desde o Paleogeno, encontrando-se, na atualidade, bastante intemperizadas (COSTA, 1991), o que explica o uso da expressão “manto residual laterítico” por Kotschoubey et al. (2005). Estes autores dividiram a Província Bauxitífera de Paragominas em dois domínios, com base nas variações faciológicas das lateritas:

- Domínio meridional, englobando as zonas de 1 a 4. A cobertura laterítica é, neste domínio, predominantemente ferruginosa, sendo nele encontrados os mais importantes depósitos de bauxita da Província;
- Domínio setentrional, que engloba, somente, a zona 5. Ao contrário do anterior, a cobertura laterítica é predominantemente aluminosa. O grau de intemperismo no domínio setentrional é maior que no meridional, possivelmente uma consequência do clima, que vai se tornando mais úmido de sul para o norte.

O limite entre os domínios não é bem definido, admitindo-se uma transição faciológica às proximidades da cidade de Paragominas, onde passa um duplex transpressivo formado por eixos de falhas transcorrentes (Mapa 18), o que, provavelmente, influenciou a distribuição atual das lateritas.

O manto laterítico residual na Amazônia é dividido em: Cobertura Laterítica Matura, paleogênica (Eoceno/Oligoceno), na qual o perfil de alteração é, quase sempre, completo, complexo e diverso em horizontes, texturas, estruturas, mineralogia e feições geoquímicas; e Cobertura Laterítica Imatura, neogênica (Mioceno ao Plioceno), com características de baixo grau de evolução (COSTA, 1991).

A laterização do Paleogeno afetou os sedimentos mais antigos, das formações Ipixuna e Itapecuru, gerando pacotes espessos nos locais onde o caulim *semi-flint* se adelgaça ou está ausente, situação interpretada por Rossetti (2004) como o amalgamento das superfícies S1 e S2. Já no Neogeno foram geradas as lateritas imaturas sobre a Formação Barreiras e outros sedimentos datados do Oligoceno ao Plioceno (33-2,5 MI de anos A.P.). Neste período, e anteriormente, as lateritas paleogênicas foram reelaboradas por processos de intemperismo químico e físico, o que revela a sua origem policíclica/poligenética (COSTA, 1990, 1991; KOTSCHOUBEY et al., 2005). A ocorrência das lateritas imaturas, no esquema de Rossetti (2004), corresponde à união daquelas duas superfícies com uma mais jovem, a S3, que marca o topo da Formação Pirabas e da parte inferior da Formação Barreiras.

No Corredor Norte da Belém-Brasília as lateritas são encontradas em diversos locais, com variação de topografia do topo para as vertentes dos platôs e das colinas médias. Nos cortes de estrada foram identificados, sempre, um ou mais horizontes lateríticos, que mantêm o topo daquelas formas de relevo.

A área de estudo está localizada, inteiramente, na zona 5 do domínio setentrional da Província Bauxitífera de Paragominas, onde as lateritas contêm, em vários locais, e por conta da segregação do ferro, horizontes com bauxita em processo de desferrificação, com alto teor de caulinita; e/ou de padrão “esquelético”, residual, aspecto “malhado” (KOTSCHOUBEY et al., 2005) ou “ramificado” (ROSSETTI, 2004) (Fig. 35).

Por todo o trecho da rodovia entre Ipixuna do Pará e Paragominas encontra-se apenas a Cobertura Laterítica Matura, o que é um diferencial em relação ao domínio meridional e à Plataforma Bragantina, nos quais a laterização neogênica, atuando nos setores rebaixados do terreno e nos sedimentos mais jovens, deu origem a uma cobertura laterítica topograficamente mais baixa (Fig. 36).

Figura 35 – Exposição da Cobertura Laterítica Matura no corte 29, sobreposta a saprólito (Sap) arenoso da Formação Ipixuna (K2ip), cujo contato marca a superfície de descontinuidade S1. Acima, alternam-se o horizonte bauxítico de padrão “esqueletal” (Lbx(e)) e o desferrificado (Lb(df)). No topo encontra-se a laterita brechóide (Lb). Estão ausentes o horizonte laterítico argiloso e a cobertura do tipo Argila de Belterra, esta possivelmente removida após a abertura da estrada. Na base um delgado depósito de tálus (T) se mistura com um depósito tecnogênico (Dt) terrígeno, vegetados por um estrato herbáceo. Município de Ipixuna do Pará, margem esquerda da Belém-Brasília. Escala visual de referência: 1,70 m.

Foto: Estêvão J. S. Barbosa, dez. 2014.

Figura 36 – Corte esquemático das unidades lito-estratigráficas no domínio meridional da Província Bauxitífera de Paragominas. Notar as duas superfícies regionais de aplainamento.

Fonte: Kotschoubey, Truckenbrodt e Calaf (2005, modificado).

A Cobertura Laterítica Matura na Amazônia possui uma distinção de horizontes que Costa (1991) sintetizou, do topo para a base de um perfil típico, em: cobertura, geralmente a

Argila de Belterra; horizonte ferruginoso; horizonte bauxítico; horizonte argiloso; e horizonte pálido ou transicional, que se situa na transição para a rocha-mãe (Fig. 37). A comparação de perfis elaborados por diferentes autores permite concluir que esta sucessão de horizontes não ocorre sempre, o que corrobora as conclusões de Koutschoubey et al. (2005) acerca das expressivas variações faciológicas (horizontais e verticais) das lateritas maduras. A crosta ferruginosa e o horizonte aluminoso são os que mais apresentam variação, estando ausente em muitos perfis e cortes de estrada.

Figura 37 – Comparação de horizontes lateríticos entre diferentes autores.

Fonte: elaborado pelo autor com base nas referências constantes na figura.

As observações daqueles autores e, nesta pesquisa, as descrições, correlações e interpretações estratigráficas, reafirmam a ideia de Costa (1991) acerca do principal elemento de distinção das lateritas maduras em relação às imaturas: a presença, naquelas, do horizonte bauxítico, em diferentes texturas e graus de intemperização (Fig. 35-36).

A cobertura das lateritas maduras é feita por um material argilo-arenoso chamado de “Argila de Belterra”, de origem autóctone ou alóctone (COSTA, 1991; KOTSCHOUBEY; TRUCKENBRODT; CALAF, 2005), cuja idade foi correlacionada por Rossetti (2004) com o

tempo de deposição das partes média e superior da Formação Barreiras, no Mioceno Médio, marcando a superfície de descontinuidade S4. O material argilo-arenoso que originou essa cobertura, de acordo com Costa (1991), é um produto de intemperismo que ocorreu após o ciclo de laterização.

Existem, também, níveis concrecionários formados, essencialmente, por fragmentos lateríticos transportados, ferruginosos ou gibbissíticos, enterrados ou expostos à superfície. São caracterizados como linhas de pedras (*stone lines*) (Fig. 38) (COSTA, 1991).

Foi mantida, para a descrição dos horizontes lateríticos, a matriz de Costa (1991), com algumas variações (Quadro 12). O entendimento das lateritas, no que diz respeito à sua localização topográfica e às características dos diferentes horizontes, é um aspecto primordial para a análise da paisagem, uma vez que elas são um fator-chave de processos atuais e/ou pretéritos.

Figura 38 – Corte 35, com detalhe, ao centro da foto, do horizonte concrecionário denotando aspecto de uma *stone line* de até 30 cm de espessura, formada por fragmentos ferruginosos envoltos em cimento amarelado, argilo-arenoso, semelhante ao horizonte superior. Este, devido à posição topográfica, pode ser correlacionável com as coberturas plio-pleistocênicas. Abaixo, nota-se uma bauxita terrosa com psólitos e grãos de quartzo disseminados. Município de Ipixuna do Pará, margem esquerda da Belém-Brasília. Escala visual de referência (caneta): 12 cm.

Foto: Estêvão J. S. Barbosa, set. 2014.

Código	Horizonte	Descrição	Exemplos
CA	Cobertura argilo-arenosa (solo e Argila de Belterra) + Bauxita nodular	Cobertura tabular argilo-arenosa, bastante porosa, de cor amarelada, algo marrom. Pode conter, na base, concreções de bauxita em matriz de cor semelhante. A espessura varia de decimétrica a métrica. Contato gradacional ou brusco com o horizonte subjacente.	Cortes 02, 03, 06, 34 e 39.
Lp	Linha de pedras (<i>stone line</i>)	Fragmentos de laterita ferro-aluminosa pouco angulosos, do tamanho de cascalhos, mais ou menos polidos. O depósito se assemelha aos conglomerados, possuindo cimento claro, argilo-arenoso, de branco a creme e amarelado. Espessura centimétrica a decimétrica. Contatos com outros horizontes geralmente são bruscos.	Cortes 04 e 21.
Lb	Horizonte laterítico brechóide	Crosta ferruginosa ou aluminosa degradada em pseudofragmentos angulosos, do tamanho de cascalhos. Forma níveis de aspecto brechóide, em matriz amarelada argilo-arenosa, semelhante aos latossolos. Espessura quase sempre decimétrica. Contatos geralmente são bruscos.	Cortes 02, 05, 16, 20 e 24.
Lc	Horizonte laterítico concrecionário	Níveis delgados de concreções ferruginosas, do tamanho de cascalhos, envoltos por bauxita. Podem ser apenas linhas de concreções dispersas. Espessura centimétrica a decimétrica. Contatos tendem a ser bruscos	Corte 03.
Ld	Crosta laterítica degradada	Tipo específico de crosta ferruginosa ou aluminosa degradada, no geral mais espessa que os demais. É formada por blocos e estruturas colunares misturados a pseudofragmentos e pacotes de bauxita ou da cobertura argilosa. Espessura métrica. Contatos bruscos ou gradacionais com os demais horizontes.	Cortes 05, 16, 27 e 47.
Lbx	Horizonte laterítico bauxítico	Crosta bauxítico-laterítica intemperizada em diversos estágios, formando horizontes bem definidos ou pacotes entremeados a outros materiais. Aspecto variado em textura e cor, destacando-se os horizontes com nódulos (n) e psólitos (p), bauxita desferrificada (df), terrosa (t) e colunar (c) e esquelético ou reticular (e). Conteúdo argiloso e arenoso variável. Espessura métrica na maior parte dos casos. Contatos bruscos ou gradacionais.	Presente na maioria dos cortes.
Lam	Horizonte laterítico argiloso, geralmente mosqueado	Horizonte argiloso interposto entre o saprólito e o horizonte bauxítico. Não ocorre em todos os pacotes lateríticos. Possui coloração pálida, avermelhada a esbranquiçada, com vários mosqueados. Estrutura algo colunar. Espessura métrica. Contatos são, geralmente, gradacionais.	Cortes 05, 09 e 37.
Lt/ Sap	Horizonte laterítico pálido ou transicional/ Saprólito	Saprólito arenoso ou argiloso de aspecto mosqueado, podendo conter estruturas primárias da rocha-mãe, no caso, as fácies Ipixuna. A cor predominante é o rosa claro, com manchas esbranquiçadas ou avermelhadas. Espessura geralmente métrica. Contatos gradacionais.	Cortes 04, 19, 26, 30 e 36.

Quadro 12 – Descrição dos horizontes lateríticos maduros.

Fonte: elaborado pelo autor com base em Kotschoubey et al. (2005).

5.2.3 Formações Pirabas e Barreiras e o arenito argiloso

As formações Pirabas (Oligoceno Superior/Mioceno Inferior) e Barreiras (Mioceno Inferior a Médio) são uma parte importante do registro litoestratigráfico na bacia oligo-

miocênica ou segmento transtensivo que configurou a sedimentação cenozoica no rifte de Marajó e adjacências (Mapa 18). O Mioceno se caracterizou, na Amazônia, como uma época de movimentações epigenéticas que, ao rebaixar amplos setores do terreno, também ampliaram os fenômenos de sedimentação (AB'SÁBER, 1967); e individualizaram, áreas plataformais onde a deposição foi menos intensa, ao mesmo tempo em que se preservou as sequências mais antigas (ROSSETTI, 2001, 2004).

Na parte meridional da Plataforma Bragantina e na sua transição para a Bacia de Grajaú e a Sub-bacia de Cametá, formou-se um alto gravimétrico que limitou a sedimentação e o avanço do mar epicontinental de Pirabas para o sul (URDINÍNEA, 1977), de modo que tanto a Formação Pirabas como a Barreiras desaparecem no intervalo entre as cidades de Mãe do Rio e Ipixuna do Pará.

As sequências do Oligo-Mioceno nas bacias marginais do nordeste paraense, assim como do noroeste do Maranhão, têm início com os sedimentos carbonáticos de origem marinha a terrígena da Formação Pirabas, constituída, principalmente, por calcários e margas de cor amarelada, e níveis de argilitos pretos, com abundantes traços fósseis (ROSSETTI; TRUCKENBRODT; GOÉS, 1989).

Ocorre uma gradação lateral e vertical para os folhelhos, siltitos, argilitos, arenitos e conglomerados da Formação Barreiras, de cores variegadas, maciços a estratificados e laminados, cuja deposição começou no final do Oligoceno com sedimentos de constituição essencialmente terrígena e siliciclástica. A sequência Pirabas-Barreiras, portanto, originou-se em ambiente transicional, de marinho a estuarino e fluvial, admitindo, ainda, conglomerados de natureza coluvial. O clima no tempo de deposição foi, predominantemente, quente e úmido, acompanhado de transgressão marinha (ROSSETTI; TRUCKENBRODT; GOÉS, 1989; ROSSETTI, 2001, 2004; ROSSETTI; GOÉS, 2004).

Estes sedimentos aparecem, em superfície e em sub-superfície, incluindo os cortes de estradas, apenas na porção setentrional do Corredor Norte da Belém-Brasília, estando ausentes na área de estudo da pesquisa. Ab'Sáber (1966, 1967) ressaltou que, no conjunto topográfico regional, eles ocupam os setores mais rebaixados, com pequenos tabuleiros e terrenos aplainados.

No contexto da Província Bauxitífera de Paragominas existe, ainda deste período, uma sequência de arenitos argilosos, mal selecionados, depositados entre o final do Oligoceno e o Mioceno Médio. Foram interpretados como depósitos continentais derivados de fluxos de lama e detritos (CALAF, 2000), condição associada à transição de clima mais úmido para

mais seco, quando os processos erosivos tendem a ser mais agressivos na remoção da cobertura pedológica (BIGARELLA et al., 1994).

Este arenito é encontrado ao longo de setores topograficamente rebaixados (Fig. 40), contém lentes com fragmentos de caulim *semi-flint*, e sobre ele a Cobertura Laterítica Imatura encontra-se amplamente distribuída (KOTSCHOUBEY; TRUCKENBRODT; CALAF, 2005). Apesar de Kotschoubey et al. (2005) se referirem a esta cobertura, os autores não incluíram-na entre as unidades litoestratigráficas (Quadro 11).

A ocorrência deste arenito na área de estudo, e da cobertura plio-pleistocênica, que será discutida a seguir, ainda é motivo de dúvida. O primeiro não foi encontrado em nenhum dos cortes de estrada. A segunda foi observada nos arredores ao sul de Ipixuna (Fig. 38), associada a formas de topos ligeiramente planos nivelados entre os 40 e 50 m de altitude.

5.2.4 Sedimentos Pós-Barreiras, aluviões holocênicos e depósitos tecnogênicos

Os Sedimentos Pós-Barreiras são formados por areias inconsolidadas amareladas, de granulação fina a bem sortida e em parte laterizadas, repousando de modo discordante sobre a Formação Barreiras, o que mostra a ocorrência de uma fase erosiva anterior ou concomitante à deposição. Posicionam-se, junto com a Formação Tucunará (na Sub-bacia de Cametá), com os aluviões holocênicos e os depósitos tecnogênicos, no topo da cobertura fanerozoica do nordeste do Pará, noroeste e oeste do Maranhão (Quadro 11).

A sequência Pós-Barreiras está relacionada com processos de escoamento em lençol (superfície), em ambiente eólico de dunas e em planícies costeiras, do Plio-Pleistoceno ao início do Holoceno, sob clima predominantemente mais seco que o atual e o dos tempos paleogênicos e miocênicos (ROSSETTI, 2001; ROSSETTI; GOÉS; SOUZA, 2001).

No Pleistoceno, a diminuição geral da pluviosidade foi uma tendência ligada às glaciações das médias e altas latitudes. Neste sentido, durante as fases glaciais, quando se altera toda a circulação atmosférica global, são estabelecidas nas regiões de baixas latitudes, a exemplo da Amazônia, fases interpluviais, mais secas e, também, mais frias. São nestas fases que se formam os pediplanos, por efeito de coalescência de pedimentos (BIGARELLA; MOUSINHO; SILVA; 1965; AB'SÁBER, 1979). As rampas destes pedimentos, e os seus depósitos correlativos, estão mais ou menos preservadas na atualidade, tendo sofrido intensa dissecação pela rede de drenagem ao longo do Holoceno.

Parte dos Sedimentos Pós-Barreiras foi laterizada no Plioceno, quando se formou a Cobertura Laterítica Imatura (ROSSETTI, 2001, 2004). Assim como a Formação Barreiras, a

sedimentação de tempos plio-pleistocênicas teve como destino, preferencialmente, os setores mais rebaixados.

Este material é um típico produto de erosão, e a ocorrência dele na área de estudo, conforme dito anteriormente, é limitada. No entorno desta área, coberturas plio-pleistocênicas correlacionáveis com os Sedimentos Pós-Barreiras são encontradas em rampas coluvionares plio-pleistocênicas nos vales dos rios Capim, Gurupi e afluentes de ambos (BRANDT MEIO AMBIENTE, 2008; RAMOS, 2009). Silva, Rodrigues e Vieira (2001), baseando-se numa versão anterior do mapeamento geomorfológico do IBGE, referem-se a essas rampas como “Coberturas Sedimentares Pleistocênicas”, depósitos correlativos a um nível de aplainamento que rebaixou a Formação Ipixuna a um nível altimétrico em torno de 80 m, inumando-o. Kostchoubey, Truckenbrodt e Calaf (2005) e Silva e Barbosa (2009) também se referem a elas como níveis de aplainamento encontrados no eixo da Belém-Brasília, sendo capeados por um arenito argiloso amarelado (Fig. 36).

A passagem do Pleistoceno Superior para o Holoceno Inferior foi marcada, na região amazônica, pela re-umidificação do clima após o último *optimum* glacial.⁴⁷ Com a expansão da rede de drenagem, que se tornou mais densa, o padrão de sedimentação alterou-se do regime predominante em lençol para o regime em canais, originando, na transição climática, volumosas cargas de sedimentos inconsolidados (BIGARELLA; FERREIRA, 1985).

Estes depósitos são os aluviões holocênicos, ou modernos, e sua extensão e espessura devem-se ao porte das drenagens, sendo mais abundantes nas planícies dos rios Capim e Gurupi (RAMOS, 2009).

Ao longo da maioria dos vales, por onde escoia a drenagem, os aluviões holocênicos são descontínuos e formam depósitos estreitos, pouco profundos, raramente mapeáveis aos nível de escalas médias. Também pode se considerar, nesta unidade, os sedimentos mais recentes transportados pelas águas após o desmatamento da superfície, depositando-se de maneira dispersa conforme os fluxos em lençol ou em canal.

Os aluviões estão misturados aos depósitos tecnogênicos, os quais nem sempre são reconhecidos pelos geólogos e/ou geomorfólogos. São estes os depósitos que se formam por efeito de intervenções antrópicas nos ambientes geológicos, contendo, geralmente, artefatos humanos em sua constituição (TER-STEPANIAN, 1988).

Com base em Fanning e Fanning (1989), Peloggia (1998) aplicou em estudo para o Município de São Paulo a seguinte classificação destes depósitos: “espólicos” – materiais de

⁴⁷ A última glaciação do Pleistoceno é chamada, na América do Norte, de Wisconsin, e na Europa, de Würm (Cf. SALGUEIRO-LABORIAU, 1994).

empréstimo; “dragados” – materiais obtidos em dragagens; “úrbicos” – detritos urbanos rico em artefatos e fragmentos; “gárbicos” – lixo com predomínio de matéria orgânica. No Corredor Norte da Belém-Brasília, assim como em todos os espaços marcados por quadros radicais de impactos ambientais e de alterações paisagísticas, são encontrados depósitos tecnogênicos em vários locais (Fig. 35).

5.3 Mineralogia dos sedimentos

A mineralogia dos sedimentos é um dos elementos para a análise dos processos de intemperismo do passado, mas também dos que ocorrem no presente. Ela varia entre os horizontes, camadas e/ou fácies, conforme os tipos e as assembleias de minerais presentes, o que ocasiona diversas respostas dos materiais superficiais (rochas e solos) às intempéries (PENTEADO, [1973] 1980).

Os teores de ferro, de alumínio e de sílica são o principal aspecto mineralógico para se entender a retomada ou a ampliação de processos intempéricos (Quadro 13, Fig. 39). Cruz (2011), em análise de dois perfis lateríticos no Município de Paragominas (Fig. 37), concluiu que aqueles minerais correspondiam, em ambos, a mais de 95% da composição química.⁴⁸ Kotschoubey et al. (2005) referem-se a eles como elementos químicos maiores, chegando a resultados semelhantes (Tab. 2, Gráf. 3).

Horizonte ou camada	Principal mineral/ Principais minerais	Referência(s)
Argila de Belterra	Caulinita, quartzo, goethita aluminosa	1, 3, 4
Laterítico ferruginoso	Hematita, goethita, gibbsita, fosfato de alumínio	1, 3, 4
Laterítico bauxítico	Gibbsita	1, 3, 4
Laterítico argiloso	Caulinita, gibbsita, quartzo, halloysita, hematita	1, 3, 4
Laterítico transicional	Esmectita, illita, minerais primários	1, 3, 4
Caulim <i>semi-flint</i>	Caulinita	2
Fácies Ipixuna	Caulinita	2, 3

Quadro 13 – Principais minerais presentes nos horizontes ou camadas geológicas com base em: 01 – Costa (1991); 2 – Kotschoubey, Truckenbrodt e Hieronymus (1996); 3 – Kotschoubey et al. (2005); – 4 – Cruz (2011).

Fonte: elaborado pelo autor com base nas referências constantes na legenda.

A composição mineral nos horizontes lateríticos revela bem a sua natureza de alteritas do meio tropical (MELFI, 1997). Tendo a Formação Ipixuna como substrato de origem, nota-

⁴⁸ Incluídas, nesta percentagem, as perdas ao fogo durante análise em laboratório realizado por Cruz (2011), igualmente a Kotschoubey et al. (2005).

se claramente a reorganização dos minerais, com alteração do perfil siliciclástico e caulínítico da rocha-mãe para um perfil de enriquecimento em minérios de ferro e de alumínio (Fig. 39, Tab. 2, Gráf. 3), especialmente hematita, goethita e gibbsita. Os conteúdos de caulinita e de quartzo voltam a aumentar no capeamento, com a Argila de Belterra, devido a um processo de ressilicificação (KOTSCHOUBEY et al., 2005).

Figura 39 – Seção estratigráfica no Km J728 da rodovia Belém-Brasília, com demonstração dos teores de dióxido de silício (SiO_2), óxido de ferro (Fe_2O_3) e óxido de alumínio (Al_2O_3).

Fonte: Kotschoubey, Truckenbrodt e Hieronymus (1996, legenda modificada).

Tabela 2 – Teores médios (%) de elementos maiores nos diferentes tipos de alteritas do manto residual ferro-aluminoso no domínio setentrional da Província Bauxitífera de Paragominas.

Horizonte Elemento	1. Capeamento	2. Psólitos bauxíticos	3. Bauxita colunar superior	4. Horizonte ferruginoso reliquiar	5. Bauxita inferior ferruginosa	6. Bauxita inferior desferrificada	7. Saprólito	8. Rocha matriz
Corresp.	CA	Lbx(p)	Lbx(c)	Lb, Ld, Lc	Lb, Ld, Lc	Lbx(df)	Lt, Sap	K2ip
(N)	(N=6)	(N=1)	(N=4)	(N=3)	(N=11)	(N=7)	(N=3)	(N=1)
SiO_2	34,46	5,53	8,61	10,84	16,47	20,49	44,16	52,81
Al_2O_3	41,97	60,95	47,39	16,61	31,05	49,59	35,28	30,46
Fe_2O_3	3,04	0,59	16,35	60,52	34,78	2,83	4,29	1,73
Sub-total 1	79,47	67,07	72,35	87,97	82,3	72,86	83,73	85
PF	20,2	31,3	22,58	10,86	16,12	24,2	14,17	12,9
Sub-total 2	99,67	98,37	94,93	98,83	98,42	97,06	97,9	97,9
Outros	0,25	1,37	4,86	0,99	1,49	2,77	2,00	2,07
Total	99,92	99,74	99,79	99,82	99,91	99,83	99,9	99,97

Notas: N – total de amostras; PF – perda ao fogo; Corresp. – correspondência com a nomenclatura dos horizontes lateríticos utilizada na pesquisa (Quadro 12).

Fonte: Kotschoubey et al. (2005, modificada).

Gráfico 3 – Teores médios (%) dos elementos maiores nos diferentes tipos de alteritas do manto residual ferro-aluminoso no domínio setentrional da Província Bauxitífera de Paragominas.

Nota: a numeração dos horizontes segue a Tabela 2.

Fonte: elaborado pelo autor com base em Kotschoubey et al. (2005).

No geral, espera-se uma tendência maior à corrosão química na presença da água, por hidrólise, dos horizontes ricos em caulinita e em gibbsita, exceção feita à argila ou caulim *semi-flint*, na qual o minério de alumínio encontra-se cristalizado (KOTSCHOUBEY; TRUCKENBRODT; HIERONYMUS, 1996) e, logo, apresenta um grau de dureza mais elevado, mantendo certa consistência mesmo quando exposto, o que dificulta a extração deste material para fins minerários.

Do contrário, maior resistência ocorre nos horizontes ricos em hematita e goethita, com destaque para alguns horizontes das couraças lateríticas ferro-aluminosas, que, no caso das linhas de pedras, apresentam algum tipo de cimentação (Fig. 38).

O aumento da tendência à corrosão torna-se maior ainda se o grau de intemperismo herdado de processos pretéritos é expressivo, pois, conforme dito anteriormente, no horizonte bauxítico existem horizontes fortemente desferrificados que denotam um longo processo de alteração (Fig. 35), principalmente no domínio setentrional (zona 5) da Província Bauxitífera de Paragominas (KOTSCHOUBEY et al., 2005), onde se encontra a área de estudo. Nestes horizontes os teores de óxidos de ferro são muito inferiores ao do horizonte ferruginoso reliquiar, aumentando em relação a este os teores de minério de alumínio, sobretudo na forma de gibbsita (Tab. 3, Gráf. 3).

Assim, a cobertura argilosa do tipo Argila de Belterra, o horizonte laterítico argiloso e as fácies Ipixuna ricas em caulim *soft* são as que apresentam maior tendência à erosão, devido

à presença abundante de caulinita; assim como nos horizontes em que se deu a segregação do ferro (bauxita desferrificada e padrão “esqueletal”).

A análise da mineralogia deve ser complementada com o grau de intemperismo atual, mencionado acima; com a granulometria dos sedimentos, tendo em vista que os maiores ou menores teores de argila, de silte e de areia vão, igualmente, produzir repostas diferentes aos processos intempéricos (PENTEADO, [1973] 1980); com a morfologia do terreno, a exemplo da geometria das vertentes (CHRISTOFOLETTI, 1980); com o fluxo das águas superficiais e das subterrâneas; com o tipo de cobertura da terra; e com a modalidade e a frequência das intervenções antrópicas.

5.4 Hidrografia e sua expressão morfológica

Os aspectos referentes à drenagem têm relação direta com o clima, a geologia e o relevo, tendo em vista a maneira integrada como os elementos geoecológicos estruturam a paisagem. No Corredor Norte da Belém-Brasília e na área de estudo, a rede de drenagem é majoritariamente densa, com predomínio de sub-bacias de 4ª a 6ª ordens que drenam para o rio Guamá, ao norte; o rio Capim, a oeste; e o rio Gurupi, a leste (SILVA, 2009). As “grotas”, especificamente, são canais de torrentes que aparecem por toda a área, configurando um importante elemento da drenagem atuante nos processos de dissecação do terreno.

Foi tomado, como espaço de análise para a caracterização da drenagem, a área de estudo (Mapa 19, Tab. 3). Os padrões nela encontrados se repetem ao longo do Corredor Norte da Belém-Brasília, determinados por uma interface drenagem/estrutura/litologia em escala sub-regional (Mapa 17).

Na configuração espacial da drenagem em nível local, as sub-bacias de 3ª ordem são as unidades mais representativas, delimitando os principais interflúvios e o arranjo dos padrões de formas semelhantes, o que será visto adiante, neste capítulo. A área drenada por elas varia de algumas dezenas a algumas centenas de km², com a maioria possuindo extensão entre 200 e 300 km². O entalhamento médio dos vales, de outro modo, apresenta maior diversidade de situações, desde o nível muito fraco (1), isto é, inferior aos 20 m, até o nível forte (4), com incisões que ultrapassam os 60 m (Tab. 3).

Mapa 19 – Hidrografia da área de estudo e corte sub-regional, com especificação de sub-bacias de 3ª ordem selecionadas.

Tabela 3 – Medidas morfométricas para as sub-bacias de 3ª ordem que abrangem a área de estudo.

Sub-bacias	Segmentos fluviais (ordens)					Grandeza da sub-bacia	Entalhamento médio do vale (m)/ Índice	Área da sub-bacia (km²)
	1ª	2ª	3ª	4ª	Total			
A. Pacuí	23	5	1	0	29	3ª	42 m/ 3	238,904
B. Água Azul	17	4	1	0	22	3ª	62 m/ 4	237,866
C. IPIXUNA	49	8	1	1	59	4ª	66 m/ 4	295,987
D. Afluente IPIXUNA 1	13	3	1	0	17	3ª	23 m/ 2	85,523
E. Afluente IPIXUNA 2	7	2	1	0	10	3ª	17 m/ 1	34,248
F. Ananavira	33	6	1	0	40	3ª	51 m/ 3	240,653
G. Afluente Candirú-Açu	33	9	1	0	43	3ª	60 m/ 4	307,872
H. Afluente Maritaca 1	9	3	1	0	13	3ª	41 m/ 3	167,420
I. Afluente Maritaca 2	11	4	1	0	16	3ª	50 m/ 3	288,280
J. Candirú-Açu	34	9	1	1	45	4ª	72 m/ 4	292,331
Total	229	53	10	2	294	M= 3,2	M= 48,4 m/ 3,1	2.189,084

Nota: a sequência A-J é a mesma dos Mapas 19, 20 e 22. M= média.

Fonte: elaborado pelo autor com base no mapa de drenagem.

Como era de se esperar, os segmentos fluviais de 1ª ordem são os mais numerosos em todas as sub-bacias analisadas (Tab. 3), especialmente no Corredor Norte da Belém-Brasília por se tratar, a área, de um setor de altos e médios cursos formadores de bacias hidrográficas importantes (Capim, Guamá e Gurupi), sendo, também, um divisor de águas com expressão regional (VALVERDE; DIAS, 1967).

Aos segmentos de 1ª ordem se relaciona a quantidade de nascentes de uma bacia ou sub-bacia, indicando a magnitude de um ligamento fluvial (CHRISTOFOLETTI, 1980), o que é condicionado, dentre outros fatores, pela extensão da superfície drenada, sobretudo se, numa determinada área considerada, o clima e a litologia apresentam certa homogeneidade, como é o caso da área de estudo desta pesquisa. Assim, o número de nascentes, junto com o dos segmentos de 2ª ordem, indicam os rios mais importantes: Candiru-Açú e o seu afluente ao norte; Ipixuna e seu afluente 1; e Ananavira (Tab. 3, Fig. 40).⁴⁹ O rio Pacuí, apesar de sua importância em número de segmentos de 1ª ordem (Tab. 3), abrange uma parte pequena do norte da área de estudo. Todos eles fazem parte da bacia hidrográfica do Capim, drenando pelas vertentes ocidentais do vale deste rio (Mapa 16).

Figura 40 – Elementos da drenagem representados no eixo longitudinal da rodovia Belém-Brasília.

Nota: retas em curva – geometria esquemática dos vales fluviais; arcos tracejados – divisores de água entre as sub-bacias de 3ª ordem; A, C, D, F, G e J – sequência das sub-bacias de acordo com os Mapas 19 e 20; (2), (3) e (4) – índices de entalhamento médio dos vales fluviais; g – grotas; 1, 2 e 3 – ordens de hierarquia dos segmentos fluviais; A1 – vale fluvial com vertentes mais suave à esquerda; A2 – vale fluvial com vertente mais suave à direita; S – vale fluvial simétrico ou ligeiramente simétrico.

Fonte: elaborado pelo autor. Foto: Estêvão J. S. Barbosa, dez. 2014.

⁴⁹ A atribuição de nomes como “afluente 1” deve-se à não identificação de toponímias para estes cursos d’água.

Apenas uma sub-bacia ligada ao rio Guamá drena a área de estudo, localizada no extremo nordeste dela. Outras duas sub-bacias ligam-se ao Gurupi, drenando uma pequena área a leste; são afluentes do Maritaca (ou Piriazzino), um rio de 4ª ordem que desagua no Uraim (6ª ordem), afluente direto do Gurupi (Mapas 19 e 20).

No eixo da Belém-Brasília os afluentes desta bacia são dominantes ao sul da bifurcação dela com a PA-256, quando o alto gravimétrico que acompanha o Arco Tocantins tem uma inflexão de N/NE-S/SW para E-W, onde passa o duplex transpressivo no qual se formou o conjunto de extensos platôs que constituem a “chapada” de Paragominas (COSTA et al., 1996; SILVA; BARBOSA, 2009), obrigando o rio Capim a contornar um cotovelo e recuar com sua drenagem para oeste (Mapa 17).

A hierarquização fluvial levou em conta a área total das sub-bacias, por isso, os rios Ipixuna e Candiru-Açú são indicados como segmentos de 4ª ordem, definidos próximo ao ponto mais à jusante considerado para a análise (Tab. 3). O primeiro é afluente do segundo, que recebe as águas dele já próximo da confluência com o rio Capim, tornando-se, o Candiru-Açú, um rio de 5ª ordem, com uma sub-bacia de 5ª grandeza (SILVA, 2009).

Uma característica marcante da drenagem, especialmente ao sul de Ipixuna, é o caráter temporário de vários rios de 1ª ordem, fato observado por Valverde e Dias (1967) na década de 1960, o que, segundo eles, conferiam um aspecto “extra-amazônico” a esta parte da região, por conta da redução gradativa da pluviosidade. A ocorrência de estiagens que se prolongam até 3 meses ou mais (BEZERRA et al., 1990b) faz com que os rios encaixem seu leito no substrato, limitando a formação de calhas fluviais.

Pode-se inferir que vários destes rios tenham secado em definitivo, com o tempo, por causa dos impactos ambientais sobre a drenagem, estando, possivelmente, na origem das numerosas “grotas” que são atravessadas pela rodovia Belém-Brasília (Fig. 40).

5.4.1 Padrões de drenagem

O padrão de drenagem típico das sub-bacias em análise é, aplicando o modelo de Howard (1967), o sub-dendrítico, uma variação parcial do padrão dendrítico, derivada de um controle regional secundário pela topografia e/ou pela estrutura. A geometria deste padrão, segundo Howard (1967), difere do dendrítico somente quanto à ausência de “perfeição”, notada na assimetria dos canais e vales fluviais.⁵⁰

⁵⁰ “This pattern [subdendritic] differs from the type dendritic only in the lack of perfection. Deviations are presumably due to secondary regional controls, either structural or topographic” (HOWARD, 1967, p. 2.247).

A tectônica, associada à litologia e às flutuações do nível de base geral, são os fatores principais que respondem por esta configuração da drenagem, aspecto salientado para outras áreas da Amazônia, identificando-se uma “padronagem” na orientação espacial dos cursos d’água e das bacias hidrográficas (AB’SÁBER, 1966, 1967; SOARES, 1977; COSTA et al., 1996; COSTA et al., 2002)

O padrão dendrítico aproximado da drenagem na área de estudo é uma resposta à litologia, devido à exposição da Formação Ipixuna, de substrato caulinítico, argilo-arenoso, que oferece pouca resistência ao trabalho dos rios, formando canais fluviais algo meandantes (Mapa 20).

Além disso, a presença de eixos de dobras NW-SE (Mapa 18), geralmente associadas a setores colinosos, obriga os rios a realizarem curvas abertas, contornando essas estruturas transpressivas. Outro controle estrutural nítido é determinado pela orientação das camadas, cujo mergulho geral ocorre para N, segundo o padrão da Sub-bacia de Cametá (ROSSETTI; GOÉS, 2004) e a migração do eixo de subsidência e de sedimentação do sul para o norte a partir do final do Cretáceo (66 MI de anos A.P.) (URDINÍNEA, 1977; KOTSCHOUBEY; TRUCKENBRODT; HIERONYMUS, 1996; COSTA, 1996).

A geometria assimétrica dos vales fluviais (Fig. 40) é uma consequência da tectônica sobre a rede de drenagem, e na maioria das sub-bacias de 3ª ordem os afluentes tendem a ser mais longos e numerosos pela margem esquerda, tendo por referência o rio Capim, a oeste.

Este tipo de vale fluvial, segundo Christofolletti (1981), é caracterizado por vertentes diferentes, uma mais escarpada e outra mais suave, sendo comuns em áreas de estruturas monoclinais e dobradas. As duas situações ocorrem na área de estudo, sendo a primeira, provavelmente, a mais importante, pois os eixos de dobras do Mioceno/Plioceno possuem, somente, expressão de grande escala, com dimensões métricas a quilométricas (BRANDT MEIO AMBIENTE, 2008).

Outro fator a ser considerado é a geração de estruturas transpressivas e transtensivas alternadas durante o Pleistoceno Superior (126-11 mil anos A.P.) (COSTA et al., 1996), ao longo de falhas que parecem exercer, também, um controle estrutural no formato assimétrico dos vales, com tendência a soerguimento pelo lado direito e rebaixamento pelo esquerdo. Essas são falhas normais, de direção geral NW-SE (COSTA et al., 1996), que orientam claramente o traçado dos rios de 3ª ordem ou mesmo de 2ª e 1ª ordens (Mapa 20).

Nas vertentes mais alongadas, sobretudo, alguns canais de baixa hierarquia (1ª e 2ª ordens) apresentam cursos aproximadamente retilíneos e paralelos entre si, uma situação encontrada, sempre, nos bordos de platôs residuais.

Mapa 20 – Hipsometria e drenagem da área de estudo.

Nestes casos, a influência tectônica deve ter imposto aos rios um comportamento subsequente (CHRISTOFOLETTI, 1981), com a drenagem explorando as camadas mais frágeis da Formação Ipixuna, e seguindo o mergulho geral N das camadas a intervalos sucessivos conforme a alternância dos setores transtensivos e transpressivos, uma vez que os lineamentos estruturais, ditados pelas falhas normais NW-SE, condicionam os cursos de 3ª ordem para oeste.

5.5 Relevo: das unidades morfoesculturais aos padrões de formas semelhantes

O Corredor Norte da Belém-Brasília atravessa, tal como as morfoestruturas, diferentes unidades morfoesculturais, produzidas pelo efeito dos paleoclimas ao longo do Cenozóico. Existem aí setores de relevos tabuliformes a colinosos, seccionados por setores aplainados e calhas fluviais mais ou menos estreitas, entre o Planalto Rebaixado da Amazônia, ao norte, e as depressões e as “serras” do “planalto cristalino”, ao sul (AB’SÁBER, 1967; BARBOSA; PINTO, 1973; MOREIRA, 1977; ROSS, 1985; GATTO, 1991).

Com base Barbosa e Pinto (1973), quatro unidades morfoesculturais foram definidas, conforme o 2º táxon de Ross (1990, 1992):

- O Planalto Rebaixado da Amazônia (da Zona Bragantina),⁵¹ na parte norte, onde predominam baixos tabuleiros (< 100 m) com fisionomias de plataformas interfluviais de pequena extensão, individualizadas pela densa drenagem do Presente (Holoceno), processo que dissecou a Formação Barreiras, sobre a qual foi elaborado o pediplano neopleistocênico (PD₁ de BIGARELLA; MOUSINHO; SILVA, 1965) em fases de clima mais seco que o atual, e as lateritas imaturas, sendo comum a ocorrência de arenitos com cimento ferruginizado denominados de “Grês do Pará” (COSTA, 1991);
- O Planalto Dissecado do Pará-Maranhão, em altitudes geralmente abaixo de 100 m, originado de processos semelhantes aos de formação da unidade anterior, mas que resultou em conjuntos de formas colinosas e/ou tabulares e rampas dissecadas, todas embutidas entre platôs residuais. Foram modeladas nos sedimentos das formações Itapecuru e Ipixuna, coincidindo, portanto, com os setores nos quais as lateritas foram amplamente removidas pela erosão. Este planalto inclui, também, terrenos aplainados

⁵¹ O Planalto Rebaixado da Zona Bragantina situa-se, aproximadamente, entre as cotas de 5 m e 80 m. Em ocasião anterior (BARBOSA, 2007) esta unidade morfológica foi caracterizada como um conjunto de baixos tabuleiros seccionados, na costa, por canais de maré e baixos cursos de rios nos quais as marés avançam.

durante o Mioceno/Plioceno (PD₂, BIGARELLA; MOUSINHO; SILVA 1965), onde surgem, comumente, lateritas imaturas e pedimentos do Pleistoceno (Fig. 36 e 41);⁵²

- Os Planaltos Residuais do Pará-Maranhão, bauxítico-lateríticos, constituem o relevos mais elevados, de 100 a 300 m em média, podendo chegar a 500 m (“serra” do Tiracambu), com platôs ou “chapadas” geralmente extensos, por vezes fragmentados em blocos menores (“mesas” ou tabuleiros colinosos), de bordos bem delimitados por vertentes alongadas e de caimento suave para os talwegues, e com topos aplainados, relacionados à fase de aplainamento do Oligoceno Superior (28-23 MI de anos A.P.) (PD₃ de BIGARELLA; MOUSINHO; SILVA, 1965) e à presença extensiva das lateritas maduras, que preservaram estas superfícies de uma erosão maior.
- A Planície Amazônica (BARBOSA; PINTO, 1973), de altitude variável, formada por relevos de agradação que integram os níveis de acumulação, em terraços e planícies, de sedimentos do Pleistoceno Superior e do Holoceno, no fundo dos vales, indicando o ajuste da morfodinâmica ao nível de base atual.

As diferenças de morfoesculturas são bem evidenciadas ao se comparar os terrenos nos quais se expandiram as cidades de Ipixuna do Pará, localizada no norte da área de estudo, e Paragominas, ao sul, bem como os do entorno delas (Fig. 42). Ipixuna integra o conjunto de relevos colinosos do Planalto Dissecado do Pará-Maranhão, na área de transição para o Planalto Rebaixado da Amazônia, que se confunde com ele à medida que se aproxima do litoral (SILVA; BARBOSA, 2009). Paragominas, por sua vez, expandiu-se a partir do setor aplainado do Planalto Dissecado que acompanha o vale do rio Uraim, chegando ao topo dos Platôs Residuais do Pará-Maranhão. Além da morfologia, são nítidas as diferenças de volume, topografia e altimetria entre os perfis.

A redução da altimetria obedece ao padrão regional desta porção da Amazônia, com um caimento geral, porém não regular, de sul para norte.

Os Platôs Residuais do Pará-Maranhão são as superfícies mais elevadas, geralmente acima de 100 m. Na área de estudo eles atingem altitudes máximas por volta dos 150 m, posicionando-se como plataformas interfluviais E-W ou N-S que delimitam as sub-bacias de 3ª ordem ligadas aos rios Capim, Guamá e Gurupi. As menores altitudes, variando de 30 a 50 m, acompanham o fundo dos vales, destacando-se a sub-bacia do rio Ipixuna, na parte norte-

⁵² Ou “Superfície Velhas”, de King (1956) (Cf. ROSS, 1991; KOTSCHOUBEY et al., 2005).

noroeste da área (Mapas 20-21), localizada, conforme dito antes, quase na transição para o Planalto Rebaixado da Amazônia.

Figura 41 – Contraste entre o PD₃, mais elevado, ao fundo, e o PD₂, no nível inferior, limite entre os Municípios de Paragominas e Ulianópolis – PA. O desnível entre as duas superfícies neste local é de, aproximadamente, 80 m. A mata ciliar no centro da foto indica o curso do rio Piriá, afluente do rio Gurupi pela margem esquerda. No fundo chato do vale o rio encaixou o seu leito, com feições de acumulação que formam uma estreita planície fluvial.

Foto: Estêvão J. S. Barbosa, jan. 2006.

Figura 42 – Perfis morfológicos das cidades de Ipixuna do Pará, Paragominas e entorno.

Fonte: elaborado pelo autor com dados do Google Earth. Fotos: Estêvão J. S. Barbosa, jan. 2006.

Mapa 21 – Mapa clinográfico (declividades) da área de estudo.

Com base na área de estudo (Mapa 21), pode-se inferir os padrões de declividades para o Corredor Norte da Belém-Brasília, a partir de esquemas muito bem definidos em função das unidades, das formas e/ou das feições do relevo.

Nos setores mais dissecados da superfície predominam os terrenos suave-ondulados (2-5%) e ondulados (5-10%), marcando a topografia característica das formas colinosas. Na classe de declividade plana (0-2%) destacam-se os topos dos platôs bauxítico-lateríticos e os setores aplainados dos fundos de vales. Estes setores, no domínio meridional da Província Bauxitífera de Paragominas e na parte norte da Plataforma Bragantina, coincidem com uma superfície de aplainamento mais jovem que a do topo daqueles platôs (Fig. 36 e 41), opondo os níveis de aplainamento PD₃ e PD₂ reconhecidos por Bigarella, Mousinho e Silva (1965) para a América do Sul, e aplicadas por Bigarella e Ferreira (1985) para a Amazônia.

Existem, ainda, feições do relevo bem caracterizadas por um padrão específico de declividade em alguns setores de vertentes na classe forte ondulado (15-44%), delimitando colinas ou platôs. Na área de estudo, essas vertentes posicionam-se, sobretudo, pela margem direita dos vales fluviais, tomando como referência a drenagem que verte para o rio Capim, a oeste. Estes vales geralmente apresentam um perfil assimétrico, o que denota certo controle estrutural, aspecto discutido anteriormente.

5.5.1 Padrões de formas semelhantes e topossequências

Para a análise algo mais detalhada da morfologia, os padrões de formas semelhantes da área de estudo foram detalhados em 26 tipos (Quadro 14), reunidos em 8 grupos conforme o tipo predominante de topo das formas de relevo e o índice de entalhamento médio do vale fluvial (Mapa 22).

Ao contrário do que se supunha a partir do mapeamento do IBGE, na escala 1:250.000 (IBAMA, 2012), o índice de dissecação pela rede de drenagem é mais intenso na área de estudo, conclusão que se pode ser extrapolar para o todo o Corredor Norte da Belém-Brasília. Entre as 10 sub-bacias de 3ª ordem verificadas, uma apresenta nível de entalhamento 1, e outra, nível 2; quatro sub-bacias têm nível de entalhamento 3, e em outras quatro esse nível chegou a 4 (Quadro 12, Mapa 22).

Neste sentido, observa-se que a rodovia Belém-Brasília atravessa setores consideráveis de terrenos dissecados (Fig. 43-46).

Mapa 22 – Padrões de formas semelhantes da área de estudo.

Figura 43 – Superfície de platô bauxítico-laterítico com “murundus” e Latossolo Amarelo muito argiloso, nas imediações do corte 09. O desmatamento recente da área foi realizado para o plantio de soja. Município de Ipixuna do Pará, margem esquerda da Belém-Brasília.

Foto: Estêvão J. S. Barbosa, dez. 2014.

Figuras 44 e 45 – Superfície de solo Petroplântico, em vertente, próximo ao corte 36. A vegetação secundária que aí se estabelece apresenta o muruci-do-mato (*Byrsonima* sp) como espécie típica, foto à direita, na base do corte 32. Município de Ipixuna do Pará.

Foto: Estêvão J. S. Barbosa, set. 2014.

Figura 46 – Setor de colinas recém-desmatadas, entre os cortes 24 e 25. Aparece neste local um Latossolo Vermelho-Amarelo, cuja superfície está visível no primeiro plano da foto. No centro, vale de grota com formato de V”. Município de Ipixuna do Pará, margem esquerda da Belém-Brasília.

Foto: Estêvão J. S. Barbosa, dez. 2014.

Sub-bacia hidrográfica*	Formas de topo colinosas				Formas de topo aplainadas			
	DI 4	DI 3	DI 2	DI 1	DI 4	DI 3	DI 2	DI 1
A. Pacuí	Dc34	Dc33	Dc32	Dc31			Dp32	
C. Ipixuna	Dc44	Dc43	Dc42	Dc41		Dp43	Dp42	
D. Afluente Ipixuna 1	Dc24	Dc23	Dc22	Dc21		Dp23	Dp22	Dp21
E. Afluente Ipixuna 2	Dc14	Dc13	Dc12			Dp13	Dp12	
F. Ananavira	Dc34	Dc33	Dc32	Dc31	Dp34	Dp33	Dp32	Dp31
G. Afluente Candirú-Açu	Dc41	Dc42	Dc43	Dc44	Dp44	Dp43	Dp42	Dp41
H. Afluente Maritaca 1			Dc33		Dp34		Dp32	Dp31
I. Afluente Maritaca 2					Dp34	Dp33	Dp32	Dp31
J. Candirú-Açu	Dc44	Dc43	Dc42	Dc41	Dp44	Dp43	Dp42	Dp41
Aumento dos índices de dissecação fluvial ←								

Quadro 14 – Padrões de formas semelhantes na área de estudo, distribuídos por sub-bacias hidrográficas de 3ª ordem.

Notas: Os padrões identificados referem-se, apenas, à parte das sub-bacias abrangidas pela área de estudo, de modo que outros padrões podem ocorrer. A sequência A-J segue o Mapa 20. DI – dimensão interfluvial média; Dc – dissecação predominante, topos colinosos; Dp – dissecação predominante, topos aplainados.

Fonte: elaborado pelo autor com base nas referências constantes no quadro acima.

Com exceção dos trechos das sub-bacias dos afluentes do rio Maritaca, no sudeste da área de estudo, e da sub-bacia de um rio afluente do Cadiu-Açu, nas demais nota-se o predomínio de formas colinosas, e extensões variáveis de platôs residuais (Mapa 22). A última sub-bacia citada possui uma situação peculiar, uma vez que o padrão em colinas é interrompido para jusante e a Cobertura Laterítica Matura se posiciona em cotas topográficas mais baixas, situação que pode estar associada à ocorrência de uma estrutura transtensiva, rebaixada, na qual as lateritas foram pouco removidas.

A seguir, os padrões de formas semelhantes foram reagrupados novamente, trocando-se as simbologias em letras e números para uma nomenclatura mais próxima das formas de relevo no 4º táxon de Ross (1990, 1992), o que permite a individualização das formas na paisagem real. É feita, concomitantemente, a discussão dos tipos de solos e das relações pedo-geomorfológicas, de acordo com a topossequência de unidades geoambientais elaborada por Golder Associates (2008, adaptado).

5.5.1.1 Platôs bauxítico-lateríticos

São as formas de relevo características dos Planaltos Residuais do Pará-Maranhão, bauxítico-lateríticos, constituídos por superfícies de relevo plano a suave ondulado no topo, com presença constante de “murundus” (Fig. 43). Estes platôs contêm, no topo, Latossolos

Amarelos muito argilosos, formados a partir da cobertura argilo-arenosa chamada de “Argila de Belterra”, que recobre a Cobertura Laterítica Matura. A sequência laterítica paleogênica mostra-se quase sempre completa nestas formas de relevo, podendo chegar a mais de 10 m de espessura, fato que se associa com a presença das mais importantes jazidas de bauxita entre Paragominas e Açailândia. As bordas dos platôs foram dissecadas em rampas longas e de caimento suave para os talvegues, por vezes apresentado declives mais acentuados. Nestas bordas surgem Plintossolos, originados da exposição das carapaças lateríticas degradadas em nódulos e/ou fragmentos de lateritas (Fig. 44-45). As altitudes dos platôs, conforme já assinalado, são geralmente superiores aos 100 m.

5.5.1.2 Colinas médias e platôs isolados

As colinas médias e os platôs bauxítico-lateríticos isolados são formas de relevo do Planalto Dissecado Pará-Maranhão. Surgem nos locais onde a superfície paleogênica (PD₃) foi fragmentada, mantendo, como testemunhos, restos da Cobertura Laterítica Matura, com espessuras variáveis. As altitudes médias variam de 70 a 100 m, aproximadamente. Este posicionamento topográfico diferencia essas formas das colinas baixas, das rampas dissecadas e das superfícies aplainadas do PD₂. É comum encontrar nas colinas médias uma fisionomia de tabuleiros colinosos, o que evidencia certo grau de dissecação do terreno. Predominam, também, os Latossolos Amarelos argilosos no topo, gradando para Plintossolos nas vertentes. Afloramentos da Formação Ipixuna surgem em vários locais sempre que um corte, poço ou trincheira são abertos. A topografia varia de ondulada a forte ondulada, e nota-se a presença constante de plainos pouco extensos nos topos.

5.5.1.3 Colinas baixas e rampas dissecadas

As colinas e as rampas dissecadas associam-se à exposição da Formação Ipixuna, posicionando-se abaixo dos 70 m de altitude. São estas as formas características das partes setentrional e ocidental do Planalto Dissecado do Pará-Maranhão, na transição para o Planalto Rebaixado da Amazônia. Lateritas estão presentes como efeito da subsidência do terreno, que provocou o desnivelamento e remoção quase total da Cobertura Laterítica Matura. Ocorrem, extensivamente, Latossolos Amarelos e Argissolos Vermelho-Amarelos, de constituição argilosa (Fig. 46). Por conta da intensa pedogeneização, raramente são vistas estruturas da Formação Ipixuna, sendo comum, no entanto, a exposição do substrato esbranquiçado e

caulinitizado que lhe é peculiar. A topografia, nestas formas de relevo, é suave ondulada a ondulada em quase toda sua extensão. Do ponto de vista altimétrico este nível é similar aos setores rebaixados do PD₂, caracterizado por restos de pedimentos e dissecação em tabuleiros, o qual não possui expressão na área de estudo.

5.5.1.4 Fundos de vale e planícies aluviais

As planícies fluviais são associadas à unidade morfoescultural da Planície Amazônica, mapeável, na área de estudo, apenas em escala de detalhe. Não possuem altimetria definida, seguindo o caimento da drenagem para jusante. Menores cotas são registradas na passagem dos segmentos fluviais de 2ª para os de 3ª ordens, com cotas médias entre 30 e 60 m. As “grotas” e segmentos de 1ª e 2ª ordens, por sua vez, podem ultrapassar os 100 m de altitude (Mapa 20). Estas áreas ocupam os fundos dos vales, e recebem boa parte da descarga de sedimentos carreados pelas águas. Por isso, são preenchidas por aluviões holocênicos. Podem conter, junto aos cursos d’água, Gleissolos e Neossolos Flúvicos, de extensão limitada, visto que as planícies aluviais são estreitas e os rios estão, em vários trechos, embutidos nos sedimentos meso-cenozoicos. A morfologia dos vales é diversa, com formatos assimétricos, em “V” ou em “manjedoura” (Fig. 40). Estes últimos aparecem delimitados por vertentes pedimentadas, e encaixados em virtude da progressão da erosão na passagem do Pleistoceno para o Holoceno (BARBOSA; RENNÓ; FRANCO, 1974).

5.4 Caracterização climática

O clima geral da Amazônia é caracterizado, em toda sua extensão, da seguinte maneira (SALATI, 1985; MOLION, 1990; BEZERRA et al., 1990b):

- Megatérmico, com temperaturas médias diárias, mensais e anuais sempre superiores aos 18° C, e pequenas variações entre as médias dos meses e anos, inferiores aos 5° C, fenômeno chamado de isoterмия;
- Úmido, com totais pluviométricos anuais superiores a 1.750 mm, embora sujeitos a flutuações expressivas por efeito de anomalias climáticas produzidas por oscilações das temperaturas nas águas do Atlântico Norte e do Pacífico Sul, que definem, neste último caso, os eventos *El Niño* (resfriamento) e *La Niña* (aquecimento).

A circulação atmosférica é controlada ventos pelos alísios, com calmarias constantes e chuvas do tipo convectiva. O controle sazonal, por sua vez, é determinado pelo deslocamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e, junto dela, da Massa Equatorial Atlântica a partir do Anticiclone dos Açores (Atlântico Norte); e da Massa Equatorial Continental, que tem origem na Amazônia ocidental. À passagem da ZCIT e seu afastamento estão associados, respectivamente, um período mais chuvoso e outro menos chuvoso, com estiagens ou subsecas que variam de 1 a 3 meses (BEZERRA et al., 1990b).

Mapa 23 – Aspectos climáticos gerais do Corredor Norte da Belém-Brasília.

A redução da pluviosidade e a variação ao longo dos meses do trimestre mais e menos chuvoso é visível de sul para norte (Mapa 23), contudo, as temperaturas do ar permanecem semelhantes por uma vasta extensão, variando muito pouco (médias anuais de 25° a 26° C), um traço característico do trópico úmido amazônico (AB'SÁBER, 1977) que Salati (1985)

atribui à fraca influência do relevo sobre a dinâmica climática, principalmente no eixo de terras baixas (< 200 m) que acompanha o vale do rio Amazonas, e à posição zonal da região nas baixas latitudes tropicais (equatoriais).

Tabela 4 – Dados climatológicos médios do Município de Paragominas, de acordo com Bastos (1972) e Sudam (1984). Médias para as décadas de 1970 e 1980.

Mês	Temperatura do ar (° C)			Precipitação		Umidade relativa do ar (%)	Evaporação (mm)
	Máxima	Mínima	Média	Total (mm)	Frequência de chuvas (dias)		
Jan.	32,5	22,2	25,8	230,0	23	83	64,3
Fev.	31,8	22,2	25,8	331,0	22	86	49,9
Mar.	32,0	22,4	25,8	400,0	26	86	48,7
Abr.	32,2	22,4	26,3	311,0	22	86	45,9
Mai.	32,5	22,2	26,2	139,0	18	84	55,5
Jun.	32,4	20,9	26,6	64,0	9	81	63,8
Jul.	32,8	20,4	25,6	22,0	7	81	83,7
Ago.	33,5	20,6	26,0	30,0	4	79	93,2
Set.	33,8	21,2	27,3	33,0	7	78	99,7
Out.	33,9	21,6	26,8	53,0	6	77	98,9
Nov.	33,5	22,1	27,8	57,0	8	79	102,8
Dez.	33,3	21,9	27,5	122,0	11	80	89,6
Ano	32,8	21,7	26,5	1.802,0	162	82	896,0

Fonte: Rodrigues et al. (2003, adaptado).

Gráfico 4 – Pluviosidade média mensal e frequência de dias com chuvas no Município de Paragominas. Médias para as décadas de 1970 e 1980.

Fonte: elaborado pelo autor com base em Bastos (1972).

A caracterização climática do Corredor Norte da Belém-Brasília permite identificar algumas variações sub-regionais. Na parte oriental da Amazônia, as estiagens se prolongam por até 3 meses (Mapa 23), o que produz efeitos diretos na vegetação e hidrografia, que vão se

tornando menos densas à medida que se aproxima do vale do rio Gurupi (VALVERDE; DIAS, 1967), prenunciando os espaços da Pré-Amazônia.

Tomando por referência o Município de Paragominas (Tab. 4, Gráf. 4), o clima típico de acordo com a classificação de Köppen é o Aw na maior parte do Corredor Norte da Belém-Brasília, ou seja, tropical chuvoso com estação seca bem definida (BASTOS, 1972).

Apesar da delimitação temporal de dois meses secos, verificam-se estiagens mais prolongadas, de julho a novembro, com o trimestre menos chuvoso entre julho e setembro, que corresponde ao inverno/primavera no Hemisfério Sul. O mesmo tipo de clima e, por conseguinte, uma dinâmica climática semelhante, ocorre nos Municípios de Ipixuna do Pará e Açaílândia, e o conjunto difere do *core* do domínio amazônico, onde predomina o tipo Af de Köppen, sem estiagem ou sub-seca (SUDAM, 1984; SANTOS, 2009).

A importância do clima para a análise geomorfológica reside no entendimento da morfodinâmica. A este respeito, deve-se levar em consideração que, independentemente do grau de intervenção antrópica em nível regional, sub-regional e local, permanecem elevados os índices pluviométricos, as médias de temperaturas, assim como a umidade relativa do ar e as taxas de evaporação.

6 CORREDOR NORTE DA BELÉM-BRASÍLIA: GEORRELEVO ANTRÓPICO

A leitura das intervenções antrópicas nos sistemas morfogênicos do Corredor Norte da Belém-Brasília segue o esquema de fases utilizado nos estudos de Antropogeomorfologia: pré-perturbação, perturbação ativa e pós-perturbação. Essas fases ajudam a contar, além da história do relevo na Belém-Brasília, a própria história da rodovia, das paisagens, dos lugares e das sub-regiões que se estruturaram no eixo da rodovia, com base numa periodização das intervenções.

Os marcos temporais indicados são válidos para os impactos da/na rodovia e, assim, podem diferir de outras modalidades de intervenção.

6.1 Fase de pré-perturbação (antes de 1958)

Na fase de pré-perturbação o relevo ainda mantém as morfologias e o dinamismo originais, comandados por forças telúricas e mantendo um equilíbrio de longa duração, como diz Braudel ([1958] 2007).

Isto não significa ausência de intervenção antrópica, que pode ocorrer de modo pontual ou mesmo com maior amplitude no espaço, porém, sempre com magnitude reduzida e/ou frequência esporádica a intermitente. Rodrigues e Gouveia (2013, p. 72), ao caracterizar o estágio pré-urbano em análise geomorfológica da Grande São Paulo, lembram que, nesta fase “[...] as características morfológicas e das formações superficiais e solos ainda não sofreram mudanças significativas por intervenções antrópicas, estando preservado o tipo de balanço de processos no sistema, ainda que algumas taxas possam ter sido modificadas”.

A interrupção da intervenção, em particular, pode mascarar os efeitos dela na medida em que o sistema tem a capacidade de se recompor (resiliência), imitando ou retomando os processos e balanços originais desde que as alterações não tenham ultrapassado o limiar do irreversível (AB’SÁBER, 1969).

O uso do termo “original” se aplica, temporalmente, ao último estágio de processos que conduziram ao equilíbrio natural de uma determinada unidade ou forma de relevo, ponto de partida para análise do impacto antrópico. Trata-se, na maioria dos casos, do equilíbrio dos elementos geocológicos do relevo tal como eles foram organizados na transição bioclimática do Pleistoceno para o Holoceno, épocas que marcam a estruturação das paisagens naturais do Presente (BIGARELLA et al., 1994).

Este processo de estruturação, sendo complexo e de longa duração – na escala do tempo geomorfológico – contrastou dois sistemas morfogenéticos distintos:

- Até o final do Pleistoceno (11 mil anos A.P.), quando terminou a glaciação Würm/Wisconsin, no espaço que hoje constitui a Amazônia vigoraram climas semi-áridos, mais secos e frios⁵³ e de chuvas concentradas e torrenciais. Por conta desses fatores, encontrava-se uma rede de drenagem provavelmente menos densa e uma extensiva vegetação aberta de cerrados (savanas) ou caatingas, ainda hoje preservada em *relictus* envolvidos pela floresta (CARNEIRO FILHO, 1993);
- Com o término da glaciação voltaram a predominar climas mais quentes e úmidos na região, reorganizando-se a rede de drenagem, que se tornou mais perene e densa, e a vegetação, com a expansão da cobertura florestal.

Os sistemas morfogenéticos foram modificados quanto à relação morfogênese/pedogênese (Fig. 47), o que ocorreu por diversas vezes na história geológica da Amazônia, especialmente nos últimos 2,5 milhões de anos, que corresponde ao período Quaternário (BIGARELLA; FERREIRA, 1985).

Estes aspectos foram tratados no capítulo anterior, contudo, serão retomados para se ressaltar as diferenças de alteração morfogenética em condições, por assim dizer, naturais (atuação exclusiva de forças telúricas), daquelas que se devem a causas antrópicas.

Figura 47 – Fases de predominância do componente paralelo (escoamento superficial) em resistasia, à esquerda, e do componente perpendicular (infiltração) em biostasia, à direita, explicando modelos distintos de evolução das vertentes.

Fonte: Cassetti (2005).

⁵³ Nas fases glaciais/interpluviais a redução das temperaturas na faixa tropical do planeta, de acordo com Ab'Sáber (1979), deve ter sido de 4° a 6° C abaixo das médias atuais.

6.1.1 Morfogênese nas fases de climas secos

Nas fases de climas mais secos predomina a morfogênese sobre a pedogênese, pois, na ausência de uma cobertura vegetal que proporcione a maior proteção da superfície, esta é diretamente exposta às intempéries, com chuvas torrenciais concentradas e ventos que desencadeiam intensos processos de intemperismo físico, fluxos dominantes em lençol e geração de carga sedimentar grosseira (areias, cascalhos e blocos). O ambiente possui mais energia e é mais instável (resistasia). Nessas fases são elaborados os níveis de aplainamento chamados de pediplanos. As vertentes recuam paralelamente, originando rampas (plainos), que são os pedimentos (KING, 1956; BIGARELLA; MOUSINHO; SILVA 1965; ROSS, 1991). O escoamento superficial é maior que a infiltração, o que Cassetti (2005) entende, num modelo ideal de evolução das vertentes, como o predomínio do componente geomorfológico paralelo sobre o perpendicular, respectivamente (Fig. 47).

No Corredor da Belém-Brasília os testemunhos destas fases podem ser encontrados em um nível de aplainamento mais elevado e mais antigo (platôs residuais), correlacionado com o PD₃ de Bigarella, Mousinho e Silva (1965), do Oligoceno Superior; e um menos elevado e mais jovem, ou PD₂ (tabuleiros embutidos), do Mioceno/Plioceno, retocado pela última fase de aplainamento, no Pleistoceno Superior, indicada pela existência de pedimentos recobertos por depósitos areno-argilosos correlativos.

6.1.2 Morfogênese nas fases de climas úmidos

Este é o ponto de partida fundamental para a averiguação de alterações recentes nos sistemas morfogênicos na Amazônia, pois, ao contrário da situação anterior, não se refere a formas testemunho, herdadas do passado: a morfogênese de fase úmida representa, na região amazônica, o relevo funcional.

A pedogênese predomina sobre a morfogênese, uma consequência da generalização do intemperismo químico das rochas, formando extensivas coberturas pedológicas e espessos mantos de alteração (regolitos). A carga sedimentar é, por conta do intemperismo intenso, constituída mais por material fino (silte e argila), que as águas transportam em solução para os rios e ao longo dos perfis de solos. A drenagem densa e de caudais mais volumosos vai dissecando o relevo, pois a erosão está concentrada nos canais. Solos e formas de relevo têm na cobertura vegetal um fator de proteção, e as vertentes, nestas fases de estabilidade (biostasia), adquirem modelos de evolução mais complexos e diversos (PENTEADO, [1973]

1980), com uma atuação maior dos componentes verticais (infiltração) sobre os paralelos (escoamento superficial) (Fig. 47). A morfologia como um todo, apesar de alterada, guarda certas heranças das fases anteriores, de clima mais seco, pela evolução geral do conjunto (BÜDEL, [1977] 1982), a exemplo de restos de pediplanos e pedimentos; terraços; depósitos superficiais; e alguns vales em formato de manjedoura (BARBOSA; RENNÓ; FRANCO, 1974; BIGARELLA; FERREIRA, 1985).

Em síntese, o controle do clima tropical úmido sobre a morfogênese regional está associado a três principais conjuntos de processos complexos:

- Intemperismo químico e biológico generalizados, com geração de volumosa carga de sedimentos finos (silte e argila);
- Pedogênese também generalizada e proteção do solo e das vertentes pela cobertura de floresta, e;
- Estabelecimento de uma rede de drenagem densa, predominantemente, que conduz os processos de erosão, transporte e deposição aos canais.

Os três pontos são variáveis para análise da morfodinâmica nas fases de perturbação ativa e pós-perturbação, interagindo com as atividades humanas (*inputs* de energia e de matéria) na alteração do relevo, criando e/ou modificando formas e processos.

6.1.2.2 Primeiros impactos da ação antrópica

O padrão morfodinâmico de clima tropical úmido, que hoje caracteriza a Amazônia, é alterado sob o impacto das intervenções antrópicas, propiciando condições de resistasia onde antes predominava as de biostasia, tão logo a cobertura florestal é retirada; e o aumento da atuação dos componentes paralelos (escoamento superficial) sobre os verticais (infiltração) (Fig. 47) (TRICART, 1977; CASSETTI, 1991, 2005). Ab'Sáber (1969) lembra que, sob efeito daquelas intervenções, impõem-se dinâmicas que podem ser comparadas às das flutuações climáticas do Quaternário, dada o poder técnico do Homem, como agente geomórfico, para desestabilizar a cobertura pedológica/litológica, e, com isso, mobilizar sedimentos.

Foi dito, mais acima, que na fase de pré-perturbação pode haver alguma interferência antrópica, mas de baixa magnitude. Neste sentido, antes da rodovia pouco havia além dos elementos geoecológicos, em termos de importância geomorfológica.

Mapa 24 – Município de Capim em 1956, antes da abertura da Belém-Brasília. A circulação e a ocupação eram feitas pelos rios, mas já havia caminhos (picadas) no meio da mata. Deste Município foram desmembrados Paragominas e Ipixuna do Pará. A localização da área de estudo é indicada pelo polígono, que engloba parcialmente as bacias dos rios Candiru-Açu e Ipixuna.

Fonte: Mapa maior – IBGE (1957a); mapa do detalhe – IBGE (1957b).

Nos espaços mais interiores do interflúvio entre os rios Capim, Gurupi e Guamá nada foi encontrado em termos de ocupação humana anterior a 1940. Os registros arqueológicos, orais e escritos existentes estão concentrados nos vales desses rios (DODT, [1873] 1939; CHAVES, [1946] 2001; VARGA, 2008; ACEVEDO MARIN, 2009), o que configura uma ocupação pretérita ribeirinha, seja indígena ou não indígena (Mapa 24).

Figura 48 – O estilo típico das ocupações por colonos na fronteira amazônica contemporânea: instalações em madeira ou taipa numa clareira aberta no meio da mata nativa, embora já em processo de degradação. Ano de 1965, nas proximidades do então povoado de Gurupizinho, atual cidade de Ulianópolis – PA. A intervenção no ambiente é pontual, lento, embora progressivo, utilizando-se técnicas rudimentares de derrubada da mata e preparo do solo.

Fonte: Valverde e Dias (1967).

A chegada de colonos no interflúvio antecedeu e acompanhou a abertura da Belém-Brasília (Fig. 48). Os historiadores locais fazem loas aos colonos “pioneiros” considerados fundadores de cidades, a exemplo dos que instalaram o projeto de iniciativa privada que deu origem a Paragominas, criado como colônia em 1959, e logo emancipado em 1965 (LEAL, 2000). A origem de Ipixuna está ligada, também, à chegada de colonos, que se instalaram por volta de 1958, com povoamento progressivo após a abertura da BR-14 (atual BR-010),

contando com mão de obra que se deslocou para trabalhar nos serviços da rodovia. A criação do Município de Ipixuna do Pará deu-se em 1991 (PARÁ, 1993).⁵⁴

Onde chegavam, os primeiros colonos, que eram, sobretudo, migrantes nordestinos ou paraenses da Zona Bragantina (VALVERDE; DIAS, 1967), dedicavam-se ao extrativismo, derrubavam e queimavam a vegetação nativa e implantavam “roçados”, abrindo pequenas picadas e clareiras (Fig. 54) (PARÁ, 1993; LEAL, 2000).

Existia, portanto, uma economia de subsistência que alterava pontualmente o ambiente. Cruzando ou partindo dos vales fluviais, colonos avançavam para o interflúvio através das picadas ou navegando rios estreitos, chamados de “igarapés”, por meio de canoas. Esta é a fase da “proto-fronteira”, iniciada por volta da década de 1930 (VALVERDE; DIAS, 1967; ANDRADE, 1977). A colonização se expandia de modo espontâneo, estabelecendo-se um quadro fundiário formado, basicamente, por posseiros.

Pode-se inferir que, nesse contexto, os impactos sobre os sistemas morfogenéticos eram pouco significativos, no entanto, a vegetação e os solos já sentiam os efeitos de mudanças cumulativas. Devido à agricultura itinerante, uma vez abandonados os cultivos, ou exploradas as madeiras das matas, a floresta voltava a regenerar, dando origem a estratos secundários.

6.2 Fase de perturbação ativa (1958-1974)

6.2.1 Histórico da Belém-Brasília

O morador da Amazônia que, vindo de Belém ou proximidades em direção a Brasília pela BR-010, a poucas centenas de quilômetros depois se depara com paisagens diferentes das que está acostumado. Não se surpreende mais com a vastidão das águas do rio Pará, do Guamá, do Acará, do Tocantins, do Amazonas ou de outros grandes rios que ele está acostumado a ver; mas se admira com o relevo das colinas, e dos platôs com bordas bem delimitadas por rampas que deslizam até dezenas de metros para os fundos dos vales. Acostumou-se a viver na várzea ou próximo dela, nas “terras firmes” esculpidas em baixos terraços e tabuleiros, dos quais não se tem muita perspectiva de horizonte: o rio está ali perto, a servir-lhe de fuga pela superfície virtualmente horizontal que é a planície. Por mais que suba

⁵⁴ Um traço comum aos municípios do Corredor Norte da Belém-Brasília é a emancipação recente deles, após 1960. Os outros dois municípios abrangidos muito parcialmente pela área de estudo, por exemplo, datam em suas instalações de 1961, Capitão Poço; e 1993, Nova Esperança do Piriá. Para citar mais exemplos, Açailândia – MA foi instalado em 1983; Mãe do Rio – PA, em 1988; Dom Eliseu – PA, em 1989; Ulianópolis – PA e Aurora do Pará, em 1993; e Itinga do Maranhão, em 1997 (IBGE, 2015a).

ao ponto mais elevado do terreno, irá a pouco mais de duas dezenas de metros acima do nível do mar. Se corre a vista pelas formas criadas pelas mãos humanas, outra surpresa terá: a densidade da metrópole, das cidades e das vilas e povoados que se sucedem nos intervalos de sítios, fazendolas e capoeiras vai, gradualmente, cedendo lugar a grandes fazendas e pastos, com gente dispersa ou concentrada vivendo aqui e acolá. Assim, ao adentrar mais ainda o continente descobre outra Amazônia.

Não foi outro o espanto das equipes de trabalho que abriram o “picadão”, no meio da floresta, para a construção da rodovia Belém-Brasília (Fig. 49-51). O interior da hileia era muito pouco conhecido, sobretudo os interflúvios entre os grandes rios.

Figuras 49 e 50 – Os trabalhos de abertura da Belém-Brasília em meio à floresta, “rasgando-a” numa comprida clareira de mais de 500 km dentro do trópico úmido amazônico. Esses trabalhos contaram com “mateiros”, isto é, habitantes da região com grande conhecimento empírico do interior da floresta; e “desbravadores”, encarregados da “limpeza” dela com uso de terçados, machados, enxadas e outros utensílios rústicos, o que representa a contribuição da força manual para a abertura da rodovia.

Fonte: Fig. 53 – Manchete (1960); Fig. 54 – Bouhid (1960).

Figura 51 – Grande responsável pela abertura da rodovia Belém-Brasília, o engenheiro goiano Bernardo Sayão mira o tronco partido da árvore amazônica. Sayão faleceu sob o impacto da queda do galho de outra árvore, em 1959, no local chamado de Ligação do Pará, hoje um povoado do Município de Dom Eliseu – PA. A respeito da foto acima o blogueiro Fernando Jarez comentou: “[...] parece que o homem (Sayão) está a desafiar a árvore gigantesca. Quem vence? Quem venceu?” Na foto, lê-se a frase “Mais de dois mil quilômetros foram rasgados nas selvas”.

Fonte: Manchete (1960).

Pelas calhas desses rios e alguns de seus afluentes muitos viajantes já haviam se aventurado, tendo que vencer os trechos encachoeirados. A partir das anotações e gravuras deles era possível ter alguma ideia das paisagens concretas do interior da Amazônia, muito pouco, contudo, em vista da grande extensão da região.⁵⁵

Dodt ([1873] 1939, p. 221-22), por exemplo, forneceu descrições do relevo de uma trilha indígena no interflúvio entre os rios Gurupi e Tocantins, por onde passaria oito décadas depois a Belém-Brasília, no Maranhão:

No ano de 1871, porém, empreendeu o vaqueiro Clementino Jorge uma viagem do lado do Tocantins ao Gurupi, procurando para este fim o lugar onde os Timbiras tinham um acampamento ao pé da serra [platô] do Gurupi, do lado do Tocantins, e que dista da estrada que vai da vila de Imperatriz para a cidade da Carolina cerca de dez quilômetros; muito menos, porém, do fim da mata onde se queima, todos os anos, o pasto.

Ali, achou o início da picada dos indígenas, que passa por cima de muitos morros com ladeiras tão íngremes que é quase intransitável. [...] Todavia, não se pode dizer que aquela picada dos índios seja uma estrada franca, pois as dificuldades do trajeto são tantas que só um número muito limitado de bois acompanhado de um número crescido de tangedores poderá tentar tal empresa. As ladeiras são numerosas e íngremes que mal podem ser vencidas por animais descarregados e, sendo todo o terreno coberto de matas altas, não acham os animais pasto nenhum. Além disso, tem o caminho do pé da serra do lado do Tocantins até a aldeia dos Timbiras, em cujo trajeto levam quase sempre três dias, com falta absoluta de água. Sem dúvida podia ser melhorado o caminho, desviando-se dele nos lugares das ladeiras, mas neste caso ficaria muito mais extenso e a falta de água seria remediada.

Os conhecimentos geomorfológicos e geológicos da Amazônia brasileira estiveram até os anos 1960 praticamente limitados a reconhecimentos de campo através de itinerários fluviais (AB'SÁBER, 1966). Estudos com bases cartográficas definitivas surgiriam apenas na década de 1970 com o Projeto Radam.

Acontece que a abertura da Belém-Brasília, iniciada em 1958 e concluída em 1960 na sua primeira etapa (BOUHID, 1960), antecede em mais de dez anos o Radam. Ao invés de um terreno com uma topografia suave, o que era esperado do “baixo platô” (MOURA, 1943; GUERRA, 1959b), e de calmos riachos, as equipes de trabalho encontraram colinas, bordas de platôs quase escarpadas e rios que, apesar de curtos em extensão, formavam pântanos e dobravam seus caudais nas épocas chuvosas – cenário em parte já descrito por Dodt ([1873] 1939), acima citado, dando conta da morfologia do oeste maranhense.

A rodovia Belém-Brasília foi um marco socioespacial e socioambiental nesta parte da Amazônia, inaugurando um período de transformações cuja leitura faz-se na média e na curta

⁵⁵ Com destaque para os viajantes-cientistas (Cf. MEIRELLES FILHO, 2010).

duração, a par das dinâmicas da fronteira de recursos contemporânea, que teve na rodovia um de seus principais indutores.

Optou-se, para a instalação da grande artéria viária, pelo divisor de água (interflúvio) do Brasil Central, o que alterou o trajeto inicialmente pensado no Plano Nacional de Transportes de 1947, que indicava o vale do Tocantins e a adoção de um modelo de circulação rodofluvial que remontava ao século XIX (VALVERDE; DIAS, 1967).

Assim, por disposição da lei nº. 2.975, de 27/11/1965, passou a vigorar a orientação do projeto para o interflúvio Tocantins-Araguaia (CARVALHO, 1962), seguindo depois pelos interflúvios Tocantins-Gurupi, Capim-Gurupi, Capim-Guamá, e do Guamá com os rios que desaguam no litoral nordeste do Pará (Mapa 25).

De acordo com Valverde e Dias (1967, p. 326-328),

À lei [nº 2.975, de 27/11/1965] que determinava a transferência da Capital do país para o Planalto Central foi vinculada a construção de uma rede de rodovias que ligariam a sede do governo às metrópoles e regiões da República: a Brasília-Rio de Janeiro (mais tarde chamada Rodovia Juscelino Kubistchek), Brasília-São Paulo (via Anhanguera), Brasília-Livramento, Brasília-Fortaleza, Brasília-Acre e a Belém-Brasília. Tal resolução, tão audaciosa quanto a própria mudança da Capital, era a única maneira de consolidar definitivamente sua localização no planalto. [...] Pela primeira vez, resolvia-se oficialmente pôr de lado a ligação rodo-fluvial, confiando-se totalmente à rodovia a vinculação interior de Belém [e da Amazônia] com o resto do Brasil.

O objetivo de implantação destas rodovias era, portanto, estratégico, geopolítico e de cunho desenvolvimentista,⁵⁶ o que reconfigurou a organização territorial e a dinâmica de fluxos no país (HUERTAS, 2009), em particular das regiões mais periféricas no cenário nacional: o Nordeste setentrional e ocidental, o Brasil Central e a Amazônia, criando novos circuitos econômicos e urbanos no contexto de uma típica fronteira de recursos (BECKER, 1977, 1978; RODRIGUES, 1978; HÉBETTE; ACEVEDO MARIN, 1979; MATZNETTER, 1981); e, também, novos sistemas ambientais (SALATI, 1986; FERREIRA; SALATI, 2005).

Em 1958 foi criada, pelo Decreto nº. 43.710, de 15/05, a Comissão Executiva da Rodovia Belém-Brasília (Rodobrás), uma autarquia federal subordinada à SPEVEA. Com atraso de alguns meses ela sacramentou os preparativos de abertura desta rodovia, que já estavam em pleno andamento (BARRETO, 1965).

⁵⁶ Nos modelos espaciais projetados nas políticas de planejamento regional do Governo Federal para a Amazônia, a Belém-Brasília se enquadra como um “eixo de desenvolvimento”, predominante na visão dos planejadores durante as décadas de 1950 e 1960 (Cf. MONTEIRO; COELHO, 2004).

Mapa 25 – Planta original da Rodovia Belém-Brasília, indicando-se as frentes de serviço pioneiras.

Fonte: Bouhid (1960).

O início das obras, também em 1958, representou um atraso de mais de dez anos em relação ao PNV de 1947, devido a restrições políticas, técnicas e orçamentárias. Em poucos meses as equipes de serviço como um todo já contavam com mais de 4 mil pessoas (BOUHID, 1960). A execução da obra viria a se concretizar junto com a transferência da capital federal do Rio de Janeiro para Brasília, no Plano de Metas (1956-1961) do Governo de Juscelino Kubistchek.

A partir de então teve início a chamada fase de “perturbação ativa” sobre os sistemas morfogenéticos, que inclui não somente as obras civis rodoviárias, mas todo o conjunto de atividades agropecuárias extensivas que se seguiram após 1960, sob o aparato institucional e de capital pelo Governo Federal.

O poder técnico de intervenção no meio bio-físico por meio das motoniveladoras, das retroescavadeiras e dos tratores sobrepujou, imensamente, o das enxadas, dos terçados, das foices e do fogo, que eram os meios que os colonos dispunham para alterar a paisagem.

6.2.2 Alterações na morfologia e no sistema morfogenético

Na sua primeira etapa, a da estrada “pioneira”, a Belém-Brasília foi aberta entre a primeira metade do ano de 1958 e os últimos meses de 1959, atravessando, conforme dito antes, espaços em processo incipiente de ocupação por colonos. As equipes de trabalho foram divididas em três frentes de serviço (BOUHID, 1960), o que deu origem, posteriormente, a quatro distritos (Mapa 25):

- Primeira frente, com base em Belém – PA, cobrindo uma extensão de 338 km entre o rio Guamá e o rio Itinga, cruzando o rio Gurupi na divisa Pará/Maranhão;
- Segunda frente, com base em Imperatriz – MA, que seguia por 128 km até o rio Tocantins, na então divisão Maranhão/Goiás (atualmente MA/TO);
- Terceira frente, com duas bases, Brasília e Goiânia, constituindo a frente mais extensa, com aproximadamente 683 km.

No final de janeiro de 1960 a famosa Caravana de Integração Nacional pôde percorrer a estrada pioneira, considerando-a, nas palavras de Bouhid (1960, p.26-27), em condições de “tráfego satisfatório” – seja lá o que isso represente como discurso ufanista por parte dos políticos, planejadores e engenheiros envolvidos no empreendimento, pois só os veículos com tração 4x4 podiam trafegar.

A primeira frente, posicionando-se entre as “regiões” de Belém e Imperatriz, do vale do rio Guamá ao vale do rio Tocantins, percorreu uma parte do *core* e a borda do trópico úmido amazônico, finalizando no espaço de transição para o trópico sub-úmido, a Pré-Amazônia Maranhense, onde foi estabelecida a segunda frente. A terceira atravessou, propriamente, o trópico sub-úmido do Brasil Central, ou seja, o domínio dos cerrados, cuja vegetação aberta e menos densa das savanas e a topografia geral mais suave dos chapadões ofereceu, segundo Bouhid (1960), condições de serviço favoráveis e, além disso, já existiam 612 km de estradas preexistentes que foram aproveitadas no projeto.

O contrário aconteceu nas outras frentes, sobretudo a primeira, onde as equipes tiveram mais dificuldade de avançar com os trabalhos:

Esta frente de serviço [...] foi a que apresentou maiores dificuldades a vencer, visto como se desenvolve em zona de floresta equatorial típica, densa e luxuriante, apresentando numerosas travessias de cursos d’água, se bem que de vãos médios, e quanto às características do terreno, contrariando as expectativas gerais, oferece forte agressividade, o que viria a impor ao projeto condições técnicas configuradas para estradas em regiões onduladas e mesmo montanhosas (BOUHID, 1960, p. 20).

Na hileia as condições naturais dificultavam o serviço das equipes. Topógrafos e “mateiros” faziam o trabalho inicial de demarcar, no interior da floresta, trilhas, nas quais seguiam, posteriormente, os “desbravadores” (Fig. 49-50) e veículos com pás mecânicas. As equipes tiveram o apoio da Força Aérea Brasileira (FAB) (BOUHID, 1960; BARRETO, 1965; VALVERDE; DIAS, 1967).

As transformações na natureza, na paisagem e no relevo foram rápidas, numa fase de perturbação ativa que se prolongou de 1958 a 1974, quando a rodovia foi, mais de uma década após sua abertura, asfaltada, e teve seu trajeto definido (RODRIGUES, 1978).

Em termos de conjuntura, essa fase se insere no período mais acelerado de mudanças socioambientais e socioeconômicas nos espaços que Veríssimo et al. (1992) chamaram de “velha fronteira”, formada entre os anos 1950 e 1980, a qual abrange a maior parte da Amazônia oriental.

Barreto (1965), poucos anos depois da Caravana de Integração Nacional, de 1960, afirmava que a alcunha “Estrada das Onças”, ou “Estrada das Cutias” (CARVALHO, 1962) não se aplicava à realidade de devastação no trajeto da rodovia e nas imediações dela, antes florestados. Valverde e Dias (1967) descrevem cenário semelhante, com desmatamento em

ambas as margens da rodovia, adentrando alguns quilômetros e se alternado com fragmentos de mata nativa.

O relevo sentia o impacto das ações antrópicas em três direções, complementares entre si: o das intervenções técnicas associadas às obras civis rodoviárias; o do desmatamento da superfície no entorno da rodovia para a agropecuária e outros usos da terra; e, como consequência destas ações, ocorriam alterações de padrões morfogenéticos e morfodinâmicos. O segundo aspecto será tratado no próximo capítulo da tese.

Na etapa “pioneira”, de 1958 a 1960, o conjunto de intervenções para a abertura da rodovia pode ser sintetizado do seguinte modo:

- Queima e derrubada da mata, aliando força manual e mecânica (tratores) para “limpar” o terreno e abrir o “picadão”, alargado lateralmente para garantir a faixa onde seria instalada a pista definitiva (Fig. 57);
- Construção de pontes provisórias de madeira para atravessar os cursos d’água, em associação com aterros, impondo os primeiros impactos aos rios e áreas inundáveis;
- Nivelamento do terreno para a instalação da pista “pioneira”, com escavações abaixo do nível do solo (a técnica de “caixão”) e aterros (Fig. 56-57), além da abertura de “caixas de empréstimo” para retirada de material usado nas obras civis;

O solo e as vertentes, protegidos pela vegetação, começaram a ser expostos às intempéries numa dimensão maior que na ação dos colonos, que era, basicamente, pontual.

A devastação da floresta é, na Amazônia, o elemento-chave para o entendimento de alterações morfogenéticas, inseridas num espectro mais amplo de processos ecológicos em áreas fortemente antropizadas (DICKSON, 1987; FEARNSTIDE, 1987, 2005; SALATI, 1986; FERREIRA; SALATI, 2005). O equilíbrio morfogenético em meio tropical úmido, que tem na cobertura florestal o seu ponto central, rompe-se após o desmatamento, expondo o solo, o regolito e as vertentes a processos erosivos enérgicos e ao aumento do intemperismo químico (TRICART, 1977; CASSETTI, 1991, 2005).

Assim, a fase de perturbação ativa é marcada pelos processos mais agressivos, que conduzem os sistemas morfogenéticos a um novo equilíbrio, no geral mais instável que o original. No Corredor Norte da Belém-Brasília, pode-se considerar que esta fase se estendeu do ano de 1958, quando teve início a abertura da estrada pioneira, a 1974, com a conclusão das obras de retificação do traçado da rodovia e seu asfaltamento (RODRIGUES, 1978).

O traçado da rodovia e o conjunto de cortes e aterros permitem datar as épocas de intervenção mais direta no meio bio-físico, o qual já se encontrava, nas duas últimas épocas, bastante antropizado:

- Abertura da estrada “pioneira” pela Rodobrás, entre 1958 e 1960, originando os cortes e aterros da primeira geração, hoje mais afastados em relação à pista;
- Construção da “estrada de primeira classe” (Fig. 54-55) já a partir de 1960 e que prosseguiu com uma série de melhorias até 1971, surgindo os cortes e aterros da segunda geração, tão numerosos quanto os da época anterior;
- Asfaltamento da rodovia e mudanças parciais do trajeto de 1972 a 1974, executadas pelo Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER), atual DNIT, surgindo a terceira, última e menos numerosa geração de cortes e aterros relacionada à fase de perturbação ativa.

Figuras 52 e 53 – A pista “pioneira” da Belém-Brasília em 1960, ainda ladeada pela mata nativa. À direita (Fig. 52), é possível observar que as obras civis para a abertura da pista expuseram o solo no topo de um platô, pela escavação abaixo do nível do terreno (A). Na lateral, a faixa “limpa” (B), sem vegetação, foi destinada para instalação da pista de “primeira classe”. À esquerda (Fig. 53), outra situação morfológica com a qual se depararam as equipes de serviço: uma vertente com declive expressivo. Na transição vertente/topo e no topo observa-se um corte (C), e na base da vertente, um aterro (D), construído para nivelar o terreno junto a um fundo de vale. Tendo o homem da foto (E) como referência, estima-se que o desnível topo/talvegue seja próximo de 30 m.

Fonte: Manchete (1960).

Figura 54 – A estrada de “primeira classe” da Belém-Brasília, à esquerda, e a “pioneira” (indicada pela seta), à direita, ano de 1965. No primeiro plano um corte baixo (base e topo indicados pela linha pontilhada) expõe um perfil de laterita matura, com erosão formando um depósito de tálus (T), provavelmente de blocos desprendidos por efeito de desagregação superficial e gravidade. Ao fundo, superfície aplainada de um platô residual.

Fonte: Barreto (1965).

Figura 55 – Trecho de corte/aterro da Belém-Brasília, onde se vê o deslocamento da boiada rumo à área de “invernadas” de Paragominas, caracterizada como zona propícia para criação de gado de corte por conta do clima e de pastagens plantadas que, pelo menos nos primeiros anos, mostram-se em boas condições. No cenário de forte alteração da paisagem nativa, é possível observar as formas de um georrelievo antrópico.

Fonte: Petey e Barcellos (1968).

Barreto (1965, p. 39), com o sugestivo título de “Passando a estrada a limpo”, fez uma síntese das intervenções realizadas após a época de abertura da estrada “pioneira”:

Hoje, por toda parte há “duas” Belém-Brasília, que se emparelham, se cruzam, se substituem. Uma, o trecho original, a “estrada pioneira”, como é chamada, aberta toda em nível inferior ao do terreno, o que a transforma, na época das chuvas, em leito natural das águas. Outra, a diretriz definitiva, a “estrada de primeira classe”, com o “grade” [eixo longitudinal nivelado] sensivelmente mais elevado, com uma plataforma de 14 metros de largura, muito bem escascalhada e compactada, e com uma faixa de domínio de 80 metros. Para sua construção acima do nível do terreno, é necessário dispor de muita terra, obtida pela escavação de longas faixas próximas à estrada: são as chamadas “caixas de empréstimo”.

Até janeiro de 1960, nos 630 km de estrada dentro da hileia haviam sido utilizados, em obras de terraplenagem, aproximadamente 11,3 milhões de m³ de terra, e mais 1,2 milhão para revestimento (BOUHID, 1960).

As feições em corte e aterro, típicas da seção transversal de uma estrada, deram o tom maior da alteração da morfologia original, caracterizando-se como formas de georrelevo antrópico resultante de efeitos diretos (Fig. 55-56).

Ao longo da primeira década de existência da estrada, ambos foram intensamente atingidos por processos erosivos desencadeados pelas chuvas e pelos rios (Fig. 55), o que exigia constantes obras de reparo. À quantidade de terra mobilizada por ação direta das obras civis e, também, do desmatamento generalizado para a agropecuária a partir das margens da Belém-Brasília, soma-se uma quantidade inimaginável de sedimentos que foram erodidos e transportados pelas águas, indo assorear a drenagem ou depositando-se sobre a superfície, como efeitos indiretos nas intervenções antrópicas.

Os resultados da fase de perturbação ativa dão a ideia de conjunto para as alterações nos sistemas morfogenéticos, produzidas tanto por efeitos diretos como indiretos das intervenções técnicas relacionadas com a abertura da estrada, e que são as mesmas válidas para a leitura da fase de pós-perturbação (Fig. 57, Quadro 15).

Formas erosivas e deposicionais produzidas por efeitos indiretos ocorrem por toda a área de estudo, seja em superfície, seja nos cortes ou na drenagem, especialmente porque, sem a floresta, o solo e as vertentes ficam desprotegidos. Os efeitos dos fatores biogênicos têm, igualmente, destaque, por causa das aceleradas taxas de reprodução biológica do trópico úmido. Será dada mais ênfase aos processos na fase de pós-perturbação, a seguir, tendo em vista que a identificação e interpretação deles foram feitas por meio de observação, o que remete à paisagem real do presente.

Figura 56 – Perfil longitudinal da Belém-Brasília na área de estudo.

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 57 – Esquema paisagístico de distribuição da litologia, formas e feições de relevo e alguns indicativos de processos, tomados em perspectiva para o sul a partir da “caixa de empréstimo” do corte 06. Observa-se, nas várias formas, as diferenças das morfologias de alteração (cortes, taludes, depósitos de tálus e aluviões, aterros e estradas) em relação às originais (topos de platô, colinas, vertentes, talvegues e fundos de vale).

Nota: a localização aproximada do esquema é indicada no Mapa 22.

Fonte: elaborado pelo autor. Foto: Estêvão J. S. Barbosa, dez. 2014.

EFEITOS DIRETOS				
Formas – processo principal e manifestação espacial				
Escavação Pontual	Escavação linear	Erosão linear	Deposição linear Escavação linear	Deposição pontual
a. Cortes de estrada b. Terraços c. Marcas de escavação d. Formas cavernosas e. Cavas de mineração f. “Torres”	a. Canaletas e valetas (sarjetas) b. Vias de tráfego	a. Voçorocas, sulcos e ravinas	a. Plataforma da estrada	a. Aterros b. Montículos de depósitos tecnogênicos
Descrição de processos				
a, b. Para o nivelamento da superfície c, d. Geradas por veículos dotados de pás mecânicas ou com uso de ferramentas (manual) d, e, f. Por efeito de empréstimo de terras	a. Estabelecimento de microdrenagem b. Para o nivelamento da superfície	a. Como efeito de escoamento concentrado a partir dos elementos de microdrenagem	a. Construção de plataforma acima (deposição) ou abaixo do nível do terreno (escavação – raspagem)	a. Deposição superior à altura média da plataforma b. Deposição de lixo e detritos, remoção de sedimentos e material de empréstimo
EFEITOS INDIRETOS				
Formas – processo principal e manifestação espacial				
Escavação pontual	Erosão pontual	Erosão linear	Deposição linear	Deposição pontual
a. Canais de raízes b. Túneis de animais c. Descamação d. Formas cavernosas	a. Erosão de plataformas e aterros b. Recuo lateral de taludes c. Cornijas d. Terraços	a. Voçorocas, sulcos e ravinas b. Formas cavernosas	a. Drenagens assoreadas	a. Depósitos de talus e blocos b. Bancos e bacias aluvionares
Descrição de processos				
a, b, c, d. Efeito biogênico a, b, c. <i>Piping</i> (dutos) d. Geradas por vegetais que se desprendem do solo ou subsolo	a. Por efeito das águas pluviais e/ou fluviais b, c, d. Devido a erosão diferencial b. Também por fluxo vertical de águas	a. Seguindo o fluxo da água em zonas de fraqueza, marcas de escavação, túneis de raízes e fluxo vertical de água b. Geralmente por efeito de intemperismo químico associado ao físico	a. Por transporte de sedimentos inconsolidados pelas águas ou erosão de aterros e plataformas	a. Gerados por solapamento de blocos, transporte em fluxo vertical de água, escorregamento e/ou empastilhamento (desagregação superficial) b. Depositados pelas águas em lençol (superfície)

Quadro 15 – Síntese e formas e processos do georrelievo antrópico no Corredor Norte da Belém-Brasília, a partir dos fenômenos geomórficos relacionados com a abertura da estrada.

Fonte: elaborado pelo autor.

6.3 Fase de pós-perturbação (a partir de 1974)

Na fase de pós-perturbação os processos mais agressivos sobre as formas de relevo e sua dinâmica já cessaram ou perderam intensidade, de modo que o sistema morfogenético, adaptado à funcionalidade do ambiente como um todo, encontra um novo estado de equilíbrio.

No Corredor Norte da Belém-Brasília esta fase corresponde ao presente, uma vez que toda a área encontra-se, há décadas, fortemente antropizada.

O entorno dos cortes mostra que, além da intervenção antrópica relacionada com as obras de abertura, de correção e de manutenção da estrada, eles sofreram e sofrem com o impacto direto e indireto de outras atividades, caracterizadas pela agropecuária e outros tipos de uso da terra nas quais se faz o manejo constante da vegetação e do solo, tais como o reflorestamento. Esta questão será discutida no próximo capítulo.

É na fase de pós-perturbação fase que ocorre, a olhos vistos, a morfodinâmica atual. Trata-se, porém, dos mesmos processos que ocorreram nas duas fases anteriores. Entram em cena, a partir de agora, as descrições, interpretações e correlações estratigráficas, pedológicas e morfológicas dos cortes (Fig. 58-71), trazendo os materiais do relevo e as morfologias de alteração para o foco da análise.

Os processos morfodinâmicos são, fundamentalmente, complexos, pela combinação de dois ou mais processos elementares, em que se associam, na curta duração, os elementos geocológicos e os sociorreprodutores.

As feições e formas de escavação, com destaque particular para as que resultam da remoção de horizontes lateríticos concrecionários originam-se de efeitos diretos, mediados por intervenções técnicas. As demais – recuo lateral associado com pacotes argilosos, queda e rolamento de blocos, processos de lixiviação e intemperismo por efeito biogênico –, apesar de desencadeadas por aquelas intervenções, resultam mais de efeitos indiretos, à medida que novas “frentes” de intemperização foram criadas, e alteraram-se os padrões de erosão, de transporte e de deposição de sedimentos em superfície e nos canais.

6.3.1 Feições e formas de escavação

Conforme Hooke (2009), as escavações são um processo diferente das erosões, devido à natureza exclusivamente artificial das primeiras. É o processo mais importante colocado na gênese dos cortes, visando a rebaixar cotas topográficas para o nivelamento, em rampas, do perfil longitudinal da estrada (Fig. 56). Sarjetas também são resultantes de cortes chanfrados para criação de valas laterais. Outra forma recorrente de escavação é a raspagem de terras, muito praticada na abertura da estrada pioneira, ou de vicinais. Nestas operações rodoviárias são utilizados tipos de veículos com pás mecânicas, incluindo *dozers*, retroescavadeiras, motoniveladoras, dentre outros (SENCO, 1980). Não se descarta o uso de força manual, que

pode ser comprovado, pontualmente, pela retirada de material em pequena quantidade para uso imediato na construção civil e outros fins.

A partir da década de 1970, com o final da fase de perturbação ativa, a frequência de escavações deve ter diminuído bastante na via principal (estrada de “primeira classe”), com a estabilização/redução dos processos erosivos mais agressivos, demandando, por isso, menos obras de manutenção; e com o reparo definitivo daquele perfil ou eixo no que diz respeito, sobretudo, às declividades.

Figura 58 – Corte 02, feito na vertente de um platô bauxítico-laterítico, o que leva à exposição da crosta laterítica degradada (laterita brechóide) e seu perfil, marcado por um Plintossolo Pétrico. Na parte intermediária do corte observa-se o horizonte laterítico bauxítico. Marcas de escavação oblíquas e pontuais/verticais aparecem em profusão, revelando a escavação pretérita que rebaixou o terreno, neste local, em mais de 3 metros para a instalação da rodovia. Exemplo de corte estável no que diz respeito a processos erosivos (morfodinâmica), o que se deve à maior resistência da crosta laterítica (brechóide e bauxítica) às intempéries, mesmo quando exposta.

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 59 – Corte 03 mostrando, num topo de platô, um perfil de Latossolo Amarelo concrecionário, elaborado na Argila de Belterra. O horizonte laterítico brechóide é pouco espesso (< 30 cm). Nota-se uma descamação pontual por efeito biogênico. Este é outro exemplo de corte com morfodinâmica estável, associado a uma crosta laterítica (psolítica) relativamente pouco intemperizada. Município de Paragominas, margem direita da Belém-Brasília.

Fonte: elaborado pelo autor.

As escavações deixam marcas com disposição oblíqua, horizontal, semi-horizontal ou ainda vertical (Fig. 58, 60, 61, 66 e 67), resultado da abertura ou alargamento de cortes, raspagens da cobertura e empréstimos de terra. Muitas vezes essas marcas, afastadas umas das outras a intervalos regulares, assemelham-se a estratificações planas e cruzadas (Fig. 62, 70 e 71). Além da alteração na morfologia, o grande impacto das escavações está na concentração do fluxo da água das chuvas em superfície e ao longo dos taludes de corte, criando sulcos, ravinas e depressões coletoras de água (Fig. 64 e 66).

6.3.2 Recuo lateral associado com pacotes argilosos

O recuo lateral dos cortes associado com pacotes argilosos é um típico processo de erosão diferenciada ligada a intemperismo químico e desagregação superficial. Ocorre, com

muita frequência, no topo do horizonte laterítico argiloso, caracterizado por argilas fortemente desestruturadas (COSTA, 1991); nos argilitos bioturbados e/ou laminados da Formação Ipixuna; e, também, nos saprólitos derivados de lateritas maduras, sobretudo os fortemente desferrificados (KOTSHOUBEY et al, 2005). Todos esses horizontes possuem um elevado teor de caulinita, mineral bastante suscetível ao intemperismo por efeito de hidrólise, de contração e de expansão diferencial.

Com a exposição às intempéries, a caulinita reage com água da chuva, quente e ácida por se tratar de um ambiente tropical úmido (BÜDEL, [1977] 1982), portanto, com forte poder de corrosão; e com a temperatura do ar. Ocorre, em parte, liberação de material em solução. E, por efeito de contração/expansão em estruturas laminares, liberam-se fragmentos centimétricos que lembram pastilhas (Fig. 68), daí o uso da expressão “empastilhamento” (CARVALHO, 1991; RODRIGUES; LOPES, 1998).

Figura 60 – Corte 06, com exposição de bauxita colunar entremeada a bolsões argilosos de cor amarelada formados por bauxita desferrificada, rica em caulinita. Esta última é altamente suscetível ao intemperismo químico-físico, propiciada pela forte presença da caulinita, pelo escoamento vertical da água e pela descontinuidade litológica dos dois tipos de bauxita. No topo encontra-se a cobertura argilo-arenosa típica dos platôs. Município de Ipixuna do Pará, caixa de empréstimo pela margem esquerda da Belém-Brasília (perfil interno do corte). Trata-se do mesmo corte da Figura 61.

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 61 – Corte 05, expondo parte da Cobertura Laterítica Matura em posição topográfica de topo/vertente. Destaca-se o horizonte argiloso bem marcado por erosão no limite com o horizonte bauxítico, para o qual grada através de um pacote de argilas fortemente desestruturadas. Observam-se marcas de escavação horizontais, e erosão em duto (*piping*) induzida por raízes. O topo é caracterizado por uma cornija laterítica (crosta), resultante de erosão diferenciada. Município de Ipixuna do Pará, margem direita da Belém-Brasília.

Fonte: elaborado pelo autor.

Figuras 62 e 63 – Corte 08 (acima) e 09 (abaixo), com exposição de horizonte laterítico bauxítico fortemente desferrificado, sobreposto ao horizonte bauxítico de padrão reticular ou esquelético, posição de topo ou topo/vertente. Surgem, no talude, formas cavernosas. Município de Ipixuna do Pará, margem esquerda (Corte 08) e direita (Corte 09) da Belém-Brasília.

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 64 – Corte 11, com a Cobertura Laterítica Matura completamente exposta, sobreposta às camadas da Formação Ipixuna. O pacote laterítico, no local, encontra-se ligeiramente dobrado como efeito de esforço transpressivo. Talude ligeiramente inclinado e seccionado por marcas verticais de escavação, o que favoreceu um fluxo concentrado de água em sulcos e ravinas, erodindo o arenito. No topo do corte, que seccionou uma colina média, o limite do horizonte bauxítico está mascarado pela vegetação. Município de Ipixuna do Pará, margem esquerda da Belém-Brasília.

Fonte: elaborado pelo autor.

O recuo lateral na base e/ou na parte intermediária dos cortes é a morfologia típica destes processos, alcançando até um metro no sentido horizontal (largura), e mais de um metro verticalmente (altura) (Fig. 60-62, 64-67). É justamente nesses níveis que se encontram, com maior frequência, o horizonte laterítico bauxítico e os afloramentos da Formação Ipixuna, devido à exposição do subsolo.

Figura 65 – Corte 18, com blocos e depósito de tálus na parte intermediária e na base. Exposição de fácies argilosas da Formação Ipixuna, intensamente bioturbadas, com recuo lateral (empastilhamento) no contato entre o argilito bioturbado e o horizonte laterítico pálido/transicional. O argilito maciço branco, à direita (embaixo), sustenta uma feição mais ressaltada, menos suscetível a recuo lateral por intemperismo químico-físico, embora sujeito à fragmentação por escoamento superficial das águas das chuvas. Município de Ipixuna do Pará, margem esquerda da Belém-Brasília.

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 66 – Corte 32, com destaque para o padrão erosivo típico dos arenitos, marcado por formas de blocos solapados e escoamento concentrado em sulcos e ravinas, seguindo fissuras. O corte apresenta boas exposições dos sedimentos da Formação Ipixuna na parte intermediária e inferior. Município de Ipixuna do Pará, margem direita da Belém-Brasília. Observa-se, ainda, que a vegetação é outro fator que desencadeia processos erosivos, alojando-se em cavidades ao longo do corte.

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 67 – Corte 37, com a Cobertura Laterítica Matura expondo as feições-padrão da zona 5 do domínio setentrional da Província Bauxitífera de Paragominas: bauxita desferificada e de padrão esquelético (ou retificada). Na parte superior do corte, as marcas de escavação oblíquas se misturam a marcas de escavação verticais e formas ligeiramente cavernosas, produto de retirada de material intemperizado. Município de Ipixuna do Pará, margem esquerda da Belém-Brasília.

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 68 – Base do corte 43, com depósito de material empastilhado, desagregado de horizontes argiloso-arenosos laminados da Formação Ipixuna (Ag (p) – Argilito de laminação plano-paralela). Município de Ipixuna do Pará, margem esquerda da Belém-Brasília.

Foto: Estêvão J. S. Barbosa, mar. 2015.

Figura 69 – Recuo de corte de estrada por solapamento de blocos do horizonte laterítico superior (bauxita desferrificada), depositados sobre o depósito de tálus, erodido por sulcos em plena época chuvosa (março de 2015). No topo, a árvore tombada indica a erosão ativa no local. Corte 24, Município de Ipixuna do Pará, margem esquerda da Belém-Brasília.

Foto: Estêvão J. S. Barbosa, mar. 2015.

Com o recuo do talude por erosão diferencial, é comum o solapamento de blocos da parte superior dos cortes, processo este auxiliado por zonas de fraqueza por onde escoam a água das chuvas, o que ocorre mesmo tratando-se de couraças lateríticas mais compactas. Nos topos com horizontes lateríticos mais consistentes, formam-se cornijas (Fig. 61). Os argilitos maciços são os menos suscetíveis ao ataque químico, podendo manter-se como feições mais ressaltadas (Fig. 65), embora sejam muito suscetíveis ao intemperismo físico desencadeado por escoamento (PENTEADO, [1973] 1980).

6.3.3 Queda e rolamento de blocos

A queda e o rolamento de blocos ocorrem por efeito da gravidade, mas não sem a atuação, conforme dito antes, de zonas de fraqueza criadas a partir da escavação/erosão de material da base dos cortes, e linhas de escoamento seguindo marcas de escavação, canais de raízes, falhas e fraturas. Estas zonas induzem ao desprendimento (solapamento) de blocos dos horizontes sedimentares na parte superior e intermediária dos cortes.

Estes blocos possuem uma dimensão variada entre algumas dezenas de centímetros e mais de um metro de diâmetro e comprimento, sendo constituídos por lateritas ou saprólitos, arenitos e argilitos da Formação Ipixuna (Fig. 60, 61, 65 e 66).

São gerados (os blocos) tanto de discontinuidades litológicas isoladas (CARVALHO, 1991; RODRIGUES; LOPES, 1998), sobretudo as lateritas colunares ou em blocos; quanto, e mais comumente, de produtos da fragmentação de horizontes por efeito da gravidade e/ou zonas de fraqueza. Depósitos de tálus estão, em vários locais, relacionados à ocorrência destes blocos, como um material residual de erosão.

O rolamento, em particular, não se deve tanto à morfologia dos cortes, geralmente em taludes abruptos, mas à existência de rampas de tálus que servem de anteparo e pelos quais os blocos escorregam e se depositam (Fig. 65 e 69).

A fragmentação de horizontes é comum na morfodinâmica em arenitos, pois, devido à alta porosidade e permeabilidade deles, a erosão atua por meio de fissuras que desagregam os materiais em blocos (PENTEADO, [1973] 1980). Nos horizontes lateríticos o processo deve-se à existência de bauxita ferruginosa, mais consistente, misturadas a bolsões argilosos, essencialmente caulíníticos (COSTA, 1991) e fortemente desferrificados (KOTSCHOUBEY et al., 2005), nos quais o intemperismo atua de modo mais intenso, gerando a fragmentação em blocos (Fig. 61).

6.3.4 Remoção de horizontes concrecionários

A remoção de horizontes lateríticos concrecionários é um processo específico de escavação do terreno, que exige maior energia e tempo, ao contrário dos materiais mais tenros, que são facilmente removidos. Aqueles horizontes incluem couraças ferruginosas e aluminosas degradadas e lateritos alóctones, que apresentam elevado grau de dureza devido à matriz ou ao cimento que agregam concreções (nódulos e/ou (pseudo)fragmentos erodidos). Correspondem aos horizontes compactos que Tricart e Cailleux ([1965] 1972) distinguem em relação aos regolitos friáveis.

As águas das chuvas, atuando sobre a superfície após desmatamento, retiram pouco deste material concrecionário, associado a Plintossolos, e, raramente, ocasionam a formação de sulcos e de ravinas.

Sob intervenção antrópica, estes horizontes podem ser removidos com certo grau de dificuldade, por meio de explosões utilizando dinamite, uma técnica auxiliar à passagem de veículos do tipo *dozer*, ou de retroescavadeiras (SENCO, 1980). O material obtido na faixa de

domínio da rodovia é aproveitado, tal como outros produtos terrígenos arenosos ou argilosos, na construção de aterros visando à manutenção da plataforma da estrada.

6.3.5 Lixiviação

O fluxo das águas das chuvas sobre a superfície desmatada tem provocado múltiplos fenômenos de erosão na Amazônia (FEARNSIDE, 1980), onde elas são abundantes e têm seu papel morfogenético e morfodinâmico potencializado com a retirada da cobertura florestal. Ao longo dos taludes de corte, principalmente os que apresentam alguma inclinação, mesmo que ligeira, e marcas verticais de escavação, a concentração do fluxo origina sulcos e ravinas (Fig. 60, 64 e 66), podendo evoluir, em superfície, para voçorocas.

Na borda superior dos cortes é comum a retirada de materiais pelas águas, decerto com alguma contribuição de outros fatores de intemperismo físico, originando bordas festonadas. Ainda na porção superior, a lixiviação provoca a erosão dos latossolos, os quais podem ser total ou parcialmente removidos, expondo ou aproximando à superfície o horizonte laterítico subjacente, geralmente concrecionário.

Contudo, deve-se registrar que a remoção dos latossolos também é feita por meio de raspagens de terra, seja nas obras rodoviárias, seja nas atividades agropecuárias e outras que demandam a “limpeza” do terreno, a exemplo do reflorestamento e de instalações prediais, cercas e linhas de transmissão de energia elétrica.

Em alguns pontos, nos cortes, a passagem vertical da água da chuva, ou de águas servidas do interior de fazendas e outras propriedades, assemelhando-se a cachoeiras, forma recuos laterais de alto a baixo dos perfis, dada a intensidade do fluxo (Fig. 70-71).

6.3.6 Intemperismo por efeito biogênico

Por se tratar de ambientes tropicais quentes, úmidos e biodiversos, o intemperismo de origem biogênica é generalizado na Amazônia. Apesar de resultar em efeitos pontuais, ele complementa os demais processos químicos e/ou físicos de intemperismo. Ao longo da rodovia Belém-Brasília, todos os cortes de estrada contêm algum tipo de efeito biogênico, com a atuação de raízes que formam canais (dutos) para o escoamento das águas, o que causa erosão interna (*piping*); térmitas construídas por cupins, os quais, em termos de erosão, têm pouca importância, retirando material muito superficialmente; formigueiros, mais comuns na base dos cortes; musgos, líquens e vegetais de porte variado que se fixam ao substrato e,

sendo mortos ou arrancados, levam consigo material terrígeno, originando formas cavernosas ou de descamação (Fig. 59, 62 e 66). Nas épocas pretéritas também foi comum o efeito biogênico, atestado na atualidade por indícios de paleossolos e estruturas de bioturbação que podem influenciar os processos erosivos atuais.

Figuras 70 e 71 – Erosão vertical dos cortes 25 (à esquerda) e 37 (à direita) relacionada com fluxo de água desde a superfície mais acima. Nos dois casos, o processo intensifica o recuo lateral no horizonte inferior. No corte 25, o pacote laterítico bauxítico, na parte superior, sofreu solapamento. Pode-se inferir, nas duas situações, o uso da terra, caracterizado por uma estrada vicinal e uma fazenda, respectivamente. Município de Ipixuna do Pará, margem direita da Belém-Brasília.

Fotos: Estêvão J. S. Barbosa, set. 2014 (Fig. 70) e mar. 2015 (Fig. 71).

6.4 Sentido (geo)morfológico e morfogenético dos cortes de estrada e aterros

A construção de numerosos cortes e aterros para a abertura e, posteriormente, para a retificação da Belém-Brasília objetivou amenizar os problemas de declividade ao longo da rodovia em seu trecho norte, que corresponde, em parte, a áreas com relevo mediana ou fortemente dissecado. No sentido morfológico, o estabelecimento de um georrelevo antrópico teve como resultado imediato (intervenção técnica direta) ou mediato (erosões e deposições subsequentes) a maior diversificação de formas e feições (Fig. 56-57).

Foram identificados na área de estudo, que se estende por 43 km entre os arredores da cidade de Ipixuna do Pará e os arredores do cruzamento da BR-010 com a PA-125, um total de 49 cortes de estrada com altura igual ou superior aos 2 m, ultrapassando em alguns casos os 10 m (Tab. 5).

Constatou-se neste trecho relativamente curto para a extensão total da rodovia (2 mil km), a expressiva média de 1,4 cortes para cada quilômetro, número que seria maior caso fossem contados, também, os cortes inferiores aos 2 m de altura. A média de aterros obtida de cálculos da planta da Belém-Brasília (HIDROSSERVICE, 1968), e considerando somente aqueles cuja deposição de material terrígeno foi superior à espessura padrão (1-2 m) da plataforma, foi de 1,8/km, assentando-se sobre os cursos d'água e planícies de inundação dos fundos dos vales. Este último aspecto revela, mais uma vez, a morfologia dissecada, neste caso associada com a rede de drenagem.

Tabela 5 – Classificação dos cortes de estrada de acordo com altura, altitude e topografia.

Altura (da base ao topo), em m			Altitude do ponto de referência, em m			Posição na topografia			Ocorrência de erosão		
Classes	Abs.	%	Classes	Abs.	%	Classes	Abs.	%	Tipo	Abs.	%
2 a 4,9	26	53,06	46 a 49,9	1	2,04	Topo	13	26,53	N. significativa	23	46,94
5 a 9,9	20	40,82	50 a 69,9	8	16,33	Topo/vertente	14	28,57	Significativa	26	53,06
10 a 19,9	2	4,08	70 a 99,9	29	59,18	Vertente	22	44,90			
20 a 22	1	2,04	100 a 114	11	22,45						
Total	49	100,00	Total	49	100,00	Total	49	100,00	Total	49	100,00

Fonte: elaborado pelo autor com dados de campo e sensoriamento remoto.

A distância entre os cortes varia de, aproximadamente, de 100 m (cortes 36 e 37) a 4,8 km (cortes 23 e 44). Os intervalos maiores acontecem quando a rodovia atravessa o topo de um platô bauxítico-laterítico, ou um setor rebaixado que, no geral, marca a passagem ou se aproxima de um segmento fluvial de 3ª ordem e/ou confluência de dois ou mais segmentos de 1ª a 3ª ordens. Nestes setores da drenagem existem setores rebaixados com planícies fluviais, que tiveram de ser atravessadas por plataformas em aterros, as quais se elevam, no geral, a mais de 2 m acima do nível de inundação pelos rios (Fig. 72).

Por sua vez, os menores intervalos ocorrem nos setores dissecados em colinas médias e nas bordas de platôs, onde as vertentes apresentam declives mais acentuados (Fig. 73-75). Na ausência de uma drenagem perene, as “grotas” são elementos importantes da dissecação do terreno, pois funcionam como canais de escoamento das águas pluviais, formando fundos de vales com incisões que podem ultrapassar os 30 m.

Figura 72 – Seção de corte/aterro da Belém-Brasília, ligando as elevações onde se encontram os cortes 13 e 14. Rebaixamento da cota topográfica em cerca de 7 m no corte; e elevação em mais de 3 m acima da planície de inundação no aterro, cruzando o afluente 1 do rio Candiru-Açú. É possível notar a rodovia atravessando diferentes padrões de formas semelhantes: a planície de inundação, um setor rebaixado modelado em colinas baixas, e uma colina média. Município de Ipixuna do Pará.

Foto: Estêvão J. S. Barbosa, mar. 2015.

Figuras 73 e 74 – Dois exemplos de morfologia antropogênica associada com a rodovia Belém-Brasília, examinada em seção transversal. O corte 04 (Fig. 73), apesar de simétrico, contém em seu interior diversos níveis de plataformas, relacionados com as 3 pistas da rodovia: a “pioneira”, a de “primeira classe”, e a instalada nos primeiros anos da década de 1970, quando a Belém-Brasília foi asfaltada. O corte 12 (Fig. 74), ao contrário, é assimétrico, devido à intervenção no baixo setor da vertente. Nos dois casos foi esquematizada a exposição dos diferentes horizontes lateríticos e fácies da Formação Ipixuna.

Foto: Estêvão J. S. Barbosa, mar. 2015.

Figura 75 – Localização de cortes de estrada identificados no eixo longitudinal da rodovia Belém-Brasília e descrições estratigráficas em locais selecionados.

Nota: A= altitude do ponto de referência; (5,1 m) – altura do corte, do topo à base; C37 – identificação do corte; Bx – bauxita, bauxítico.

Fonte: elaborado pelo autor com base em trabalhos de campos e dados de geoprocessamento.

A altura dos cortes, medida da base para o topo, varia de 2 a 25 m, contudo, mais da metade deles apresenta menos de 5 m.

Acima dos 10 m de altura existem apenas 3, ou 6,12% do total (Tab. 5). Este fato mostra que, apesar da expressiva média de cortes (1,4/km), a maior parte não demandou

grandes incisões no solo ou no subsolo (Fig. 75). Além disso, a Belém-Brasília atravessa, no trecho mapeado pela pesquisa, o topo de platôs onde a topografia plana a suave ondulada não precisa de maiores obras civis para o nivelamento do eixo longitudinal da rodovia.

A posição topográfica, ou seja, em relação às principais feições das formas de relevo (topo e vertente) confirma a necessidade de realização de cortes por conta de terrenos com expressivo grau de dissecação, uma vez que 73,47% deles situam-se nas vertentes ou na transição topo/vertente (Tab. 5).

Este aspecto é ressaltado quando se considera a maior concentração de cortes na classe de altitude de 70 a 99,9 m (29 ou 59,18%), que corresponde aos platôs isolados e às colinas médias. São estas, portanto, as morfologias que mais sofreram alteração. Abaixo disso, nos setores mais rebaixados (até 69,9 m), apenas 9 cortes de estrada foram identificados (18,37%). Já a existência de cortes em posição de topo se justifica pela existência de “murundus” e elevações isoladas que dificultaram o nivelamento do perfil longitudinal da estrada, mesmo sobre os platôs residuais.

Talvez por causa deste posicionamento altimétrico, e também, topográfico, não tenham sido observados nos cortes descargas de água subterrânea, o que leva a inferir que eles se situam acima do lençol freático. Este é um aspecto importante, pois tanto as lateritas como a Formação Ipixuna funcionam como áreas de recarga dos aquíferos (GOLDER ASSOCIATES, 2003). Apenas no corte 36, junto a uma voçoroca e próximo a um curso d’água, verificou-se afloramento do lençol freático, originando nascentes.

Um número maior de aterros explica-se, além da presença de uma rede de drenagem densa, seja perene ou intermitente, pela construção de plataformas elevadas interligando elevações e suavizando rampas nos trechos de maior declive.

Não se fez a análise detida dos aterros, porém, não se pode deixar de considerá-los devido à forte associação com os cortes, compondo morfologias antropogênicas mistas de corte/aterro por toda a estrada, tanto no sentido longitudinal (eixo topográfico) como no lateral (seções transversais).

Alguns cortes são formados por um único nível (talude), outros por dois ou até três níveis (Fig. 73-74), comumente esculpidos na forma de terraços. Existem aqueles que surgem em apenas uma margem da estrada, quando se atravessou o setor final da vertente. Nos casos de cortes em ambas as margens, os perfis tendem a ser assimétricos em altura sempre que o eixo da rodovia cortou, de modo transversal, o setor superior e/ou médio da vertente (Fig. 74), com diferença de cota de alguns metros entre os dois lados da estrada.

Nos cortes mais elevados da base ao topo comumente se nota a existência de dois ou mais níveis de taludes, uma prática comum nas obras rodoviárias, fazendo-se o “ataque” frontal do terreno por meio de retroescavadeiras (CARVALHO, 1991), o que explica a existência das marcas de escavação verticais. As marcas oblíquas e as horizontais a semi-horizontais, de outro modo, são produtos de “ataques” de raspagens laterais ou sobre a superfície. Não se pode esquecer que, nos dois casos, a técnica foi auxiliar ao rebaixamento da cota topográfica em relação à pista de “primeira classe”, com a sobreposição do nível da pista mais antiga sobre a mais jovem.

Embora não seja uma regra geral, a ocorrência de processos erosivos possui relação direta com a altura dos cortes, à medida que, aumentando a profundidade das incisões, ocorre com maior frequência a exposição dos minerais primários existentes nos horizontes BC e C do solo, na rocha-mãe e seus saprólitos (Fig. 75), especialmente se eles são ricos em caulinita.

Ainda quanto ao posicionamento altimétrico, é importante observar que na maior parte das exposições da Formação Ipixuna as cotas atingem por volta de 80 m ou menos, o que confirma a associação desta litologia com o relevo rebaixado e modelado em colinas; e, de outro modo, a associação das lateritas maduras mantendo as formas de relevo mais elevadas dos platôs residuais e das colinas médias.

No total de cortes identificados, 23 não apresentam processos ou formas de erosão significativa, e mais da metade, 26, apresentam algum fenômeno de erosão significativa. Esta se caracteriza como uma erosão multiforme, em que atuam processos concomitantes de intemperismo químico, físico e biológico, condicionados, nas mais variadas situações, pela morfologia dos cortes, topografia original, drenagem e características do substrato. Neste último caso tem início um processo de erosão diferenciada ao longo dos cortes (em perfil), que ocorre em taludes constituídos por materiais (solos e rochas) com diferentes resistências ao intemperismo.

7 IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS DO GEORRELEVO ANTRÓPICO: UMA ESTRADA ENTRE O PASSADO E O FUTURO

No presente capítulo faz-se uma leitura mais ampla da problemática da tese, com o objetivo de inseri-la no contexto geral de impactos ambientais no Corredor Norte da rodovia Belém-Brasília. É a via de mão dupla dos impactos ambientais, conforme definido por Coelho (2000). Vai-se reproduzir, mais uma vez, as palavras desta autora:

Impacto ambiental é, portanto, o processo de mudanças sociais e ecológicas causado por perturbações (uma nova ocupação e/ou construção de um objeto novo: uma usina, uma estrada ou uma indústria) no ambiente. Diz respeito ainda à evolução conjunta das condições sociais e ecológicas estimulada pelos impulsos das relações entre forças externas e internas à unidade espacial e ecológica, histórica ou socialmente determinada. É a relação entre sociedade e natureza que se transforma diferencial e dinamicamente (COELHO, 2000, p. 24-25).

Assim, a abertura da rodovia na passagem dos anos 1950-1960 e as transformações que se sucederam desde então ocasionaram uma série de impactos nos sistemas naturais, com interações que afetaram a configuração da paisagem, até então dominada pela floresta; o relevo e seus processos, conforme visto e ainda se verá um pouco mais à frente; os solos; e a drenagem; dentre outros, a exemplo do clima, cujo dinamismo e mudanças em tempos mais recentes não foram discutidos na tese, mas que, provavelmente, sofreram os impactos do desmatamento extensivo da superfície.

O debate que se segue posiciona a estrada entre o passado e o futuro, pois seus tópicos criticam e sugerem modos de intervenção espacial e ambiental relacionados com a estrada, incluindo criação de um geoparque. Podendo suscitar, assim, novos estudos. É o ponto de chegada no qual se vislumbra, já, outras viagens.

7.1 A opção pela reta: inadequação ao terreno

Os planejadores da Belém-Brasília, conforme exposto anteriormente, pouco conheciam o terreno que iam explorar. E a exploração foi baseada, mentalmente, numa paisagem-tipo florestada sobre baixos platôs. A floresta estava lá, sim, mas a ideia de “planura amazônica”, ficou totalmente desacreditada, como disseram Valverde e Dias (1967). Esta parte da imagem foi sendo esquecida na árdua missão de construir, nas vertentes com declives acentuados, rampas que garantissem um mínimo de segurança ao tráfego. A primeira parte, por sua vez,

foi destruída, fazendo desta parte da região uma Amazônia quase sem árvores, que alguns, até, negam ser Amazônia – o que parece ser a negação, ou descuido, quanto à possibilidade de se entender as transformações ambientais e paisagísticas no trópico úmido amazônico.

O esquema clássico de divisão do relevo amazônico tal como consolidado por Moura (1943) foi deixado de lado (Fig. 76). No Corredor Norte da Belém-Brasília, especialmente, foi possível detalhar o que se chamava de “platô terciário”, com suas diferentes formas e materiais (Fig. 77).

Figura 76 – Corte esquemático mostrando as divisões do relevo na zona do Baixo Amazonas de acordo com o esquema morfológico de Pedro de Moura (1943).

Fonte: Moura (1943). Desenho: Mary, 1943.

Figura 77 – Esquema das formas de relevo nos domínios meridional e setentrional da Província Bauxitífera de Paragominas, onde se instalou a maior parte do Corredor Norte da Belém-Brasília.

Fonte: elaborado pelo autor com base em Kostchoubey, Truckenbrodt e Hieronymus (1997).

A Belém-Brasília, assim como as demais rodovias abertas após 1960, trouxeram novas perspectivas de análise do relevo, por meio de expedições no interior dos interflúvios que, até então, eram de difícil acesso; acompanhadas, de outro modo, da expansão do uso de imagens orbitais, a exemplo do que se fez no Projeto Radambrasil.

Na sua quimera geomorfológica (a “planura”), os planejadores decidiram, então, abrir o picadão praticamente como uma vastíssima reta que “rasgou” a hileia, atravessando setores morfológicos e topográficos muito diversificados, com platôs, vertentes de forte declive, colinas e planícies aluviais estreitas, porém sucessivas a intervalos de algumas poucas dezenas de quilômetros, portadoras de rios igualmente estreitos, mas com caudais e profundidades superiores aos de um riacho (Fig. 77).

Figura 78 – Em local não especificado da hileia amazônica, no início dos anos 1960, a estrada pioneira da Belém-Brasília corta transversalmente a vertente, ficando exposta ao fluxo da água. A ocupação está, ainda, bem no início, com o desmatamento recente da superfície e casebres de taipa também localizados na vertente. Ao fundo, observa-se a floresta nativa, e na superfície desmatada, muitos troncos de árvores queimadas. A incisão do eixo da rodovia lembra um “caixão”, o que mostra, claramente, o método de raspagem inicialmente empregado na abertura da estrada pioneira.

Fonte: Pensamento Verde (2013).

A primeira inadequação do projeto foi a opção de abrir a estrada pioneira por meio de raspagens de terra em cota topográfica mais baixa que a do terreno original (Fig. 78-89). O

que se pode explicar, uma vez que a “pioneira” seria, logo em seguida, substituída pela estrada de “primeira classe”, mais definitiva (BARRETO, 1965), porém, ainda com muitos problemas relacionados ao eixo longitudinal, tanto que foram necessárias novas correções de trajeto (RODRIGUES, 1978).

A estrada “pioneira”, na época chuvosa que se estende de dezembro a junho por quase todo o Corredor Norte da Belém-Brasília, tornou-se uma calha coletora das águas pluviais. No jargão da Engenharia Rodoviária, situando-se abaixo do terreno, era uma espécie de “caixão” (SENCO, 1980), e assim sendo, quase sepultou os sonhos de Kubistchek e daqueles que foram para a área viver e produzir. Mas a importância geopolítica e econômica da rodovia, colocada nos imperativos de integração nacional e no fluxo/tráfego crescentes ao longo dela (BOUHID, 1960; VALVERDE; DIAS, 1967; BECKER, 1977) salvaram a Belém-Brasília do pesadelo que ainda hoje é uma realidade na maior parte Transamazônica (Fig. 80). Para salvá-la foi preciso, segundo as palavras de Barreto (1965), passar a “estrada a limpo”.

A opção pela reta, na crítica de Barreto (1965), tornou-se uma “obsessão”, e o engenheiro Bernardo Sayão tratou de concretizá-la a qualquer custo, inclusive o da sua própria vida, ceifada sob um enorme galho enquanto dormia no acampamento de Ligação do Pará. O longo período de alterações de trajeto e eixo (*grade*), que durou por mais de uma década, mostra claramente como aquela opção foi inadequada.

O grande número de cortes e os fenômenos erosivos a eles associados poderia ter sido evitado, pelo menos em parte, com traçados mais curvos que, sem dúvida, tornariam o trajeto mais longo, porém evitariam várias das intervenções que foram demandas posteriormente à implantação da estrada pioneira e mesmo da estrada de “primeira classe”. O “pelo menos em parte” deve-se ao fato de que, em virtude da retirada da cobertura vegetal, rompendo-se o equilíbrio original do meio, impactos de natureza erosiva iriam, inevitavelmente, ocorrer com intensidade e com frequência maiores nos primeiros anos.

Nos setores de colinas médias e platôs isolados é expressivo o número de cortes. Nestes locais os cortes coincidem, na maioria dos casos, com terrenos de dimensão interfluvial pequena (índices 3 e 4), que indicam a maior dissecação do terreno (Mapa 26). Neste sentido, o desconhecimento inicial da topografia impôs um nível de improvisação aos trabalhos de Engenharia, admitindo-se rampas com até 8% (BOUHID, 1960), enquanto o ideal para terrenos ondulados é inferior a 4% (BRASIL, 1973).

Mapa 26 – Delimitação de um trajeto alternativo que poderia ter orientando a abertura da rodovia Belém-Brasília na área de estudo.

Figura 79 – O eixo atual da Belém-Brasília, à esquerda, e a estrada pioneira, à direita, situada em um nível topográfico mais baixo, cerca de 2 a 3 metros. Em alguns locais, a exemplo deste, no Município de Ipixuna do Pará, próximo ao corte 41, a “pioneira” ainda possui funcionalidade, sendo utilizada como caminho dentro das fazendas. Ao fundo (seta), observa-se uma área com reflorestamento no topo do platô bauxítico-laterítico. Margem direita da Belém-Brasília

Foto: Estêvão J. S. Barbosa, mar. 2015.

Figura 80 – A superfície desmatada e colinosa atravessada pela rodovia Transamazônica, atual BR-230, não se parece com a Amazônia tradicional das florestas, planícies e rios, a não ser por um elemento: a água, que escoando pela vertente “cortada” faz da pista, ironicamente, uma via de escoamento. Transformando a rodovia, portanto, em um arremedo de rio onde não afundam barcos; atolam-se os carros na época chuvosa. Ano de 1973.

Fonte: Lombardi ([s/d] 2015).

O corte de vertentes, de modo transversal ou paralelo (Fig. 78), foi feito de maneira pouco criteriosa, dada a orientação do projeto para a reta, daí o grande número de incisões quando os engenheiros se depararam com o relevo dissecado. Fenômenos erosivos surgiram profusamente, uma vez que em vários locais as rampas ultrapassaram os 4% de declividade longitudinal (eixo), enquanto que, já a partir dos 3%, a erosão superficial passa a ser um problema geomorfológico em potencial no trópico úmido amazônico, em razão dos elevados índices pluviométricos (PENTEADO, 1967).

Na atualidade não existe necessidade de mudar o trajeto da rodovia, mesmo porque os devidos reparos já foram realizados e o sistema morfogenético, apesar de alterado, apresenta um certo estado de equilíbrio. Isso não descarta, no entanto, que se possa imaginar um trajeto mais “ideal” para o trecho da Belém-Brasília que atravessa a área de estudo (Mapa 26), o qual poderia ter sido aplicado inicialmente.

Tendo em vista as características do terreno e as implicações geomorfológicas, foram considerados os seguintes fatores:

- Preferência para os terrenos aplainados a suave ondulados dos platôs residuais, que se oferecem como uma opção de terreno mais adequada para instalações rodoviárias por conta do menor potencial à erosão;
- Preferência para os terrenos com baixa dimensão interfluvial (índices 1 e 2), onde o índice de dissecção do terreno é menor, e para aqueles com mais baixas declividades, escolhas que se mostram fundamentais nos setores colinosos;
- Afastamento em, no mínimo, 100 metros em relação aos cursos d’água, evitando-se, também, as encostas com declividades acima de 45%, que constituem Áreas de Preservação Permanente (APPs) de acordo com o Código Florestal em vigor.

O resultado desta opção teria sido uma estrada mais longa, em curvas, que ora se afastam, ora se aproximam da reta que é a Belém-Brasília real (Mapa 26). Afastando-se para leste é clara a escolha pelos platôs residuais, de topos aplainados, que constituem interflúvios entre sub-bacias hidrográficas de 3ª ordem. Para o norte, onde o relevo é, no geral, colinoso, qualquer tentativa de delimitação se torna mais complexa. Haveria a orientação de contornar as colinas médias, cujos cortes alcançam alturas consideráveis, geralmente mais de 8 m, expondo as sequências caulinitizadas das lateritas maduras e da Formação Ipixuna, as quais, uma vez em contato com o ambiente, dão início a vários processos de erosão químico-física que afetam a estabilidades dos taludes.

Obviamente, qualquer delimitação de trajeto precisaria levar com consideração outros fatores da paisagem, numa análise integrada para nortear intervenções mais sustentáveis ambientalmente.

As taxas permitidas de desflorestamento nos topos dos platôs residuais parecem um fator primordial, tendo em vista que eles são áreas de recarga dos aquíferos e, além disso, contêm muitas nascentes de rios (BRANDT MEIO AMBIENTE, 2003). A retirada da vegetação implica menos infiltração e mais escoamento, o que afeta, diretamente, o fluxo de água disponível para a ciclagem hídrica dos mananciais.

A proximidade de alguns cortes com erosão e transporte ativos de sedimentos em relação a cursos d'água é um indicativo deste processo na atualidade (Mapa 27), e em alguns deles foi possível observar este transporte (Fig. 81), com material disperso em rampas e canais que se orientam para o fundo dos talvegues.

Para a drenagem, a opção pela reta foi de grande impacto, na medida em que a rodovia atravessou muitas nascentes e pequenos rios, desorganizando os mananciais. Contando apenas os rios ainda “vivos”, a estrada intercepta, na área de estudo, apenas um segmento fluvial de 3ª ordem; 4 de 2ª ordem; e 13 de 1ª ordem.

O impacto sobre as nascentes de cursos d'água foi intenso. Várias das grotas hoje observadas na área de estudo, e são muitas, podem ter sido no passado pequenos rios, perenes ou intermitentes, que secaram totalmente por efeito do aterro para a construção da plataforma da estrada, e por efeito do desmatamento.

Ao atravessar uma área de drenagem densa, a construção da Belém-Brasília exigiu atenção especial para obras hidráulicas, aterros de planícies, canalização de cursos d'água e instalação de pontes. Nas obras de canalização implantaram-se tubulações com suporte de vazão inferior ao volume escoado nos picos pluviométricos mais intensos, o que, ainda hoje, tem provocado o rompimento da plataforma em alguns locais.

A instalação da rede de microdrenagem faz parte dos trabalhos complementares de terraplenagem em estradas, visando a controlar o fluxo das águas sobre a plataforma e os terrenos adjacentes (SENCO, 1980). Para uma região de elevados índices pluviométricos e densa rede de drenagem como a Amazônia, esta é, ou deveria ser – pois nem sempre é considerada –, uma etapa fundamental da abertura de rodovias. A não realização desta e de outras “obras de arte” relacionadas com a Engenharia Rodoviária deixam de ser feitas, em especial na Amazônia, devido ao caráter improvisado de muitos projetos de estradas.

Mapa 27 – Identificação dos cortes de estrada com erosão significativa.

Figura 81 – Transporte de material caulínítico liberado no corte 19 para a planície de inundação de um rio de baixa hierarquia, indo assorear o vale fluvial. A seta indica a direção de jusante, com nítida erosão em ravina. A morfologia original é de um platô isolado, circundado por baixas colinas. Município de Ipixuna do Pará, margem esquerda da Belém-Brasília.

Foto: Estêvão J. S. Barbosa, mar. 2014.

Para o controle da drenagem são construídas as valetas laterais, drenos subterrâneos, bueiros, manilhas, e são canalizados os rios. As valetas destacam-se por serem obras lineares de grande extensão, acompanhando a estrada, relacionando-se com as demais e geralmente concentrando fluxos de água.

Ao se concentrar esses fluxos, podem surgir fenômenos de erosão em canal, bastante generalizada, escavando a superfície tanto em substratos argilosos como arenosos, sendo mais drástica nestes últimos. Os efeitos conjugados de erosão-deposição em estradas na Amazônia são comuns nas litologias areníticas do Mesozoico, a exemplo da área de estudo, ocasionando sulcos, ravinas e voçorocas nas quais se acumulam parte do material erodido. É por isso que, na projeção e realização de taludes de cortes, deve-se atentar para o tipo de material que vai ser exposto (CARVALHO, 1991).

Foi visto que a erosão diferencial afeta, também, os horizontes argilosos, ocasionando recuos laterais. As porções intermediárias e inferiores dos cortes são as mais atingidas, uma vez que, na parte superior, encontram-se lateritas indistintamente, as quais oferecem maior

resistência às intempéries quando são constituídos por crostas aluminosas e/ou horizontes concrecionários, semelhantes a brechas ou conglomerados.

Marçal e Guerra (2000) realizaram um estudo de voçorocas na cidade de Açailândia – MA, concluindo que a ocorrência de fluxos de água concentrados, nos quais o escoamento é mais acelerado, era a principal causa de erosões, aliada ao desmatamento. Este é o domínio da Formação Itapecuru. Voçorocas ativas, situadas em contextos físico-ambientais semelhantes ao de Açailândia têm sido vistas na zona rural de Dom Eliseu – PA (trabalho de campo, jul. 2014), às margens da Belém-Brasília, e na zona urbana de Rondon do Pará (O GLOBO, 19 jan. 2015). Também em Açailândia, houve uma erosão parcial da plataforma da Belém-Brasília, ocasionada pelo rompimento de uma tubulação no "inverno" (período chuvoso) de 2014 (O GLOBO, 17 fev. 2014)

Conclusões semelhantes às de Marçal e Guerra (2000) foram obtidas por Vieira (2008), Carvalho e Molinari (2014), Albuquerque e Vieira (2014) em estudos na cidade de Manaus – AM, nas estruturas lineares (estradas e dutos) da base de extração de petróleo em Coari – AM, e ao longo da rodovia BR-174 (Manaus-Boa Vista), nos domínios de outra unidade litoestratigráfica do Mesozoico, a Formação Alter do Chão.

Figura 82 – Ravinamento da superfície a partir de fluxo concentrado de água oriundo da pista e do acostamento, no entorno do corte 32. A ravina principal se prolonga rumo ao talvegue (seta) e se espraia, lateralmente, por meio da erosão remontante. Município de Ipixuna do Pará, margem direita da Belém-Brasília.

Foto: Estêvão J. S. Barbosa, set. 2014.

Figura 83 – A voçoroca de Ipixuna, bordejando os cortes 36 e 37, que são cortes da segunda geração (1960-1971). Erosão em substrato arenoso, seguindo os canais de escoamento que se originam de canaletas e sarjetas. Uma dessas canaletas, encoberta pela vegetação, é indicada na foto pela seta. Trata-se de uma das áreas mais críticas da rodovia Belém-Brasília no que diz respeito a processos erosivos, em trecho que se afasta da estrada pioneira, situada mais a oeste (Mapa 28). Município de Ipixuna do Pará, margem esquerda da Belém-Brasília.

Foto: Estêvão J. S. Barbosa, mar. 2015.

Se forem somadas estas ocorrências com os vários casos de erosão em zonas fluviais e costeiras do Amapá, Pará e Maranhão (PROST; MENDES, 2001), e outras, a exemplo de deslizamentos de terras em encostas ocorridos em 2011 na zona rural do Município de Itaituba, vila de Miritituba (DOL, 17 maio 2011); a existência de ocupações em morros, sujeitas a deslizamentos, na cidade de Parauapebas – PA, na serra dos Carajás (SOUZA; PEREIRA, 2008); e a solifluxão de um aterro (depósito tecnogênico) sobre margem fluvial em Abaetetuba – PA, no ano de 2014 (DOL, 05 jan. 2014); tem-se um quadro de eventos geomorfológicos de risco que, cada vez mais, ampliam-se no *core* e nas bordas do domínio morfoclimático amazônico, principalmente nos espaços onde se estabeleceu a fronteira de recursos contemporânea. Uma consequência de desequilíbrios morfogenéticos locais, os quais resultaram de intervenções antrópicas com efeitos cumulativos.

Na área de estudo se identificou voçorocas e ravinas de superfície no entorno dos seguintes cortes: 06, 19 (Fig. 81), 32 (Fig. 82), 36 e 37 (Fig. 83). Nos dois últimos, uma erosão já antiga se prolonga por mais de 1 km (Mapa 28). Nos cortes 32, 36 e 37, todos localizados em Ipixuna do Pará, as “cabeças” das erosões estão junto a tubulações feitas para escoar água da pista. A presença da vegetação, dificultando a observação da paisagem real em vários trechos da estrada, provavelmente impediu a identificação de um número maior de ocorrência destas formas erosivas.

Os cortes 36 e 37, nas imediações da cidade de Ipixuna do Pará (Mapa 28), são um dos locais com as melhores exposições da Formação que leva o nome da cidade, além de conterem horizontes lateríticos. O local é citado por Fúlfaro e Petri (1983), no livro “Geologia do Brasil: Fanerozoico”, como a localidade-tipo da Formação Ipixuna, tendo sido já visitado por diversas caravanas de estudantes em práticas de Sedimentologia e Geomorfologia, além de alunos com pesquisas de pós-graduação. Foi visitado pelo geógrafo francês Jean Tricart na década de 1980.⁵⁷ Além da assembleia de fácies ali presentes, ocorrem formas e processos de relevo típicos da região, e nascentes de cursos d’água (Fig. 84).

A fim de preservar o patrimônio geológico-geomorfológico, poderia ser criado um geoparque, aproveitando-se a proximidade com a sede do Município e buscando apoio das empresas mineradoras que atuam neste. Iniciativa semelhante já existe nas proximidades, com a criação do Parque Ambiental de Paragominas, onde se recuperou um setor de várzea e igapó da planície do rio Uraim.

Academicamente, o empreendimento poderá contar com apoio dos cursos de Geologia, de Geografia de Engenharia Ambiental em Belém – PA, Marabá – PA, Paragominas – PA e Castanhal – PA, além de cursos afins. Adicionado aos interesses educacionais e turísticos, outras vantagens seriam:

- A preservação do meio ambiente, tomando-se medidas para controlar e evitar erosões e proteger as nascentes;
- Lazer e recreação da população local, tendo em vista as limitadas opções existentes neste sentido;
- Organização da coleta de muruci (*Byrsonima* sp), que existe em abundância no fundo da voçoroca, em suas laterais e na borda dos perfis.

⁵⁷ Informação oral obtida em 2007 com o Prof.º Pedro Rocha da Silva, que atuava no Departamento de Geografia da Universidade Federal do Pará (DEGEO/UFPA). Ele foi o responsável pela expedição, realizada em 1989 com professores e alunos do DEGEO/UFPA.

Mapa 28 – Mapeamento de feições antropogênicas ao norte da cidade de Ipixuna do Pará.

Figura 84 – Paisagem de colinas no entorno do corte 36, nas imediações da cidade de Ipixuna do Pará. O final do corte aparece no lado direito da foto. Local de relevância tanto geológica quanto geomorfológica, com exposições de fácies diversas, formas e processos de relevo característicos desta parte da região amazônica, e nascentes de cursos d'água. Município de Ipixuna do Pará, margem esquerda da Belém-Brasília.

Foto: Estêvão J. S. Barbosa, mar. 2015.

Hoje, o local encontra-se desprezado pelo poder público e oferece riscos às pessoas que circulam por lá constantemente em busca do fruto muruci, ou murici (para consumo e comercialização), ou atraídos pelo cenário dos perfis. Existem riscos de solapamento de blocos e violência contra a pessoa, com registros de assaltos, estupros e até homicídios, conforme informações que obtivemos em campo com moradores de Ipixuna.

Do ponto de vista geológico, boas exposições da Formação Ipixuna são encontradas, também, nos cortes 06, 07, 11, 18, 19, 20, 24, 26, 29, 30, 32, 33, 35, 38 e 50, os quais podem ser indicados e protegidos como locais prioritários para pesquisas e excursões científico-educacionais.

Estas ações devem considerar a jurisdição da União (Governo Federal) sobre uma faixa de domínio de 80 metros, contados a partir do centro da pista de rolamento, sendo 40 m para cada lado. Além da garantia da faixa de tráfego, incluindo as pistas e os acostamentos, e de espaços para obras de vigilância e manutenção, realiza-se na faixa de domínio a extração de material para o reparo de plataformas e aterros pontuais, com mineração nas “caixas de empréstimo” (Fig. 85-86). Por vezes, o próprio material erodido dos cortes é mobilizado para estas obras, o que parece benéfico, já que se antecipa ao transporte pelas águas, que causariam mais assoreamento nas drenagens.

Informações obtidas junto ao DNIT, Unidade Belém – PA,⁵⁸ deram conta de obras periódicas muito pontuais em anos mais recentes, executadas em serviços terceirizados, a cargo de empresas contratadas, conforme a necessidade, que é sempre maior nas épocas chuvosas do primeiro semestre do ano. Vale ressaltar que a atuação de empresas privadas ocorre desde a abertura da rodovia. Na segunda etapa de trabalhos, por exemplo, iniciada em 1960, foram contratadas 10 firmas (BOUHID, 1960).

No período de execução mais sistemática dos trabalhos de campo, entre junho de 2014 e abril de 2015, o trecho da rodovia entre Santa Maria do Pará e Paragominas teve seu capeamento asfáltico trocado. A expansão lateral da plataforma foi, em termos de morfologias antrópicas, a intervenção principal, com praticamente nenhuma ação nos cortes, à exceção de retirada de material como empréstimo, verificada nos cortes 06, 19, 24, 32 e 48, todos no Município de Ipixuna do Pará. Este aspecto revela certa estabilidade morfodinâmica dos cortes de estrada na atualidade.

⁵⁸ Entrevista semi-estruturada realizada com o Engenheiro Eurival Cunha, chefe da Unidade de Serviço de Engenharia, em 17 de abril de 2015. Tentou-se o acesso aos relatórios do DNIT, os quais, segundo nos disseram, são sigilosos.

Figura 85 – Corte 06, observando-se, no topo a cerca de uma fazenda. No primeiro plano nota-se a deposição de lixo que, com o tempo, vai se decompondo e misturando a aluviões transportados pelas águas desde as partes mais elevadas do terreno, constituindo depósitos tecnogênicos. Município de Ipixuna do Pará, margem esquerda da Belém-Brasília.

Foto: Estêvão J. S. Barbosa, jul. 2014.

Figura 86 – Perfil estratigráfico na “caixa de empréstimo” do corte 06, Município de Ipixuna do Pará, margem esquerda da Belém-Brasília. O posicionamento topográfico sugere que a escavação removeu, do topo dos taludes, a cobertura de Latossolo Amarelo e o horizonte concrecionário, observado na continuidade do topo do platô para o norte.

Fonte: elaborado pelo autor com base em foto própria, de 15 jan. 2015.

A situação da plataforma da estrada, que é comumente erodida em suas “saías” por conta das águas superficiais (CARVALHO, 1991; RODRIGUES, LOPES, 1998), não foi um aspecto tratado na pesquisa. Contudo, a necessidade de reparos na plataforma sugere que o fenômeno erosivo tem ocorrido. Um caso no Município de Açailândia, em fevereiro de 2014, foi mencionado anteriormente.

Um aspecto que chamou a atenção durante os trabalhos de campo, e na entrevista, foi o fato dos taludes de corte terem sido esculpidos, sempre, de forma abrupta, vertical a semi-vertical, não se procedendo, em nenhum caso, a cortes inclinados imitando as vertentes da morfologia original.

Não se obteve, do entrevistado junto ao DNIT, resposta para essa pergunta, Uma das hipóteses pode estar na altura dos cortes, geralmente inferior aos 10 m (46 cortes, o que equivale a 93,88% do total). Isso pode ter levado os engenheiros, mesmo nos trabalhos de retificação e de manutenção da rodovia, a supor que não haveria grandes problemas erosivos relacionados ao escoamento vertical das águas.

Na entrevista foi esclarecida outra questão: a distância dos cortes em relação à estrada. Quando a sequência cortada é essencialmente laterítica, geralmente faz-se um corte mais “rente”, próximo à pista, provavelmente acreditando-se na estabilidade morfodinâmica das lateritas, o que nem sempre ocorre; quando afloram as fácies Ipixuna, o que se associa aos fenômenos mais recorrentes de erosão, o corte é recuado em vários metros, dando origem a amplos acostamentos, ação que deve ter sido realizada por mais de uma vez.

O recuo erosivo dos cortes pode complicar, futuramente, a administração da faixa de domínio, pois em alguns casos os taludes já estão próximos às cercas das fazendas; ou repassar, aos particulares, o ônus da resolução de problemas de erosão que foram causados pela implantação da rodovia (Fig. 86).

Neste ponto entra um aspecto fundamental no entendimento da dinâmica ambiental global da área de estudo e da problemática tratada: a cobertura da terra e os impactos das atividades do entorno sobre os cortes. Foi dado ênfase, na pesquisa, aos espaços rurais, no entanto a rodovia atravessa vários espaços urbanos ou que abrigam povoados e vilas, o que compromete a faixa de domínio e retira do DNIT a exclusividade da gestão, mesmo que não oficialmente, já que não existem acordos de transferência.

Assim, os processos diretamente associados à morfodinâmica nos cortes não atuam sozinhos na ocorrência de erosões e deposições, sofrendo certa influência das atividades do entorno, principalmente da agropecuária e do reflorestamento. Essa questão será tratada com mais detalhe a seguir.

7.2 Impactos do entorno sobre os cortes de estrada

Para se entender os impactos das atividades do entorno da rodovia sobre os cortes é preciso, antes, tecer considerações sobre a cobertura da terra na área de estudo.

Concomitantemente às intervenções na rodovia, o entorno como um todo ia sendo alterado, especialmente pela substituição em importância, na década de 1970 – que abrange quase toda a fase de perturbação ativa –, das lavouras de arroz, milho, feijão e algodão, pela pecuária e atividade madeireira (extração e serrarias); urbanização das sedes municipais, das vilas e povoados e desenvolvimento do setor de comércio e serviços (RODRIGUES, 1978; HÉBETTE; ACEVEDO MARIN, 1979; COELHO; MONTEIRO, 2009).

Em nível regional essa é a conjuntura na qual se expandiu o padrão socioespacial “estrada-terra firme-subsolo” como base de ocupação territorial e produção econômica e, junto dele, a malha rodoviária regional. Além da Belém-Brasília, antes da década de 1970 foi aberta a Cuiabá-Porto Velho-Acre (atual BR-364), e, naquela década, a Transamazônica (BR-230) e a Cuiabá-Santarém (BR-316), sendo concluída a Pará-Maranhão (BR-316).

Todos os principais sistemas produtivos que se expandiram junto com a fronteira de recursos contemporânea deixaram suas marcas em Paragominas e nos municípios do seu entorno, incluindo Ipixuna do Pará e os que foram desmembrados daquele: Dom Eliseu – PA e Ulianópolis – PA (COELHO; MONTEIRO 2009). Toda árvore cortada, erosão do solo, rio assoreado, clareira aberta pelo fogo ou trator, cerca erguida ou derrubada, trabalhador assassinado, representam um fenômeno da fronteira.

No caso em estudo, considera-se a existência de uma “velha fronteira”, já sexagenária, expressão de Veríssimo et al. (1992) para caracterizar Paragominas e a sua “região”. A fronteira ainda está ativa, embora já não seja tão dinâmica quanto foi no passado, e mostre novas feições, resultado da renovação dos antigos sistemas produtivos e da introdução de novos. O atual *slogan* “Paragominas, Município Verde”⁵⁹ não apaga, em definitivo, o depreciativo apelido “Paragobalas” de outrora, máxima do desmatamento galopante e do cotidiano de violência no campo.

Um pouco desta história, relativamente breve, porém complexa, pode ser contada através das mudanças da cobertura da terra ao longo do tempo. A área mapeada no estudo, com seus 808,17 km², equivale a somente 3,28% da extensão total dos municípios de Paragominas (19.396 km²) e Ipixuna do Pará (5.216 km²).

⁵⁹ Cf. a respeito da construção de uma noção de “Municípios Verdes” para a Amazônia, o relatório da The Nature Conservancy (2013).

A literatura existente permite analisar a evolução da cobertura da terra em Paragominas e Ipixuna do Pará desde a década de 1980, destacando-se que um maior número de trabalhos tem o primeiro município como referência (MONTEIRO; COELHO; BARBOSA, 2009).

A mais antiga referência consultada, Watrin e Rocha (1992), contém uma análise da vegetação natural e do uso da terra utilizando imagens LANDSAT-TM do ano de 1988 (Tab. 6). Na época, a floresta ombrófila densa cobria mais de 65% do território de Paragominas, que ainda possuía a área do atual Município de Ulianópolis (PA). Resultado semelhante foi encontrado por Coelho e Monteiro (2009) a partir de imagens LANDSAT-TM dos anos de 1985 e 1990 (Tab. 7). Além de Paragominas e Ulianópolis, outros dois municípios paraenses foram considerados por estes autores: Tomé-Açu e Aurora do Pará. A floresta cobria, naqueles anos, respectivamente, 73,97% e 68,22% da área por eles analisada.

Tabela 6 – Vegetação natural e classes de uso da terra no Município de Paragominas no ano de 1988, de acordo com Watrin e Rocha (1992).

Classe	Área (km ²)*	%
Floresta ombrófila densa	16.351,38	65,51
Exploração madeireira	2.424,31	9,71
Agropecuária	3.525,14	14,12
Capoeira	2.631,73	10,54
Área urbana	4,82	0,02
Espelho d'água	25,18	0,10
TOTAL**	24.965,56	100,00

Fonte: sistematizado pelo autor com base em Watrin e Rocha (1992).

* Convertido do original em hectares.

* Inclui, também, a área do atual Município de Ulianópolis, emancipado em 1991 e instalado em 1993.

Assim, a cobertura da terra na área mapeada ilustra bem a dinâmica de mudanças recentes na fronteira amazônica contemporânea, com a substituição gradativa da floresta nativa por áreas para agropecuária (Mapa 29), acompanhada de vários ciclos de crescimento, destruição e recuperação da vegetação secundária (DICKSON, 1987; FEARNside, 1987, 2000; PERZ; SKOLE, 2013).

Mapa 28 – Redução da cobertura florestal na área de estudo em anos seleccionados.

Tabela 7 – Evolução das principais classes de uso do solo nos municípios de Tomé-Açu, Aurora do Pará, Ipixuna do Pará, Paragominas e Ulianópolis, 1985-2004, de acordo com Coelho e Monteiro (2009). * Por mil km².

Ano	1985		1990		1995		2000		2004	
Classe	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Floresta	27	73,97	24,9	68,22	22,5	61,64	17	46,58	14	38,36
Capoeira	6,9	18,90	8,7	23,84	8,5	23,29	8,5	23,29	12	32,88
Área produtiva	1,7	4,66	1,7	4,66	3,7	10,14	7,2	19,73	5,4	14,79
Outros	0,9	2,47	1,2	3,29	1,8	4,93	3,8	10,41	10,41	28,52
Total	36,5	100	36,5	100	36,5	100	36,5	100	36,5	100

* Os dados desagregados por município não estão disponíveis.

Fonte: sistematizado pelo autor com base em Coelho e Monteiro (2009).

A análise multitemporal empreendida inicia no intervalo 1984/1995, que corresponde, nessa parte do Corredor norte da Belém-Brasília, ao final do ciclo mais intensivo de degradação da floresta nativa, inclusive em nível regional, tendo como principais motivações a implantação de pastagens e a extração madeireira. A segunda atua por meio da abertura de caminhos e clareiras em meio à mata, ampliadas gradativamente por efeito do corte das árvores com potencial madeireiro, as quais tombam derrubando os vegetais ao redor. Em seguida, a vegetação já degradada é totalmente retirada, “limpa”, com uso de queimadas e destocamento manual ou por máquinas.

A comparação da cobertura da terra em várias épocas a partir da década de 1980 confirma os dados de Watrin e Rocha (1992) e Coelho e Monteiro (2009), assim como os de IBGE (1995, 2006), Almeida e Uhl (1998), Silva, Rodrigues e Vieira (2001) e The Nature Conservancy (2013).

Todas essas referências indicam a redução drástica das matas nativas e o crescimento das áreas produtivas, principalmente de pastagem e cultivo. Neste sentido, o Corredor Norte da Belém-Brasília integra a área mais desmatada da Amazônia, localizada no leste e sul da região, que Becker (2005) denominou de “Arco de Povoamento Adensado”, e Celentano e Veríssimo (2007), de “Zona Desmatada”.

Na análise aqui empreendida (Tab. 8, Gráf. 5, Mapa 30), a proporção de matas de porte médio e alto variou de 40,03% em 1984 para 11,58% em 2003, elevando-se, porém, para 16,91% em 2013, fato explicado pelo amadurecimento das florestas secundárias, as quais se transformaram em “capoeiras altas” ou “velhas capoeiras”; e pela manutenção dos fragmentos de matas para o manejo florestal, ou como reserva legal nas fazendas, atitudes que sinalizam mudanças de postura dos proprietários rurais em face das pressões ambientais pela redução do desmatamento (THE NATURE CONSERVANCY, 2013).

Tabela 8 – Classes de cobertura da terra na área mapeada, em anos selecionados.

ANO	1984		1995		2003		2013	
TIPO DE COBERTURA	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Nuvem	3,66	0,46	0,00	0,00	3,49	0,44	15,51	1,94
Sombra	13,56	1,70	0,00	0,00	7,08	0,89	15,54	1,95
Massa d'água	1,10	0,14	1,86	0,23	7,48	0,94	6,34	0,79
Solo úmido	0,00	0,00	1,66	0,21	0,00	0,00	3,69	0,46
Mata de porte médio/alto	319,59	40,03	124,89	15,69	92,28	11,58	134,97	16,91
Mata degradada	49,92	6,25	114,68	14,41	70,44	8,84	0,00	0,00
Mata em regeneração	109,31	13,69	179,83	22,60	142,67	17,91	115,99	14,53
Reflorestamento	84,89	10,63	112,09	14,09	135,71	17,03	142,26	17,82
Solo exposto	15,65	1,96	21,24	2,67	20,16	2,53	39,02	4,89
Pasto/cultivo baixo	172,88	21,65	239,52	30,10	317,46	39,84	324,82	40,70
Não imageado	27,80	3,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Área urbana	0,07	0,009	0,52	0,064	1,05	0,129	2,10	0,260
Área classificada	798,36	100,00	795,77	100,00	796,76	100,00	798,15	100,00
Área total	808,17	98,79	808,17	98,47	808,17	98,59	808,17	98,76
Perda de informação*	9,81	1,21	12,40	1,53	11,41	1,41	10,01	1,24

* Considerada a área não imageada, a perda total de informações na classificação da cena de 1984 foi de 37,61 km² ou 4,65% do total mapeado.

Fonte: elaborado pelo autor com base em dados de sensoriamento remoto.

Gráfico 5 – Participação das principais classes de cobertura da terra na área de estudo.

Fonte: elaborado pelo autor com base em dados de sensoriamento remoto.

Mapa 30 – Cobertura da terra na área de estudo, ano de 2013.

Em face da carência de dados anteriores a 1980 não se trabalhou com a categoria “mata nativa”, uma vez que as matas de porte médio/alto podem representar estratos de vegetação secundária com algumas dezenas de anos de recuperação, questionamento que se pode fazer, também, para o mapeamento da vegetação no Radambrasil (GOÉS FILHO et al., 1973).

No trabalho supracitado ainda era possível distinguir, no início dos anos 1970, os tipos de cobertura florestal nativa, apesar de já fragmentada por clareiras para a agropecuária e por extensões significativas de florestas secundárias:

- Floresta ombrófila densa dos terraços aluviais, limitada à planície do rio Capim;
- Floresta ombrófila densa, aluvial (Planície Amazônica), dos “baixos” platôs (Planalto Rebaixado da Amazônia e Planalto Dissecado do Pará Maranhão) e “altos” platôs (Planaltos Residuais do Pará-Maranhão);
- E a já citada floresta secundária, latifoliada, chamadas de “capoeiras”, nos diferentes compartimentos do relevo, ocupando as áreas de vegetação devastada e os tratos agrícolas abandonados.

Apesar de fazerem menção às florestas abertas, no relatório do Radam não se detalham ou mapeiam tal formação. As florestas de fisionomia aberta vão começando a aparecer mais para o sul, sendo o principal elemento vegetacional da Pré-Amazônia maranhense (VALVERDE; DIAS, 1967). Na atualidade, todo o conjunto é marcado por agroecossistemas,⁶⁰ inclusive tratos de vegetação secundária, que são devastados em ciclos, o que seguramente interfere na dinâmica dos sistemas morfogênicos.

O reflorestamento também cresceu em área e participação relativa no período analisado, embora tenha se mantido estável entre 2003 e 2013, com cerca de 17% do total mapeado. Inclui tanto plantios de grande porte (em km² de extensão) e molde empresarial, até grupamentos de poucas árvores plantadas por proprietários rurais. Ambos os padrões têm em comum a homogeneidade de porte e de espécie plantada. Assim como o agronegócio, esta é uma das atividades que vêm ganhando importância econômica no norte da Belém-Brasília, ocupando espaços cada vez maiores no nordeste do Pará e no oeste do Maranhão.

As matas em regeneração e as matas degradadas, por sua vez, expandiram-se de 1984 para 1995, com 13,69% e 22,60%, 6,25% e 14,41%, respectivamente; reduzindo-se nos anos

⁶⁰ O termo agroecossistema, ou ainda (ecos)istema agrossilvopastoril, é utilizado por Ab’Sáber (1990) para caracterizar os meios rurais transformados pelas atividades produtivas.

posteriores, alcançando, na mesma ordem, uma participação de 17,91% e 14,53%, 8,84% e 0,0%. Dois fatos marcam essa dinâmica:

- No primeiro intervalo acima mostrado, e considerando também a expressiva redução das matas de porte médio/alto (40,03% para 15,69%), os números são compatíveis com a presença ativa, até meados dos anos 1990, do binômio pecuária extensiva/extração madeireira, altamente predatório e desmatador (ALMDEIDA; UHL, 1998).
- No segundo intervalo, se as matas de porte médio/alto voltam a crescer e as matas degradadas deixam de ter importância, pode-se inferir que o desmatamento reduziu-se por efeito da adoção de um manejo menos predatório tanto na pecuária como na indústria madeireira (THE NATURE CONSERVANCY, 2013). Por outro lado, a redução das matas em regeneração deve ser tanto o reflexo do aumento da vida útil dos pastos, evitando-se a retomada deles pelos estratos de vegetação secundária, como da expansão do cultivo de grãos, em que se deflagra o desmatamento das “capoeiras” para a agricultura.

A participação de pastos e cultivos baixos subiu entre os anos de 1984 e 2013 de 21,65% para 40,70%, praticamente o inverso do que ocorreu com as matas de porte médio/alto. Neste mesmo período cresceu a extensão de solos expostos, fortemente associados, na atual década, ao preparo do terreno para o cultivo de soja e milho em larga escala, ou seja, em modelo de agronegócio (GONÇALVES, 2007).

A área de solos expostos mais que dobrou nos 29 anos em apreço, passando de algo em torno de 15,65 km² (1984) para 39,02 km² (2013), principalmente após 2003 (20,16%), quando a soja começou a se expandir.

Toda essa análise da cobertura da terra ajuda a entender os impactos das atividades do entorno sobre a morfodinâmica nos cortes de estrada como fenômenos paisagísticos integrados. Retomando a discussão do parágrafo anterior, que se refere à extensão de solos expostos na área de estudo, observa-se a raspagem de terras, tanto pela mineração como pela agropecuária, com vários ciclos de devastação dos estratos de vegetação herbácea a arborea na borda dos perfis, então erodidas (Fig. 87-88).

A vegetação nos cortes, no entorno e acima deles, conforme observado em vários locais e momentos, é frequentemente “roçada” (corte parcial) e queimada, sobretudo na época menos chuvosa, de junho a dezembro. O entrevistado no DNIT informou que é o próprio órgão que executa a limpeza da vegetação, sendo consultados os órgãos ambientais estaduais e municipais; não se responsabilizando, contudo, pelas queimadas, que ele atribui a

proprietários rurais da “região” da rodovia Belém-Brasília e aos “usuários” da estrada, seja motoristas, ciclistas, motociclistas ou pedestres.

Figuras 87 e 88 – Borda erodida em voçoroca no corte 36 em dois momentos. Na foto mais antiga, de 1989, a superfície acima está desmatada por efeito de atividade agropecuária, notando-se que a erosão era mais intensa. Na foto recente, de 2015, quase trinta anos depois, o processo erosivo ainda está ativo, mas parece menos intenso, talvez por efeito da vegetação secundária que cresceu no local. Ao fundo, as ravinas foram cobertas por depósitos de tálus. No primeiro plano observa-se uma nova ravina em formação. No local, caracteriza-se uma franca voçoroca com mais de 10 m de profundidade e afloramento do lençol freático. Município de Ipixuna do Pará, margem esquerda da Belém-Brasília

Fotos: 80 – Pedro Rocha da Silva, 1989 (SILVA; BARBOSA, 2009); 81 – Estêvão J. S. Barbosa, mar. 2015.

Às proximidades dos cortes pode ocorrer o transporte de sedimentos a partir das superfícies mais acima, sendo depositados no talude ou na base dos mesmos. A implantação de cercas, vicinais, caminhos laterais à rodovia, linhas para a transmissão de energia, edificações, e raspagens de terra para instalações prediais são outros fatores de risco à estabilidade dos cortes (Fig. 85), deixando de serem respeitados, em algumas situações, os limites da faixa de domínio.

O despejo de águas residuais das fazendas, ou apenas águas pluviais que provêm do interior delas, é verificado em diversos locais, intensificando a erosão vertical. Outro tipo de despejo comum é o de materiais terrígenos raspados e restos de vegetação queimada, além de lixo diverso, restos orgânicos e detritos, formando praticamente todo o espectro de tipos de depósitos tecnogênicos (Fig. 85 e 89-90).

Figura 89 – O baixo corte em uma rua paralela à BR-010 na cidade de Ulianópolis – PA, localizada cerca de 100 km ao sul de Paragominas, é um dos mais expressivos no que diz respeito ao registro de intervenções antrópicas que tivemos a oportunidade de observar no Corredor Norte daquela rodovia. O trecho pode ter sido, no passado, a estrada pioneira da Belém-Brasília, cuja plataforma está, hoje, cerca de 2 m acima desta rua. A sequência começa, no topo, com o material da última terraplenagem (A) realizada até o momento em que a foto foi obtida, em janeiro de 2006. Trata-se de um depósito tecnogênico terrígeno, oriundo de empréstimo de terras. Abaixo dele encontra-se um depósito gárbico (B), com fragmentos de madeira e plástico que relevam a presença anterior, neste local, de uma serraria. Antes de atingir o substrato original, que corresponde à Cobertura Laterítica Imatura (D), nota-se alteração de cor por feito de queimada, pois o fogo atinge o subsolo por meio das raízes dos vegetais, talvez no interior de uma fazenda para a “limpeza” da vegetação (C). A ausência da cobertura argilo-arenosa amarelada que recobre os lateritos pode indicar a sua remoção no início da série de intervenções. Os contatos ondulados entre os horizontes, por sua vez, sugere a erosão superficial do terreno a cada fase de exposição às intempéries, tendo em vista os efeitos dos elevados índices pluviométricos regionais.

Foto: Estêvão J. S. Barbosa, jan. 2006.

Figura 90 – Corte 25, Município de Ipixuna do Pará, margem esquerda da Belém-Brasília. No topo do corte é possível observar o despejo de raspagem do solo e da vegetação queimada na borda, prática associada com a limpeza de pastos, retirando-se os estratos herbáceos e arbustivos. A raspagem do solo, aparentemente, também foi feita no local.

Fotos: Estêvão J. S. Barbosa, set. 2014.

Este material de origem artificial pode ter sido gerado localmente ou é transportado de lugares mais distantes. Por vezes, oferecem riscos à passagem de veículos e transeuntes, espalhando-se pelo acostamento e pistas de rolamento da estrada, sendo retirados pelas equipes de serviço contratadas.

Os depósitos tecnogênicos estão comumente misturados com os aluviões holocênicos, e nem sempre são reconhecidos pelos geólogos e/ou geomorfólogos. Constituem uma das marcas fundamentais da ação do “Homem” nos sistemas geológico-geomorfológicos. Nesta pesquisa, foram considerados como unidade litoestratigráfica no topo da escala geológica do tempo. São os depósitos que se formam por efeito de intervenções antrópicas diretas e indiretas nos ambientes geológicos, contendo, geralmente, diversos artefatos humanos em sua constituição (TER-STEPANIAN, 1988).

No Corredor Norte da Belém-Brasília, assim como em todos os espaços marcados por quadros radicais de impactos ambientais, de alterações paisagísticas e de intervenções nos sistemas naturais, são encontrados vários depósitos tecnogênicos, e teve-se a oportunidade de observá-los dentro e fora da área de estudo (Fig. 89). No caso da problemática abordada, qual seja, os impactos relacionados com a estrada, os depósitos tecnogênicos dão origem a morfologias tipicamente antrópicas, como as plataformas em aterro, tálus e superfícies escavadas em “caixas de empréstimo”, e os montículos de lixo e outros tipos de descartes provenientes de atividades rurais ou urbanas.

A mineração, em particular, é realizada às proximidades da estrada, sobretudo, para atender às necessidades de manutenção dela, conforme já mencionado. Próximo de Ipixuna do Pará, a algumas dezenas de metros da rodovia, ocorre a retirada de material para uso imediato nas obras de construção civil da cidade.

Mais ao sul da área de estudo, no chamado Platô Miltônia, ocorre a extração da bauxita em minas de grande porte (BRANDT MEIO AMBIENTE, 2008), que mobiliza milhões de toneladas de terra por ano, sem interferir no funcionamento da estrada. Esta modalidade de intervenção no sistema morfogenético tende a se expandir nos próximos anos e décadas, tendo em vista o potencial mineiro da Província Bauxitífera de Paragominas (KOTSCHOUBEY et al., 2005; RAMOS, 2009)

A respeito do tráfego na BR-010, que é uma das mais importantes rodovias do País, deve-se considerar que o peso dos veículos que transportam cargas provoca uma pressão no asfalto e na plataforma da estrada, também degradados pelo intemperismo. Fissuras, buracos, poças d'água e pequenas depressões são formas comuns deste processo. Nos últimos anos, segundo informado pelo entrevistado no DNIT, este tem sido um problema crescente devido ao aumento da produção de soja e milho em Paragominas e entorno.

O padrão de ocupação e uso do solo predominantemente rural da área de estudo sugere a grande participação da agropecuária na origem de morfologias antropogênicas, conforme já dito antes sobre a mobilização de terras para “limpeza” do terreno e da vegetação.

Este processo ocasiona, a cada nova intervenção, um pequeno ciclo de desequilíbrio, em magnitude inferior aos da fase de perturbação ativa, mas com poder suficiente para gerar mais sedimentos inconsolidados, os quais se tornam disponíveis para o transporte e a deposição pelas águas das chuvas. Intensifica-se, com isso, o assoreamento da drenagem, fortemente alterada não só por conta da sedimentação antrópica, mas, também, a construção de diques e reservatórios com dinâmica semelhante à dos lagos.

Trata-se da dinâmica dos agroecossistemas, marcados, no eixo da Belém-Brasília, pelo predomínio do latifúndio, embora, em nível municipal, existam diversos assentamentos da reforma agrária e núcleos de campesinato, localizados às margens dos rios e ao longo das vicinais que se articulam àquela rodovia (COELHO; MONTEIRO, 2009).

A erosão superficial dos solos é um dos fenômenos mais comuns provocados pelas atividades agropecuárias, sendo observados em vários locais, especialmente nas vertentes. A exposição do substrato branco a rosa-claro, caulinitizado, da Formação Ipixuna, ocorre na forma de cicatrizes, sulcos e ravinas (Fig. 91). Ainda que, nestes casos de erosão superficial, não ocorram maiores implicações para a morfodinâmica no eixo da rodovia, com exceção da

borda imediata dos cortes de estrada, não se pode deixar de mencioná-los, uma vez que são fenômenos importantes do georrelevo antrópico no Corredor Norte da Belém-Brasília, e sua distribuição se faz notar amplamente.

Figura 91 – Marcas de erosão superficial dos solos em posição de vertente, no entorno do corte 17, exibindo cicatrizes, em área de relevo dissecado colinoso. O material esbranquiçado que aparece na ausência da vegetação é o substrato caulínítico típico da Formação Ipixuna, relacionado, em superfície, a solos que recobrem colinas em setores de relevo rebaixado. Município de Ipixuna do Pará, em fazenda vista a partir da margem direita da Belém-Brasília.

Fotos: Estêvão J. S. Barbosa, mar. 2015.

Assim, outras considerações podem ser feitas, adicionando mais elementos ao debate sobre morfologias antropogenéticas.

Os trabalhos de Rodrigues (1999, 2004, 2005, 2010) são, similarmente ao de outros elaborados por membros de sua equipe de pesquisa (e.g.: GOUVEIA, 2010; LUZ, 2014), exemplos de Antropogeomorfologia Urbana. A presente pesquisa, ao contrário, abordou apenas espaços rurais, excluindo-se os processos relacionados à cidade de Ipixuna do Pará,

que é atravessada pela Belém-Brasília. Apesar da curta extensão urbana desse trecho, cerca de 2 km, a sua análise envolve uma problemática à parte.

Nas áreas rurais, o comportamento dos fatores envolvidos na dinâmica do relevo sob a floresta amazônica e, depois, sob os agroecossistemas que resultaram do desmatamento e conversão de superfícies em áreas produtivas, implica uma ponderação das fases de alteração morfogênética (pré-perturbação, perturbação ativa e pós-perturbação).

Neste sentido, se a urbanização apresenta uma dinâmica algo mais linear em virtude da tendência à consolidação da ocupação, nos espaços rurais as atividades se processam em ciclos de cultivo, pousio, crescimento da vegetação secundária e novos desmatamentos, além da sucessão, mais ou menos rápida, de modalidades de exploração da terra/intervenção nos sistemas morfogênicos que são diferentes entre si: agricultura, pecuária, reflorestamento, mineração, dentre outras. Foi por isso que, mesmo a pesquisa estando focada nos impactos diretos da abertura da estrada, foi necessário considerar as atividades do seu entorno, tendo em vista que influenciam processos de erosão, transporte e deposição ao longo dos cortes, leito da rodovia e drenagens.

Outro aspecto a se notar é que, nas áreas rurais, a extensão e a quantidade de materiais propriamente artificiais (concreto, asfalto, lixões etc.) são menores, pois a maior parte do solo fica exposta ou coberta por vegetais cultivados ou de crescimento espontâneo, ou seja, os tratos de vegetação secundária (“capoeiras”, “juquiras” e “macegas”).

Nos espaços rurais, são maiores as possibilidades do sistema morfogênico manter e/ou retomar algumas de suas propriedades essenciais. Ab’Sáber (1969) ressalta que as variações na fisiologia da paisagem por efeitos de ações antrópicas predatórias não são, sempre, irreversíveis. Além disso, nestas espaços o desmatamento da vegetação secundária pode levar a novas perturbações, decerto menos agressivas que as primeiras, mas, volta-se a repetir, com poder de impacto ambiental suficiente para interferir no equilíbrio morfogênico estabelecido após as primeiras intervenções, acelerar e/ou retomar processos de erosão superficial.

O mesmo é válido para as obras de manutenção da rodovia, acompanhadas, a intervalos de meses a anos, de novos ciclos de desmatamento, mobilização de sedimentos e ampliação de cortes e aterros.

8 ÚLTIMAS PALAVRAS: A ESTRADA, O RELEVO E OUTRAS HISTÓRIAS E GEOGRAFIAS

Tudo passa sobre a terra

José de Alencar, em “Iracema”, 1865

Ícone da literatura brasileira, José de Alencar finaliza o seu romance “Iracema” com esta frase, uma dentre as muitas frases-síntese, emblemáticas, com as quais ele costumava abrir ou fechar os seus textos. Pode-se alterar um pouco a frase, pois, sendo o espaço geográfico o “palco” onde se realiza a vida, máxima lablachiana, e a paisagem o seu cenário privilegiado, à moda de uma pintura, então tudo se passa *na* terra. Além disso, nem tudo passa: por causa do tempo materializado nas formas a estrutura total do espaço e da paisagem é formada, também, por heranças. Há coisas então, que *ficam* sobre a terra.

A conclusão de uma tese é mais ou menos isso: a condensação do que se passou em 4 anos de estudos e pesquisas em torno de uma problemática inicialmente delimitada e, posteriormente, questionada, modificada, ou mesmo abandonada e trocada.

Poderia ser mais, a conclusão, se fosse cobrado um memorial descritivo, uma descrição da totalidade espaço-tempo da vida acadêmica e não acadêmica. Com a devida licença do orientador, fez-se isso antes de passar à conclusão da pesquisa propriamente dita. São outras histórias e geografias.

8.1 Breve memória do processo

Na memória do processo aparecem situações e pessoas as mais diversas, o que, para os pós-graduandos vindos de fora de São Paulo, têm um quê de estranhamento, tão logo desdobrado em deslumbramento, repulsa ou quaisquer outros sentimentos individuais, ou coletivos, tantos são os imigrantes instalados na cidade, com as suas carências todas, como disse a saudosa Elis Regina em entrevista de 1981. Justamente ela, que viveu e morreu em São Paulo. A adaptação à metrópole paulista, bruscamente interrompida em 2013 com o retorno para casa, não foi difícil, tendo em vista certa vivência em Belém, cerca de 8 vezes menor que São Paulo, mas com os mesmos tipos de problemas ambientais e sociais; embora, claro, menos intensos e com as particularidades do ambiente tropical quente e úmido, de roupagem equatorial, e as mazelas de um espaço de fronteira de recursos que salpicaram por toda a Amazônia. De Belém a São Paulo, de Belém a Brasília (a rodovia), e da seleção para o

doutorado até a conclusão da tese: foram, todas, estradas a serem percorridas. E também poderiam aparecer, neste memorial, os fatos de comoção nacional, ou que a mídia assim coloca. A geração da televisão brasileira dos idos de 1950-60 praticamente desaparecendo entre 2011 e 2015. O momento político agitado iniciado em 2013. A Copa do Mundo de Futebol no Brasil, em 2014. A “crise hídrica” (culpa das chuvas ou problema com a gestão?) que se abateu sobre a região Sudeste do Brasil. E, nas viagens todas que fiz, apareceriam as muitas diferenças paisagísticas do país-continente que é o Brasil, o qual se assemelha, nas palavras do grande geógrafo Aroldo de Azevedo na obra “Brasil: a terra e o homem”, a um império colonial, dadas as profundas desigualdades regionais; as quais, obviamente, não desapareceram com o tempo, mas se transformaram. Apareceria a observação deste mapa vivo que é a Terra vista da janela de um avião, com as suas formas e contornos todos delimitados numa superfície algo plana, algo oblíqua. Ver, à noite e madrugada, a cidade de Belém flutuando como folha de papel fosforescente sobre a baía de Guajará, de tão plano e baixo que é o terreno. Constatar, lá do alto, a passagem do domínio morfoclimático dos cerrados, com céu limpo em boa parte do ano, para o domínio amazônico, mais chuvoso e de condições de tempo mais instável, à medida que aumenta a cobertura de nuvens. Esta é a divisão clássica do clássico Ab’Sáber confirmada em um nível atmosférico. O próprio Aziz veio a falecer durante a elaboração desta tese, em 2012; a Geografia brasileira de Norte a Sul, de Nordeste a Centro-Oeste, em luto. No Rio de Janeiro morreu, no ano de 2013, outro nome de expressão da Geografia, Bertha Becker, uma das maiores especialistas em Amazônia, referência quase obrigatória aos interessados pela região. E, na paisagem de maio e junho as folhas caídas no outono paulista, e mortas no inverno, contrastam na memória com as folhas novas que começam a surgir das árvores amazônicas no mesmo período, tão logo a estação de chuvas intensas que caem sobre a região no primeiro semestre começa a amainar. Cobrem-se de um tom verde-claro a mangueira, o cajueiro, o gravioleiro, o cupuaçuzeiro e outras árvores. Nos cortes de estrada da Belém-Brasília, o tom predominante esbranquiçado e amarelado durante a estiagem, que na região é chamada de “verão”, cede lugar na época chuvosa, o “inverno”, para uma aquarela de tons avermelhados e marrons, misturados ao verde multicolor das plantas que brotam nos barrancos.

Além destes fatos, outros vieram à memória, lembranças de trabalhos de campos em pesquisas anteriores. Percorrendo e entrevistando pessoas que viveram os primeiros anos e décadas da Belém-Brasília ouvem-se diversas histórias, do assombro com a natureza do trópico úmido, às dificuldades em intervir nela; da violência com que se perseguiram e assassinaram muitos camponeses que tentaram resistir ao latifúndio, à vida das “damas da

noite” que se tornaram “damas da sociedade” nas cidades surgidas ao longo das frentes de povoamento; e das carências materiais todas impostas pela distância dos principais centros urbanos, aos males provocados pelas doenças tropicais como a malária, a febre amarela e a leishmaniose. São essas histórias que ganham “relevância” nas dimensões da vida cotidiana.

Estas impressões são fragmentos de paisagens, propriamente ditas ou sugeridas, já que tudo se passa na terra. Uma vez que na presente tese fez-se a leitura do relevo com base na paisagem, a preparação do espírito foi necessária. A análise da paisagem é um exercício de percepção, concepção e vivência.

Uma tese, finalizada, é produto que pouco diz a respeito dos processos que conduziram à sua formação. Quando muito, lê-se alguma coisa na introdução e na metodologia. Mas esta vem formatada para a banca e para o leitor, praticamente não importando a série de erros e de acertos, os ajustes ao método, e os aperfeiçoamentos de técnicas.

Considera-se que a tese teve início, de fato, no processo de qualificação, trabalho feito em parceria com o orientador e assumindo, em parte, as feições acadêmicas dele. O “peso” da categoria paisagem e o recuo temporal maior na literatura são, certamente, as feições mais proeminentes na tese – uma herança definitiva do Professor Adilson Avansi Abreu.

Foi na elaboração do texto para a qualificação que se migrou, e já não sendo migrante em São Paulo, mas apenas um visitante por dias e semanas, da perspectiva de paisagem de Bertrand ([1968] 1971), tipicamente geossistêmica, para a do espaço-paisagem. Uma escolha audaciosa, conforme dito logo na introdução. Um tanto afastada das análises convencionais sobre relevo, porém viáveis, e sobre isso já se pronunciaram Cassetti (1991), Suertegaray (2000) e Ross (2006).

Ainda nessa qualificação incorporou-se a noção de georrelevo de Kugler (1976), introduzida no Brasil por Abreu (1985). No projeto inicialmente elaborado esta noção também não se fazia presente, e o relevo era entendido, tão somente, na sua definição mais convencional associada com a topografia.

A problemática da tese não foi alterada em sua essência, pois, desde o princípio, teve-se em vista discutir os impactos das intervenções antrópicas sobre as formas e os processos do relevo na área de influência da rodovia Belém-Brasília, num espaço do trópico úmido ainda hoje definido como uma fronteira de recursos – a “velha” fronteira da Amazônia oriental, expressão difundida a partir de Veríssimo et al. (1992).

Houve, porém, um direcionamento de foco da pesquisa, por uma sugestão da Prof.^a Cleide Rodrigues, presente na banca examinadora da qualificação: enfatizar uma modalidade de intervenção sobre o relevo, representativa da região amazônica. Até então, todas as

modalidades estavam sendo consideradas. Utilizando algumas noções da Geomorfologia como metáfora, pode-se dizer que o foco da pesquisa passou da fase de aplainamento, o *overall* inicialmente pensado, para a fase de dissecação, um *entrenchment* da problemática.

Foram selecionados os impactos produzidos pela abertura da estrada, uma modalidade muito significativa da fase contemporânea que ainda vive a Amazônia, a qual Gonçalves (2001) sintetizou como o padrão socioespacial “estrada-terra firme-subsolo”. Feitas as devidas críticas a este padrão e seu oposto/complemento, o padrão “rio-várzea-floresta”, fica evidente que aquela fase contemporânea tem, muito, de solo. Senão, como explicar a importância da agropecuária na alteração do espaço e da paisagem? Além disso, o sub-solo, o campo, e até a estrada já eram importantes na organização do espaço regional antes de 1960. Neste momento da análise todo o conhecimento adquirido sobre a Amazônia, há mais de uma década de leituras e pesquisas, foram constituindo sínteses.

Até o último momento surgiram referências novas, a exemplo de um livro fantástico de William M. Denevan com o título “*Cultivated Landscapes of Native Amazonia and the Andes*”, de 2001, que traz exemplos de formas esculpidas no terreno para a implantação de sistemas produtivos agrícolas, no contexto de povos muito complexos socialmente e em seus aparatos técnicos. Não foi incluído como referência por ser leitura de última hora. Outro exemplo é o excelente livro “*The Highway and the Landscape*”, de autoria de William B. Snow, 1959, uma contribuição preciosa que chega a discutir, nos marcos de uma análise de planejamento e gestão rodoviária e espacial, os valores políticos, estéticos (cênicos) e funcionais das estradas.

É assim: por mais longa que seja a lista de referências, sempre há coisas que poderiam ter sido incluídas, dando uma mostra deste, usando as palavras de Dansereau ([1973] 1999), inestimável tesouro da humanidade que é o conhecimento – uma das muitas passagens de grande inspiração do seu livro “A terra dos homens e a paisagem interior”.

A inconstância das fontes disponíveis para análise foi outro aspecto que chamou a atenção, considerando as pesquisas individuais feitas desde a época de graduação. Exemplos: triste constatação foi perceber o sucateamento, nos últimos anos, de bibliotecas importantes para a pesquisa na Amazônia, tais como a da Sudam e a da Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Pará (Sema). As bases cartográficas da DGEx fizeram uma migração física e outra virtual. No primeiro caso, o material completo que estava disponível na unidade do IBGE em Belém – PA foi levado para a Base do Exército em Manaus – AM. Na capital paraense restaram cartas em catálogos fragmentados pelas bibliotecas e pelos órgãos de pesquisa. No segundo, as bases vetoriais/matriciais, que em 2012 estavam disponíveis no Siscom/Ibama,

foram transferidas para o portal da BDGEx, controlando-se o acesso conforme o tipo de usuário. Por fim, e sendo mudança que se pode considerar benéfica, verificou-se o quanto a internet e as revistas e jornais antigos ou recentes podem ser um material de pesquisa relevante, tratado, claro, com o devido rigor científico de seleção e crítica.

Iniciada a pesquisa, descobriu-se que ela já seria concluída na esteira de contribuições em andamento sobre a análise do georrelevo antrópico na Amazônia, que vêm sendo realizadas por colegas da UFPA, os quais pretendem consolidar um grupo de pesquisadores da região em torno da Antropogeomorfologia. Em especial a doutoranda Luziane Mesquita, pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), com a gana e a competência que lhes são características desde que a conheço. Na USP, a gentil Professora Sueli Angelo Furlan tem feito pesquisas em Paragominas, e com ela tive a oportunidade de trocar ideias a respeito das mudanças recentes no Município.

O uso da metáfora “estrada” coincidiu com a ideia do Professor Saint-Clair Trindade Júnior, também da UFPA, em relação ao rio, que ele aplicou em um texto memorial. A estrada, porque é realidade de vivência, remetendo, igualmente, a uma trajetória. O autor da presente tese é um habitante do interior das terras firmes amazônicas. Isso justifica a saída da Geomorfologia Costeira, após o mestrado, para uma Geomorfologia de domínio interior, continental, por assim dizer, para esta realidade de planalto que vivia escondida sob a mata dos interflúvios, revelada pela Belém-Brasília após 1950.

Por fim, cabe uma breve nota memorial sobre um dos comentários da banca: o caráter demasiado longo dos referenciais teórico-conceituais e das variáveis de controle regional. Decidiu-se manter o texto escrito, com algumas modificações, entendendo-se que, apesar deles efetivamente não se referirem aos resultados da pesquisa aplicada, constituem uma contribuição à sistematização da literatura referente à Amazônia, especificamente naquilo que diz respeito ao tema e à problemática da tese.

8.2 Conclusão da pesquisa

O georrelevo antrópico foi o ponto de partida e de chegada da pesquisa. A estrada (a real e a metafórica), quando percorrida, cumpre esta longa jornada que é a problemática das intervenções humanas sobre as formas e os processos de relevo na “velha” fronteira do trópico úmido amazônico. É a geomorfologia colocada na interface sociedade/natureza, e na totalidade da configuração espacial e da dinâmica temporal. Assim, a viagem foi concluída

com a análise e interpretação dos fatos empíricos, inseridos no espaço/paisagem de trecho do Corredor Norte da rodovia Belém-Brasília delimitado para estudo.

O entendimento global da problemática exigiu a obtenção, correlação e interpretação de dados bio-físicos e humanos de modo integrado, no qual o relevo é georrelevo (KUGLER, 1976; ABREU, 1985), isto é, um fator da paisagem que interage com outros fatores. Exige, também, a análise comparada nas escalas (sub)regional e local, recurso metodológico para o estudo dos efeitos das intervenções antrópicas no tempo e no espaço (RODRIGUES, 2004, 2005). Essa é uma problemática ampla de alterações paisagísticas que inclui, dentre outras questões, a criação de georrelevos antrópicos.

Uma estrada altera a estrutura socioespacial, as paisagens, as relações ambientais, o sistema da natureza e o povoamento de uma área, sendo, ela mesma (a estrada), afetada em sua funcionalidade pelas realidades que ajudou a criar.

Na paisagem, os impactos mais diretamente sentidos são os que alteram a biota, a drenagem e a topografia, e criam ou expandem povoadamentos rurais e urbanos. A dinâmica global da estrada inclui, ainda, a criação ou reforço de centralidades e articulações, como as redes de cidades, que induzem o consumo de matéria e energia; os fluxos de pessoas e mercadorias; a dotação de outras infraestruturas no espaço geográfico; e a expansão dos sistemas produtivos. São esses, numa síntese, os impactos das estradas no tempo e no espaço.

O espaço-paisagem foi tomado como perspectiva de análise, com as formas-conteúdo geográficas inseridas na relação com a escala: totalidade, fragmentação e articulação.

A exposição que se seguiu mostrou a aplicação da paisagem-tipo em dois modos de interpretação da Amazônia: aquela que forjava uma região-paisagem homogênea, o que, se por um lado encontrou certo respaldo numa realidade regional marcada por um padrão de ocupação e de exploração econômica predominantemente ribeirinho, por outro, esteve de braços dados com a corrente epistemológica então majoritária na geografia regional, a corrente possibilista, inspirada no esquema lablachiano (GIBLIN, 1978); e outra que entende as paisagens-tipo com base na identificação e análise de padrões diversos nas escalas sub-regional e local, com a preocupação de revelar a heterogeneidade e a diversidade, mas também unidade, do espaço geográfico. Esta última é a perspectiva do espaço-paisagem (SANTOS, [1971] 2008).

Tal perspectiva permitiu falar do relevo, dos elementos, dos fatores e dos processos a ele relacionados, nas escalas sub-continental (Amazônia), regional e sub-regional (Amazônia oriental, Corredor Norte da Belém-Brasília, Província Bauxitífera de Paragominas e os municípios), e local (espaços rurais, cortes de estrada), tal como estes espaços foram

construídos pelas dinâmicas territoriais, com as formas e processos da natureza transfigurados pela ação humana, mas também com papel ativo no rol de questões ambientais e de uso de recursos naturais. É, assim, o oposto da visão geossistêmica mais estrita, naturalista por excelência, que vê as formações naturais antes do espaço-território. Na presente análise, os táxons da proposta de classificação de fatos geomórficos de Ross (1990, 1992) foram recortados pelas divisões territoriais.

Pois bem, se as estradas são fatos geográficos da organização e configuração do espaço e das paisagens, elas participam da formação de morfologias antropogênicas.

Sustentou-se desde o início, e concluiu-se com a pesquisa, que formas de georrelevo antrópico estão mais disseminadas na Amazônia brasileira do que as contribuições de caráter geral sobre impactos ambientais têm informado. Nas duas últimas contribuições do IBGE seguindo o formato de monografias regionais, os capítulos relativos à Geomorfologia nada informam sobre o georrelevo antrópico (MOREIRA, 1977; GATTO, 1991), e isto apesar da relevância deste, sobretudo após 1950, quando os impactos sobre a natureza regional tiveram um aumento sem precedentes na história regional.

Grata surpresa – e retomando a linguagem memorial – da pesquisa foi o retrospecto histórico da problemática, demonstrando que, na Amazônia, os impactos da ação humana sobre o relevo são muito antigos, remontando a trincheiras, “tesos” e depósitos de “terras pretas de índio” milenares; erosões no século XIX, às margens do rio Amazonas. E como não lembrar que já existiam estradas de rodagem e ferrovias no final do século XIX e início do século XX, muito antes da Belém-Brasília?

As contribuições geomorfológicas existentes são típicas ao tratar da problemática de impactos sobre o relevo, os quais têm manifestação espacial pontual (local), que é a escala própria de tempo e de espaço das intervenções humanas nos sistemas morfogenéticos; no entanto, encontram-se amplamente disseminados no espaço e nas paisagens regionais. No último capítulo, quando se ampliou a análise para uma perspectiva ambiental mais ampla, diversas alterações de formas e processos do sistema morfogenético foram mencionadas.

Pôde-se perceber, também, o quanto a realidade e o conhecimento andam juntos. Foi neste sentido que, na conjuntura entre as décadas de 1950 e 1980, se a região amazônica passava por uma fase de transformações socioespaciais, socioambientais e sócio-político-econômicas intensas – a fronteira contemporânea de recursos –, a própria Geografia se transformava com o movimento de renovação que dismantellou os pressupostos clássicos ou tradicionais (CLAVAL, 2002). Uma nova realidade posta à análise dos geógrafos a partir de novos referenciais teórico-conceituais.

O estudo do relevo passou por um processo semelhante. Com a abertura de estradas foi possível conhecer melhor as morfologias do interior amazônico, com observações empíricas associadas a novas técnicas de mapeamento, especialmente com o uso de imagens orbitais (radares e satélites), o que se fez amplamente no Projeto Radambrasil.

Foram desacreditados, de uma vez só, dois mitos sobre a Amazônia: a homogeneidade dos espaços sub-regionais e a planura do terreno.

Em comparação com as morfologias originais, as formas de relevo antropogênicas se originam e modificam mais rapidamente. Por vezes, surgem e desaparecem da paisagem em poucos meses ou anos. Além disso, não existem padrões bem definidos de formas, materiais e processos, que podem assumir um conteúdo plenamente antrópico, imitar ou reproduzir as características do meio pré-intervenção, mascarando, em algumas situações, os efeitos das ações humanas nos sistemas morfogenéticos. O relevo antrópico, assim, nem sempre revela claramente a sua origem.

Os cortes de estrada, enfatizados na análise, são uma constante na paisagem do Corredor Norte da Belém-Brasília. Eles emolduram uma paisagem confinada, de barrancos que são verdadeiras janelas do tempo, expondo sequências sedimentares de milhões de anos atrás; e, também, escondem as paisagens que se descortinam por detrás deles; encontram-se, comumente, mascarados pela vegetação, o que dificulta em vários locais e épocas a observação de feições geológicas e geomorfológicas.

Nos cortes de estrada analisados, a análise da morfodinâmica passou pela consideração de materiais com diferentes resistências ao longo dos taludes, tendo em vista, sobretudo, o contraste de alguns horizontes lateríticos, no topo, e os horizontes caulinitizados da parte intermediária e inferior dos perfis.

No domínio setentrional da Província Bauxitífera de Paragominas, onde se encontra a área de estudo, os processos geocológicos deram origem a uma morfologia de platôs residuais bauxítico-lateríticos mais elevados, delimitados por vertentes bem definidas e alternados com os setores rebaixados de colinas, formas tabulares e pedimentos. Nos setores rebaixados afloram os sedimentos da Formação Ipixuna, convertida em cobertura pedológica, mas relativamente preservada nos taludes de corte da estrada. Por ser mais antiga que os lateritos, esta formação é um indício da fragmentação da superfície laterítica paleogênica.

Mas, e apesar da vasta revisão e crítica da literatura, tem-se aqui uma contribuição pequena para algumas temáticas da Geografia Física e Geologia da Província Bauxitífera, principalmente no que diz respeito às diferenças de evolução geológico-geomorfológica no Cenozóico Superior, às formas de relevo atuais, aos tipos de lateritas e repartição delas nos

domínios setentrional e meridional dela. A tectônica e o clima/paleoclimas são alguns dos fatores que explicam essas diferenças.

As pesquisas arqueológicas não têm dado notícia, até agora, de presença humana significativa antes de 1940, em termos de ocupação do espaço e de alteração da paisagem, no divisor de águas Capim/Gurupi e Capim/Guamá, onde foi implantada a rodovia Belém-Brasília. Após isso, colonos começaram a chegar, e suas intervenções foram de pouca monta, abrindo clareiras e picadas na mata.

Mas a paisagem natural e a paisagem artificial, como afirma Silva (1997), são um *continuum*, e afirmar que a Belém-Brasília “rasgou” a floresta nativa intacta é, no mínimo arriscado. Os colonos já estavam lá, desmentindo a noção de uma Amazônia como vazio demográfico, tão comum na visão e no discurso dos planejadores federais. Desacreditou-se, assim, outro mito. A série de conflitos com posseiros, indígenas, caboclos e outros sujeitos sociais comprova que, de fato, não era a Amazônia uma terra vazia, e que as frentes econômicas e populacionais pós-1950 não eram pioneiras na introdução do elemento humano (GONÇALVES, 2001; LOUREIRO, 2002).

O mito de “planura amazônica”, já comentado, também foi abalado com a abertura da Belém-Brasília, pois à medida que as equipes de serviço iam avançando na trilha pioneira (o “picadão”), tinham de enfrentar terrenos dissecados, com declives expressivos. A face colinosa da Amazônia se mostrou à luz do sol, na superfície que foi, gradativamente, desmatada, expondo os solos e as vertentes às intempéries, o que desestabilizou o sistema morfogenético típico do trópico úmido florestado, e desde então antropizado, passando das condições de biostasia (equilíbrio) para a resistasia (desequilíbrio).

Barreto (1965) fez uma analogia divertida à morfologia do eixo da estrada, referindo-se a alguns dos declives existentes como “ladeiras medonhas”.

As fotos dos livros de Bouhid (1960), Barreto (1965), Valverde e Dias (1967) e Petey e Barcellos (1968), utilizadas na tese, são a iconografia real, em preto e branco, do quanto a Belém-Brasília ajudou a revelar uma região que, sendo extensa, é também complexa e heterogênea. Este evento foi, também, um dos pontos de inflexão definitivos dos impactos ambientais sobre os sistemas morfogenéticos na região, na medida em que são incorporados os elementos geoecológicos do relevo aos esquemas sociorreprodutores – na agropecuária, extração madeireira, mineração, reflorestamento, formação e dinâmica de espaços urbanos, e as próprias estradas como elementos de circulação.

Até por volta de 1950, pouco da Amazônia havia sido devidamente estudado, e fez-se, à larga, uma interpretação homogênea da região, um *tableau*, uma paisagem-tipo de rios,

planícies e florestas, onde a presença humana era insignificante, apesar das muitas alterações que já havia produzido. Este é o mito da homogeneidade, citado anteriormente.

Euclides da Cunha, na sua principal obra sobre a Amazônia, “À margem da história”, 1909, sintetizou a natureza da região como “a última página do gênesis”. Possivelmente não imaginava a devastação que se seguiria após 1950, provocada, justamente, por este elemento considerado tão pequeno em face da grandiosidade da hileia: o “Homem”. No entanto, o equilíbrio da floresta tropical é frágil, e sem a vegetação densa perturba-se a série de processos ecológicos das quais ela depende. Tempos depois de Euclides, Bertha Becker (1990) se referia ao cenário de destruição com outra metáfora bíblica: “apocalipse *now*?”

As obras da Belém-Brasília foram gerando alterações pontuais, algo areolares; diretas e indiretas no que se refere aos elementos sociorreprodutores do relevo, com os cortes, aterros e formas relacionadas com empréstimos de terra (mineração); e erosões e deposições de sedimentos. O conjunto total de alterações morfogenéticas é percebido quando se consideram, também, as atividades do entorno da rodovia, provocando várias mudanças ambientais e paisagísticas de tempo curto.

Além de ter sido uma fase de perturbação na natureza, o período inicial de mudanças geomorfológicas substanciais, isto é, a fase de perturbação ativa, foi perturbador das almas que participaram do projeto, dadas as dificuldades de avanço na selva; e das almas que se dispuseram a viver a Belém-Brasília nos seus primeiros anos, como viajante ou morador.

A fase de perturbação ativa no Corredor Norte da Belém-Brasília teve início com as obras de abertura da estrada pioneira entre 1958 e 1960. Tendo em vista que as alterações paisagísticas até então produzidas pelos colonos eram pontuais, pode-se concluir que a estrada precede, temporalmente, todas as demais modalidades de intervenção em termos de sua importância, ou seja, de capacidade para intervir nos sistemas morfogenéticos e alterar, substancialmente, as formas e os processos do relevo.

O resumo que se pode fazer da fase de perturbação ativa é que, em face do desconhecimento das condições bio-físicas, houve um desprezo à (geo)morfologia local, pois o terreno é bastante dissecado, e aos efeitos que os elevados índices pluviométricos iriam produzir na própria estrada e, como a extensão dos processos erosivos/deposicionais, nas drenagens. É nessa fase que ocorrem os processos mais acelerados e agressivos, os quais tendem a reduzir a frequência e intensidade na fase posterior – a de pós-perturbação.

As morfologias antropogênicas plenas são aquelas que resultam de efeitos diretos das ações antrópicas, na curta duração, acumulando-se ou desaparecendo na média e longa durações, especialmente as ações mediadas pelas técnicas – escavando o solo e o subsolo

(cortes, “caixas de empréstimo”, sarjetas etc.), mobilizando e depositando os materiais (em plataformas, aterros, montículos etc.) e canalizando ou desviando cursos d’água.

São as morfologias e processos indiretos do relevo, todavia, os mais comuns, devido à reorganização do sistema morfogenético, nem sempre prevista nos projetos de rodovias, e uma vez que permanecem elevados os índices pluviométricos e as taxas de intemperismo e reprodução biológica, destacando-se a lixiviação ou erosão superficial (vertical e horizontal), desagregação e recuo de pacotes argilosos, queda e rolamento de blocos, e a intemperização por efeito biogênico. Incluem-se, ainda, o assoreamento dos canais e das áreas inundáveis e a formação de sulcos, ravinas e voçorocas.

Em relação aos processos elementares e complexos típicos da morfogênese em meio tropical úmido, as intervenções antrópicas abriram novas “frentes” de intemperização, com a exposição do solo, em superfície, e do subsolo em cortes e trincheiras.

O balanço morfogênese/pedogênese é alterado, aumentando-se o escoamento superficial e, com isso, a erosão dos solos, o que mobiliza grande quantidade materiais, depositados tanto em superfície como em canais. A drenagem é reorganizada, e os canais de torrentes ou de escoamento de águas servidas passam a ganhar destaque.

O 4º, 5º e 6º táxons, que correspondem às formas, feições e processos do relevo na paisagem real, são os mais afetados pela ação humana, pela alteração das morfologias originais e geração de formas plenamente antrópicas. O 3º táxon, o dos padrões de formas semelhantes, é ligeiramente alterado, o que se pode abstrair ao nível da paisagem-tipo, indicando-se as áreas críticas ambientalmente e do ponto de vista geomorfológico. Não ocorrem mudanças nas escalas menores (no 1º e 2º táxons), onde atuam fatores de ampla envergadura no espaço e no tempo, gerando os compartimentos de relevo em nível (sub) regional, (sub)continental e planetário.

Padrões diversos de formas e processos de um georrelevo tipicamente antrópico são observados ao longo da estrada, de acordo com variações/combinções de litologia; de morfologia original (setores de topo, vertente e proximidade dos cursos d’água e planícies de inundação) e de alteração (altura e geometria dos taludes, sarjetas e canaletas); de solos; do fluxo de água superficial; e de cobertura da terra.

Ressalta-se, mais uma vez, o quão foi grande o impacto sobre a drenagem, com o secamento, estrangulamento (por tubulações) e represamento (por diques) de cursos d’água, e a desperenização dos mananciais hídricos. Registra-se, por fim, a geração dos depósitos tecnogênicos abundantes, que marcam o topo da coluna litoestratigráfica regional.

A precariedade das estradas de rodagem no trópico úmido amazônico foi uma constante, e ainda é em alguns locais quando se lembra de outras rodovias, como a Transamazônica, e das vicinais que cruzam os espaços rurais. Ladeiras com declives acentuados; pontes e tubulações sempre danificadas durante as épocas chuvosas; plataformas com revestimento em terra que se transformam em lodaçais; solapamento de material dos cortes e erosão lateral de plataformas são fatores que, frequentemente, obliteram o tráfego.

Esta é a síntese do georrelevo antrópico no trecho estudado da Belém-Brasília. Trata-se de uma história complexa, de impactos e confrontações ambientais violentas; uma face específica de violência contra a natureza da região, que é parte do conjunto de violências recentes que têm se cometido na Amazônia: contra o homem e a mulher do campo e das cidades, contra a biota, contra os rios. Que continua nos dias de hoje, quando se pensa na abertura e consolidação de estradas na Amazônia central e ocidental, que irão impactar esta parte ainda menos devastada na região.

Novas paisagens, novas estradas, novas fronteiras, abertas sem que as “velhas” tenham sido devidamente estudadas em alguns dos seus aspectos.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. N. **Domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

_____. **Amazônia: do discurso à práxis**. São Paulo: Edusp, 1996.

_____. Geomorfologia do Corredor Carajás-São Luís. In: _____. **Amazônia: do discurso à práxis**. São Paulo: Edusp, 1996, p. 67-89.

_____. Um plano diferencial para o Brasil. **Estudos Avançados**, 4(9), 1990, p. 19-62.

_____. Os Mecanismos da Desintegração das Paisagens Tropicais no Pleistoceno. **Inter-Facies**, IBLCE – UNESP, n. 4, 1979.

_____. Potencialidades paisagísticas brasileiras. **Geomorfologia**, São Paulo, IG-USP, 1977, n°. 55. 27p.

_____. A organização natural das paisagens inter e subtropicais brasileiras. **Geomorfologia**, São Paulo, IG-USP, 1973, n°. 41. 39p.

_____. Um conceito de Geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. **Geomorfologia**. São Paulo, IGEO-USP, n.º 18, 1969. 13p.

_____. Problemas geomorfológicos da Amazônia Brasileira. In: LENT, H. (ed.). **Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica**. Belém: CNPq, 1967, v.1, p.35-65.

_____. Superfícies aplainadas e terraços na Amazônia. **Geomorfologia**, IG-USP, n°. 4, São Paulo, 1966. 10p.

ABREU, A. A. A teoria geomorfológica e sua edificação: análise crítica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, ano 04, n°. 2, 2003, p. 51-67.

_____. Do pátio do colégio ao Planalto Paulistano: problemas geomorfológicos emergentes do Município de São Paulo. In: **SEMINÁRIO SOBRE PROBLEMAS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO-RMSP**. São Paulo: Abas/ABGE/SBG-SP, v. 1, p. 47-54, 1992.

_____. Ação antrópica e propriedades morfodinâmicas do relevo na área metropolitana de São Paulo. **Orientação**, USP, Instituto de Geografia, n°. 7, 1986, p. 35-38.

_____. Significado e propriedades do relevo na organização do espaço. **Boletim de Geografia Teorética**, Associação de Geografia Teorética – Rio Claro (SP), v. 15, n°. 29-30, 1985, p. 154-62.

_____. Surell e as leis da morfologia fluvial. **Craton & Intracraton: escritos e documentos**. São José do Rio Preto, UNESP - IBILCE, 7, 1980. 13p.

_____. Quantificação e sensoriamento remoto na investigação geográfica. **Revista Geográfica**, Instituto Panamericano de Geografía e História, Mexico, n. 129, 1974, p. 129-132.

ACEVEDO MARIN, R. E. Povoamento e sociedade entre os rios Gurupi e Moju no Pará dos séculos XVIII e XIX. In: MONTEIRO, M. A.; COELHO, M. C. N.; BARBOSA, E. J. S. (Orgs.). **Atlas Socioambiental: municípios de Tomé-Açu, Aurora do Pará, Ipixuna do Pará, Paragominas e Ulianópolis**. Belém: NAEA/UFPA, 2009, p. 33-44.

ALBUQUERQUE, A. R. C.; VIEIRA, A. F. S. G. Erosão dos solos na Amazônia. In: GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. (Org.). **Degradação dos solos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014, p. 224-259.

ALMEIDA, J. P. Questões conceituais na História Ambiental. In: GIANNATTASIO, G.; IVANO, R. (Orgs.). **Epistemologias da História: verdade, linguagem, realidade. Interpretação e sentido na pós-modernidade**. Londrina: Eduel, 2011, p. 241-64.

ALMEIDA, O. T.; UHL, C. **Planejamento do uso do solo do Município de Paragominas utilizando dados econômicos e ecológicos**. Belém: Imazon, 1998. (Série Amazônia, nº. 9.)

ANAISSÉ JÚNIOR, J. **Fácies costeiras dos depósitos Itapecuru (Cretáceo), Região de Açailândia, Bacia do Grajaú**. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Centro de Geociências. Belém: Universidade Federal do Pará, 1999.

ANDRADE, M. C. **Paisagens e problemas do Brasil**. 5. ed. São Paulo: Brasiliense, 1977.

ANTAS, P. M.; VIEIRA, A.; GONÇALO, E. A.; LOPES, L. A. **Estradas: Projeto Geométrico e de Terraplenagem**. Rio de Janeiro: Interciência, 2010.

ARAGÓN, L. E. (Org.). **Migração internacional na Pan-Amazônia**. Belém: NAEA/UFPA, 2009.

ARAÚJO JÚNIOR, A. C. R. Paisagem antropogenética e a dinâmica do meio físico na porção sul da cidade de Belém-PA. **Ateliê Geográfico**. Goiânia, v. 7, n. 2, p.71-96, ago. 2013.

ARAÚJO JÚNIOR, A. C. R.; BARBOSA, E. J. S. A estrada e a paisagem: como a antropização atua sobre o relevo (um ensaio de Geomorfologia Ambiental). In: ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS, 16, 2010, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: AGB, 2003, 10p. Disponível em: > www.agb.org.br/evento/download.php?idTrabalho=523<. Acesso em: 20 mar. 2010.

ARAÚJO J. V.; VIEIRA, L. S.; ARAÚJO, M. P.; MARTINS, J. S. Solos. In: BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Projeto Radam: levantamento de recursos naturais**. Folha SA-23 – São Luís e parte da Folha SA-21 – Fortaleza. Rio de Janeiro: DNPM, 1973, v. 3.

BADIE, B. **O fim dos territórios**. São Paulo: Hucitec, 1995.

BAENA, A. R. C.; FALESI, I. C. **Avaliação do potencial químico e físico dos solos sob diversos sistemas de uso da terra na colônia agrícola de Tomé-Açu, Estado do Pará**. Belém: Embrapa Amazônia oriental, 1999

BAESSO, D. P.; GONÇALVES, F. L. **Estradas rurais: técnicas adequadas de manutenção**. Florianópolis: Estado de Santa Catarina, 2003.

BALDIN, N.; MUNHOZ, E. M. B. *Snowball* (bola de neve): uma técnica metodológica para pesquisa em educação ambiental comunitária. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 10, Curitiba. **Anais...** Curitiba: PUCPR, 2011, p. 329-41.

BARBOSA, E. J. S. **Formação urbana na fronteira amazônica**: estudo sobre as cidades de Paragominas, Tomé-Açu e Quatro Bocas, Pará. 107f. Monografia (Curso de Especialização Cidades na Amazônia: História, ambiente e cultura) - Núcleo de Altos Estudos Amazônicos. Belém: UFPA, 2008.

BARBOSA, E. J. S. **Unidades de relevo em zona costeira estuarina**: municípios de Colares e Santo Antônio do Tauá. 2007. 96f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. Belém: UFPA, 2007.

BARBOSA, G. V.; RENNÓ, C. V.; FRANCO, E. M. Geomorfologia da Folha S.A.22 Belém. In: BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Projeto Radam**: levantamento de recursos naturais. Rio de Janeiro: DNPM, 1974, v. 5.

BARBOSA, G. V.; PINTO, M. N. Geomorfologia da Folha S.A.23 São Luís e parte da Folha S.A.24 Fortaleza. In: BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Projeto Radam**: levantamento de recursos naturais. Folha SA-23 – São Luís e parte da Folha SA-21 – Fortaleza. Rio de Janeiro: DNPM, 1973, v. 3.

BARRETO, R. M. **Aventura através do progresso**: a mais completa reportagem já publicada sobre a Belém-Brasília. Belém: SPVEA, 1965.

BARROS, J. A. História, espaço e tempo: interações necessárias. **Varia Historia**. Belo Horizonte, v. 22, nº 36: p.460-476, jul./dez. 2006.

BASTOS, T. X. Estado atual dos conhecimentos das condições climáticas da Amazônia brasileira. **Boletim Técnico do Instituto de Pesquisas Agropecuárias**, nº. 54, 1972, p. 68-122.

BATES, H. W. **Um naturalista no rio Amazonas**. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: USP, 1979.

BECKER, B. K. Geopolítica da Amazônia. **Estudos avançados**, v. 19, n. 53, p. 71-86, 2005.

_____. **Amazônia**. São Paulo: Ática, 1990.

_____. Uma hipótese sobre a origem do fenômeno urbano numa fronteira de recursos do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, ano 40, nº. 1, p. 111-22, jan./mar. 1978.

_____. A implantação da rodovia Belém-Brasília e o desenvolvimento regional. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 1, p. 32-46, 1977.

BECKER, B. K.; STENNER, C. **Um futuro para a Amazônia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

BENCHIMOL, S. **Amazônia, um pouco-antes e além-depois**. Manaus: Editora U. Calderaro, 1977.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**. São Paulo: Instituto de geografia, USP, 1971.

BESSE, J. M. **Ver a Terra**: seis ensaios sobre a paisagem e a geografia. São Paulo: Perspectiva, 2006.

BETZ JR., F. *Introduction*. In: _____. (Edit.). **Environmental Geology**. Dowden, Hutchinson & Ross Inc.: Benchmark Papers in Geology, 25, 1975, p. 1-9.

BESERRA NETA, L. C.; COSTA, M. L.; BORGES, M. S. Contribuição da atividade garimpeira diamantífera na intensificação das frentes erosivas lineares por voçorocamento na serra Tepequém – Roraima. **Acta Geográfica**, v. 1, n. 1, p. 83-93, 2007.

BEZERRA, P. E. L.; CUNHA, B. C. C.; DEL'ARCO, J. O.; DRAGO, V. A. Geologia. In: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Projeto Zoneamento das Potencialidades dos Recursos Naturais da Amazônia Legal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1990a, p. 91-164.

BEZERRA, P. E. L. ; OLIVEIRA, V. ; REGIS, W. D. E.; BRAZÃO, J. E. M.; GAVINHO, I.; COUTINHO, R. C. G. Amazônia Legal : zoneamento das potencialidades e dos recursos naturais. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Projeto Zoneamento das Potencialidades dos Recursos Naturais da Amazônia Legal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1990b, p. 17-89.

BIGARELLA, J.J.; MOUSINHO, M.R.; SILVA, J.X. Pediplanos, pedimentos e seus depósitos correlativos no Brasil. **Boletim Paranaense de Geografia**, v. 16, n. 17, p. 153-197, 1965.

BIGARELLA, J. J.; FERREIRA, A. M. M.; *Amazonian Geology and the Pleistocene and the Cenozoic Environments and Paleoclimates*. In: PRANCE, G. T.; LOVEJOY, T. E. **Key Environments Amazonia**. Pergamon Press, 1985, pp. 49-71.

BIGARELLA, J. J.; SANTOS, G. F.; HERRMANN, M. L. P.; CARVALHO, S. M. C.; MENDONÇA, M. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1994.

BOUHID, W. **Rodovia Belém-Brasília : a rodovia da unidade nacional e suas implicações de ordem técnica, econômica e política**. Belém : Rodobrás, 1960.

BRANDT MEIO AMBIENTE. **Estudo de Impacto Ambiental – EIA – Mineroduto de Bauxita**. Rio de Janeiro, 2003, v. 1.

BRASIL. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Rodovias Federais**. Disponível em: > <http://www.dnit.gov.br/rodovias/rodovias-federais><. Acesso: 10 mar. 2015.

_____. _____. **Terminologias rodoviárias usualmente utilizadas**. Brasília: MT-DNIT, 2007.

_____. _____. **BR-163: Diagnóstico Ambiental**. 2005, v. 2.

_____. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Brasil e relevo**. Pará: Carta SA-23-Y-A. Escala 1:250.000. 2001. Disponível em: > <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/pa/sa-23-y-a.htm><. Acesso: 09 out. 2012.

_____. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **Normas para o projeto das estradas de rodagem**. Rio de Janeiro: MT-DNER, Serviço de Publicações, 1973.

BRAUDEL, F. A **Escritos sobre a História**. São Paulo: Perspectiva, 2007, p. 39-78.

BRITO, S. S. **Desafio amazônico: o futuro da civilização dos trópicos**. Brasília: UNB, 1990.

BROWDER, J O.; GODFREY, B. J. **Rainforest Cities: Urbanization, Development and Globalization of the Brazilian Amazon**. New York: Columbia University Press, 1997.

BRUNHES, J. **La géographie humaine: les faits essentiels groupés et classés, principes et exemples**, Tome I. 3e édition. Paris: Librairie Félix Alcan, 1925.

BÜDEL, J. **Climatic Geomorphology**. New Jersey: Princeton University Press, 1982.

BUNKER, S. *Underdeveloping the Amazon: Extraction, Unequal Exchange, and the Failure of the Modern State*. Chicago: The University Chicago Press, 1985.

BUTTIMER, A. *Alexander von Humboldt and planet earth's green mantle*. **Cybergeo: European Journal of Geography**. *Epistémologie, Histoire de la Géographie, Didactique*. 03 août 2012. Disponível em: ><http://cybergeo.revues.org/25478><. Acesso: 19 jun. 2015.

CAILLEUX, A.; TRICART, J. *Le problème de la classification des faits géomorphologiques*. **Annales de Géographie**, Armand Colin, v. 65, n. 349, 1956, pp. 162-186.

CALAF, J. M. C. **Evolução geológica no Cenozóico da região entre Açailândia (MA) e Ligação (PA)**. 112f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Centro de Geociências. Belém: Universidade Federal do Pará, 2000.

CARNEIRO FILHO, A. Cerrados amazônicos: fósseis vivos? **Revista do Instituto de Geociências**. São Paulo, 14 (1), p. 63-68, jul./dez. 1993.

CARVALHO, D. A meta Belém-Brasília e a “Estrada das Onças” ou das “Cutias”. **O Jornal**, Rio de Janeiro, 11 fev. 1962.

CARVALHO, D. P.; MOLINARI, D. C. Caracterização das voçorocas na BR-174: trecho Manaus-Presidente Figueiredo (Amazonas). **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 8, nº. 2, 2014, p. 5-19

CARVALHO, M. P. **Curso de estradas**: estudos, projetos e locação de ferrovias e rodovias. Rio de Janeiro: Editora Científica, 1967.

CARVALHO, P. A. S. (Coord.). **Taludes de rodovia**: orientação para diagnóstico e solução de seus problemas. São Paulo: IPT, 1991.

CASSETTI, V. **Geomorfologia**. 2005. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: 20 ABR. 2015.

_____. A natureza e o espaço geográfico. In: MENDONÇA, Francisco; KOZEL, Salete (Orgs.). **Elementos de Epistemologia da Geografia Contemporânea**. Curitiba: Editora da UFPR, 2002, p. 145-163.

_____. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo: Contexto, 1991.

CASTRO, E. Desmatamento e dinâmica socioeconômica na Amazônia. **Novos Cadernos NAEA**. Belém, NAEA/UFPA, v. 8, nº. 2, dez. 2005, p. 5-39.

CAVALCANTI, F. R. **Estrada de Ferro Tocantins**. In: CENTRO OESTE: ferreomodelismo, trens e ferrovias do Brasil. Disponível em: > <http://vfco.brazilia.jor.br/><. Acesso: 12 fev. 2015.

CELENTANO, D.; VERÍSSIMO, A. **O avanço da fronteira na Amazônia**: do *boom* ao colapso. Belém: Imazon, 2007.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Um projeto para a Amazônia no século 21**: desafios e contribuições. Brasília, DF: CGEE, 2009.

CHAVES, A. C. **Aspectos geo-humanos do vale do Gurupi**. Belém: UFPA, 2001.

CHEMEKOV, Y. F. *Technogenic deposits*. In: INQUA CONGRESS, 11. *Abstracts...* Moscow, 1983, p.62.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial: o canal fluvial**. São Paulo: Edgar Blücher, 1981, v. 1.

_____. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgar Blücher, 1980.

CLAVAL, P. A revolução pós-funcionalista e as concepções atuais da Geografia. In: MENDONÇA, F.; KOZEL, S. (orgs.). **Elementos de epistemologia de Geografia contemporânea**. Curitiba: Editora UFPR, 2002, p. 11-43.

CLEARY, D. *After the frontier: Problems with political economy in the modern Brazilian Amazon*. *Journal of Latin American Studies*, v. 25, n. 02, p. 331-349, 1993.

_____. *Anatomy of the Amazon gold rush*. Basingstoke: Macmillan, 1990

CLEMENT, C. R., DENEVAN, W. M., HECKENBERGER, M. J., JUNQUEIRA, A. B., NEVES, E. G., TEIXEIRA, W. G., WOODS, W. I. *The domestication of Amazonia before European conquest*. *Proc. Royal Soc. B.*, 282, 2015.

COATES, D. R. (ed.). **Environmental Geomorphology**. Binghamton: State University of New York Publications in Geomorphology, 1971.

COELHO, M. C. N. Impactos ambientais em áreas urbanas – teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000, p. 19-45.

COELHO, M. C. N.; MONTEIRO, M. A. Frentes de ocupação e exploração econômica no século XX. In: MONTEIRO, M. A.; COELHO, M. C. N.; BARBOSA, E. J. S. (orgs.). **Atlas Socioambiental: municípios de Tomé-Açu, Aurora do Pará, Ipixuna do Pará, Paragominas e Ulianópolis**. Belém: NAEA/UFPA, 2009, p. 45-59.

COLCHESTER, M. **Guyana fragile frontier: loggers, miners and forest peoples**. Latin America Bureau, 1997.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Geobank**. Carta de Geodiversidade do Brasil ao Milionésimo. Carta SA-22 Belém e Carta SA-23 – São Luis. 2004. Escala: 1:1.000.000. Disponível em: > <http://geobank.cprm.gov.br/><. Acesso: 20 abr. 2014.

CONTI, J. B **Geografia Física e as relações sociedade/natureza no mundo tropical**. São Paulo: Humanitas, 1996.

COOKE, R. U.; DOORNKAMP, J. C. **Geomorphology in Environmental Management: a new introduction**. 2nd edition. Oxford: Clarendon Press, 1990.

CORRÊA, R. L. A organização urbana. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Geografia do Brasil: Região norte**. Rio de Janeiro: FIBGE, v. 1, 1991, p. 255-299

_____. **Região e organização espacial**. São Paulo: Ática, 1986.

COSTA, M. L. Aspectos litológicos dos lateritos da Amazônia. **Revista Brasileira de Geociências**, 21, 1991, p. 146-160.

COSTA, M. L. Lateritos e lateritização. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36, Natal. **Anais...** Natal: SBG, 1990, p. 404-421.

COSTA, J. B. S.; HASUI, Y.; BEMERGUY, R. L.; SOARES JÚNIOR, A. V.; VILLEGAS, J. *Tectonics and Paleogeography of the Marajó Basin, northern Brazil*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 74 (3), 2002, p. 519-531.

COSTA, J. B. S.; BEMERGUY, R. L.; HASUI, Y.; BORGES, M. S. *Tectonics and paleogeography along the Amazon River*. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 14, n. 4, p. 335-347, 2001.

COSTA, J. B. S.; BEMERGUY, R. L.; HASUI, Y.; BORGES, M. D. S.; FERREIRA JÚNIOR, C. R. P.; BEZERRA, P. É. L.; BEZERRA, P. E. L.; COSTA, M. L.; FERNANDES, J. M. G. Neotectônica da região amazônica: aspectos tectônicos, geomorfológicos e deposicionais. **Geonomos**, 4(2), 1996, p. 23-44.

COURLET, C. Globalização e fronteiras. **Ensaio FEE**, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 11-22, 1996.

CRUZ, E. **A estrada de ferro de Bragança**: visão social, econômica e política. Belém: SPVEA, 1955.

CRUZ, G. S. **Bauxita, horizonte nodular e cobertura argilosa da região de Paragominas e Juruti, Estado do Pará**. 87f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências. Belém: UFPA, 2011.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). **Geomorfologia**: exercícios, técnicas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

DABIN e LENEUF. *Étude de l'Erosion et du Ruissellement em Basse Côte d'Ivoire*. 20 págs. mimeografadas, inédito, Adiopodoumé, 1958.

DANSEREAU, P. **A terra dos homens e a paisagem interior**. Belém: NAEA/UFPA, 1999.

DARDEL, E. **O Homem e a Terra**: natureza da realidade geográfica. São Paulo: Perspectiva, 2011.

DE BIASI, M. A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 6, p. 45-60, 1992.

DE MARTONNE, E. *Tratado de Geografía Física*. Barcelona: Juventud, 1964.

DELPOUX, M. Ecossistema e paisagem. **Métodos em Questão**. São Paulo, IGEO-USP, nº. 7, 1974. 23p.

DEMANGEOT, A. *La Picardie et les Régions Voisines*. Paris: Librairie Armand Colin, 1905.

DEMEK, J. *Quaternary relief development and man*. **Geoforum**, v. 4, n. 3, p. 68-71, 1973.

_____. *Generalization of Geomorphological Maps. Progress made in Geomorphological Mapping*. Proceedings of the IGU Commission on Applied Geomorphology, sub-commission on Geomorphological Mapping, p. 36-72, 1967.

DIÁRIO DO PARÁ ON LINE – DOL. **Erosão em Abaetetuba atingiu 322 pessoas**. 05. Jan. 2014. Disponível em: ><http://www.diarioonline.com.br/noticias/para/noticia-268850-erosao-em-abaetetuba-atingiu-322-pessoas.html><. Acesso: 10 jun. 2015.

DIÁRIO DO PARÁ ON LINE. **Quatro mortos em deslizamento em Itaituba**. 17maio 2011. Disponível em: ><http://www.diarioonline.com.br/noticias-interna.php?nIdNoticia=148208><. Acesso: 10 jun. 2015.

DICKSON, Robert E. *Introduction to Vegetation and Climate Interactions in the Humid Tropics*. In: _____. (Edit.). *The Geophysiology of Amazonia: vegetation and climate interactions*. New York: John Wiley & Sons, 1987, p. 3-10.

DODT, G. **Descrição dos rios Parnahyba e Gurupy**. Companhia Editora Nacional, 1939.

DOUGLAS, I. *The Urban Environment*. Edward Arnold, 1983.

EBERLE, M. *Individuum und Landschaft: Zur Entstehung und Entwicklung der Landschaftsmalerei*. Gießen: Anabas-Verlag, 1980.

ENGELN, O. D. von. *Geomorphology: systematic and regional*. New York: The Macmillan Company, 1960.

FANNING, D.J.; FANNING, M.C.B. *Soil: morphology, genesis and classification*. New York, John Wiley & Sons, 1989.

FEARNSIDE, P. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e conseqüências. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 113-123, 2005.

_____. *Causes of deforestation in the Brazilian Amazon*. In: DICKSON, Robert E. (Edit.). *The Geophysiology of Amazonia: vegetation and climate interactions*. New York: John Wiley & Sons, 1987, p. 37-61.

_____. A previsão de perda de terra através de erosão de solos sob vários usos de terra na área de colonização da rodovia Transamazônica. **Acta Amazônica**, Manaus, INPA, v. 10, nº. 3, 1980, p. 505-11.

FELS, E. Geomorfologia Antropogenética. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro, ano 16, nº. 144, 1958, p. 352-357.

_____. *Anthropogene Geomorphologie*. In: *CONGRÈS INTERNATIONAL DE GÉOGRAPHIE*, 18, Rio de Janeiro, 1955. **Comptes Rendus**. Rio de Janeiro: UGI, tome second, 1956, p. 227-32.

_____. *El hombre economizante como estructurador de la tierra*. Barcelona: Omega, 1955.

_____. *Der Mensch als Gestalter der Erdoberfläche*. **Petermanns Mitteilungen**, 80, v. 1, 1934, p. 50-51.

FERREIRA, A. J. A. **Políticas territoriais e a reorganização do espaço maranhense**. 269f. Tese (Doutorado em Geografia Humana) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2008.

FERREIRA, A. M. M.; SALATI, E. Forças de transformação do ecossistema amazônico. **Estudos Avançados**, v. 19, nº. 54, 2005, p. 25-44.

FERREIRA, C. F. **Produção do espaço urbano e degradação ambiental**: um estudo sobre a várzea do igarapé Tucunduba (Belém – PA). Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1995.

FISCHER, E. *Der Mensch als geologischer Faktor. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, v. 67, p. 106-148, 1915.

FLAWN, P. *Environmental Geology – Conservation, Land-use planning, and Resource management*. New York: Harper and Row, 1970.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

FURTADO, L. Ocupação humana do litoral amazônico. In: PROST, M. T.; MENDES, A. C. (Orgs.). **Ecosistemas costeiros: impactos e gestão ambiental**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2001, p. 167-175.

GAMA ABREU, J. C. **As Regiões Amazônicas: estudo chorográfico dos estados do Grão Pará e Amazonas**. Belém: SECULT-PA, 1992.

GATTO, L. C. S. Relevô. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Geografia do Brasil: Região Norte**. Rio de Janeiro: FIBGE, 1991, v.5, p.47-61.

GIBLIN, B. *Le paysage, le terrain et les géographes. Hérodote*, v. 9, p. 74-89, 1978.

GILBERT, G. K. *Hydraulic-mining debris in the Sierra Nevada. U.S. Geol. Surv. Prof.*, 105.

GOÊS, A. M. **Estudo sedimentológico dos sedimentos Barreiras, Ipixuna e Itapecuru, no nordeste do Pará e noroeste do Maranhão**. 55f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Centro de Geociências. Belém: UFPA, 1981.

GOÊS FILHO, L.; VELOSO, H. P.; JAPIASSU, A. M. S.; LEITE, P. F. Vegetação. In: BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Projeto Radam: levantamento de recursos naturais**. Folha SA-23 – São Luís e parte da Folha SA-21 – Fortaleza. Rio de Janeiro: DNPM, 1973, v. 3.

GOLDER ASSOCIATES BRASIL CONSULTORIA E PROJETOS LTDA. **Relatório de Controle Ambiental – RCA da ampliação do Projeto Mina Bauxita de Paragominas (14,85 MTPA)**. Elaborado para a Companhia Vale do Rio Doce. Belo Horizonte, 2008, v. II.

GOLOMB, B.; EDER, H. M. *Landforms made by man. Landscape*, v. 14, n. 1, 1964, pp. 4-7.

GONÇALVES, C. V. P. **Amazônia, amazônias**. Rio de Janeiro: Contexto, 2001.

GONÇALVES, S. F. S. **Relações entre os sistemas de produção agropecuários adotados e a qualidade da água em igarapés amazônicos de duas bacias hidrográficas na região de Paragominas (PA)**. 87f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém: MPEG, 2007.

GOUDIE, A. *Anthropogeomorphology*. In: _____. (Edit.). *Encyclopedia of Geomorphology*. London; New York: Routledge, 2004, v. 1, 25-27.

_____. *Human influence in geomorphology. Geomorphology*, v. 7, n. 1, p. 37-59, 1993.

_____. *The human impact on the natural environment*. Blackwell, 1981.

GOUVEIA, I. C. M. **Da originalidade do sítio urbano de São Paulo às formas antrópicas:** aplicação da abordagem da Geomorfologia Antropogênica na Bacia Hidrográfica do rio Tamanduateí, na Região Metropolitana de São Paulo. 363f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2010.

GOUROU, P. ***Le pays tropicaux.: principes d'une géographie humaine et économique.*** Paris: Presses Universitaires de France, 1966.

GREGORY, K. J. **A natureza da Geografia Física.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1992.

GUERRA, A. T. Estrutura geológica. Relêvo e Litoral. In: _____ (org.). **Geografia do Brasil:** Grande Região Norte. Rio de Janeiro: IBGE, 1959a, p. 17-60.

_____. Indústria extrativa mineral. In: _____ (org.). **Geografia do Brasil:** Grande Região Norte. Rio de Janeiro: IBGE, 1959b, p. 259-77.

_____. Notas sobre a pecuária nos campos do Rio Branco. **Boletim Geográfico**, ano XII, nº. 123, nov./dez. 1954a, p. 422-434.

_____. **Estudo geográfico do Território do Amapá.** Rio de Janeiro: Serviço Gráfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1954b.

GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia Urbana.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Orgs.). **Erosão e conservação dos solos:** conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico.** 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia e meio ambiente.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

GUIMARÃES, F. M. S. Divisão Regional do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, ano III, nº 2, abr./jun. 1941, p. 318-73.

GUTIERREZ, F. R.; ACOSTA, L. E. M.; SALAZAR, C. A. C. ***Perfiles urbanos en la Amazonia: un enfoque para el desarrollo sostenible.*** Bogotá, D. C.: Instituto SINCHI, 2004.

HACKETT, J. E. *Geology and Physical planning. Water, Geology and the future.* Water Resources Centre, 1967, pp. 83-89.

HAFF, P. K. *Neogeomorphology.* **Eos**, Transactions American Geophysical Union, v. 83, n. 29, p. 310-317, 2002.

HART, M.G. ***Geomorphology, pure and applied.*** London: George Allen e Unwin, 1986.

HARVEY, D. **Condição pós-moderna:** uma pesquisa sobre as origens da mudança cultural. São Paulo: Edições Loyola, 1992.

HASUI, Y. Neotectônica e aspectos fundamentais da tectônica ressurgente no Brasil. In: WORKSHOP SOBRE NEOTECTÔNICA E SEDIMENTAÇÃO CENOZÓICA CONTINENTAL NO SUDESTE BRASILEIRO, Belo Horizonte, 1990. **Anais...** Belo Horizonte: SBG/MG, p.1-31.

HÉBETTE, J.; ACEVEDO, R. O impacto da Belém-Brasília e o desenvolvimento do baixo terciário nas zonas urbanas da rodovia. In: _____.; _____. **Colonização para quem?** Belém: NAEA/UFGPA, 1979, p. 93-113.

HIDROSERVICE. **Viabilidade técnico-econômica-financeira da implantação definitiva e pavimentação da Rodovia Belém-Brasília.** São Paulo, 1968, v. VI. (Anexos: III-A – Anteprojeto unificado do trecho Santa Maria-Anápolis.)

HOOKE, R. L. *On the history of humans as geomorphic agents.* **Geology**, v. 28, n. 9, p. 843-846, 2000.

_____. *On the efficacy of humans as geomorphic agents.* **GSA Today**, v. 4, n. 9, p. 217, 1994.

HOWARD, A. D. *Drainage Analysis in Geologic Interpretation: a summation.* **The American Association of Petroleum Geologists Bulletin**, v. 51, no. 11, november 1967, pp. 2.246-59.

HUERTAS, D. M. **Da fachada atlântica à imensidão amazônica:** fronteira agrícola e integração territorial. São Paulo: Annablume, 2009.

INICIATIVA PARA LA INTEGRACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA REGIONAL SURAMERICANA. **Ejes de integración y desarrollo.** Disponível em: >
<http://www.iirsa.org/Page/Detail?menuItem=68><. Acesso: 14 maio 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades@.** 2015a. Disponível em: ><http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php?lang=<>. Acesso: 31 jan. 2015.

_____. **Donwloads – Geociências.** Malhas digitais. Município – 2013. 2013. Limites municipais e estaduais. Escala 1:250.000. Disponível em: >
http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm<. Acesso: 20 jun. 2014.

_____. **Donwloads – Geociências.** Mapeamento sistemático. Banco de dados georreferenciado: recursos naturais. Amazônia Legal. Geomorfologia, pedologia, vegetação, capitais estaduais, localidades, rodovias e ferrovias. 2009. Escala 1:250.000. Disponível em: >
http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm<. Acesso: 20 jun. 2014.

_____. **Censo Agropecuário 2006.** Disponível em:
><http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp?e=v&p=CA&z=t&o=11><. Acesso: 09 jan. 2014.

_____. **Censo Agropecuário 1995.** Disponível em:
><http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp?e=v&p=CA&z=t&o=11><. Acesso: 09 jan. 2014.

_____. **Enciclopédia dos Municípios Brasileiros.** Rio de Janeiro: IBGE, 1957a, v. 1.

_____. **Enciclopédia dos Municípios Brasileiros.** Rio de Janeiro: IBGE, 1957b, v. 14.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS MINERAIS. Sistema Compartilhado de Informações Ambientais. **Mapeamento Sistemático da Amazônia Legal.** Folha MI-542 SA-23-Y-A-IV (Candirú-Açu) e Folha MI-543 SA-23-Y-A-V (Paragominas). Drenagem, estradas, curvas de nível e pontos cotados. 2010. 1:100.000. Equidistância: 50 m. Atualmente indisponível no site. Acesso: 09 out. 2012.

INSTITUTO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO-SOCIAL DO PARÁ. **Belém:** estudo ambiental do estuário Guajará. Belém: IDESP, 1990.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **PRODES:** taxas anuais do desmatamento – 1988 até 2014. Disponível em: > http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes_1988_2014.htm<. Acesso> 26 maio 2015.

INTERNATIONAL UNION GEOLOGICAL SURVEY. **Tabela Cronoestratigráfica Internacional.** 2013. IUGS – Comissão Internacional de Estratigrafia. Disponível em: >http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2013-01Portuguese_PT.pdf<. Acesso: 11 maio 2015.

KELLER, E. A.; PINTER, N. *Active tectonics: earthquakes, uplift and landforms*. New Jersey, USA7 Prentice Hall, 1996.

KING, L.C. A Geomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geografia**, IBGE, ano XVIII, n. 2, p. 147-265, 1956.

KOTSCHOUBEY, B.; TRUCKENBRODT, W.; HIERONYMUS, B. Depósitos de caolim e argila semi-flint no nordeste do Pará. **Revista Brasileira de Geociências**, 26, 1996, p.71-80.

KOTSCHOUBEY, B.; TRUCKENBRODT, W.; CALAF, J. M. C. Evolução geológica da porção meridional da Província Bauxitífera de Paragominas durante o Neógeno/Pleistoceno (noroeste da Bacia de Grajaú, Nordeste do Pará e extremo oeste do Maranhão). **Revista Brasileira de Geociências**, 35 (2), 2005, p. 263-72.

KOTSCHOUBEY, B.; CALAF, J. M. C.; LOBATO, A. C. C.; LEITE, A. S.; AZEVEDO, C. H. D. Caracterização e gênese dos depósitos de bauxita da Província Bauxitífera de Paragominas, noroeste da bacia do Grajaú, nordeste do Pará/oeste do Maranhão. In: MARINI O.J.; QUEIROZ, E.T.; RAMOS, B.V. (Eds.) **Caracterização de depósitos minerais em distritos mineiros da Amazônia**. Brasília: DNPMCT/ Mineral-ADIMB, 2005, p. 691-782.

KUGLER, H. *Zur Aufgaben der geomorphologischen Forschung und Kartierung in der DDR. Petermanns Geographische Mitteilungen*, 1976, Vol. 20, n. 2, p. 154-60.

KUHN. T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 2011.

LA BLACHE, V. P. **Princípios de Geografia Humana**. 2. Ed. Lisboa: Edições Cosmos, 1954.

LAY, M. G. *Handbook of Road Technology*. Hardcover, 2009.

LEAL, G. L. R. **Paragominas:** a realidade do pioneirismo. Paragominas – PA: Prefeitura Municipal de Paragominas, 2000.

LEFEBRE, H. *The Production of Space*. Blacwell Publishing, 2007.

LEPSCH, I. F. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso: 4ª aproximação**. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983.

LIBAULT, A. Os Quatro Níveis da Pesquisa Geográfica. **Métodos em Questão**. São Paulo, DEGEO-USP, 1, 1971.

LIMA, C. R. **Urbanização e intervenções no meio físico na borda da bacia sedimentar de São Paulo, uma abordagem geomorfológica**. 1990. Dissertação. São Paulo, Universidade de São Paulo, 1990.

LIMA, H. P. **Notas sobre a análise estratigráfica da Bacia de Marajó**. Belém, Petrobras/Departamento de Exploração do Norte/Divisão de Interpretação. Relatório Interno, 15 p.

LIMA, R. R.; TOURINHO, M. M.; COSTA, J. P. C. **Várzeas flúvio-marinhas da Amazônia Brasileira: características e possibilidades agrícolas**. Belém: FCAP, 1999.

LING, R. **Roman painting**. Cambridge University Press, 1991.

LÓRÁNT, D.; ILYÉS, Z.; BAROS, Z. *Transportation and Industry*. In: SZABÓ, J.; DÁVID, L.; LÓCZY, D. (eds.). **Anthropogenic Geomorphology: a guide to man-made landforms**. Springer, 2010, p. 189-215.

LOMBARDI, R. **1º Raid da Integração Nacional**. In: GUIA DOS ANTIGOS. Disponível em: ><http://www.guiadosantigos.com.br/materia/7/1-raid-da-integracao-nacional/><. Acesso: 21 maio 2015.

LOUREIRO, V. R. Amazônia: uma história de perdas e danos, um futuro a (re)construir. **Estudos Avançados**, v.16, nº.45, 2002, p. 107-121.

_____. **Amazônia: Estado, homem, natureza**. Belém: CEJUP, 1992.

LYELL, C. **Principles of Geology: an inquiry how far the former changes of the Earth's surface are referable to causes now in operation**. Philadelphia: James Kay, Jun. & Brother; Pittsburgh: John. I. Kay & Co., 1837, v. 3.

LUZ, R. A. **Mudanças geomorfológicas na planície fluvial do Rio Pinheiros, São Paulo (SP), ao longo do processo de urbanização**. 245p. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2014.

LUZ, R. A.; RODRIGUES, C. Reconstituição geomorfológica de planícies fluviais urbanizadas: o caso do Rio Pinheiros, São Paulo – SP. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 14, n. 1, 2013.

MAFFESOLI, M. A. **Contemplação do Mundo**. Porto Alegre: Artes e Ofícios, 1995.

MANCHETE. **Brasília**: Edição Histórica. 21 abr. 1960.

MARÇAL, M. S.; GUERRA, A. J. T. Processo de urbanização e mudanças na paisagem da cidade de Açailândia (Maranhão). In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000, p. 275-303.

MARCOY, P. **Viagem pelo Rio Amazonas**. Manaus: Edições do Governo do Amazonas, 2001.

MARSH, G. P. **Man and nature**. Cambridge; Massachussetts: The Belnak Press os Harvard University Press, 2010.

MARTINS, J. S. **Fronteira: a degradação do outro nos confins do humano**. São Paulo: Hucitec, 1997.

_____. O tempo da fronteira: retorno à controvérsia sobre o tempo histórico da frente pioneira e da frente de expansão. **Tempo Social: Revista de Sociologia da USP**, v. 8, nº. 1, maio 1996, p. 25-70.

MATEO RODRIGUEZ, J. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia das Paisagens:** uma visão geossistêmica da análise ambiental. Fortaleza: Editora UFC, 2004.

MATZNETTER, J. O sistema urbano do norte e nordeste do Brasil e a influência das novas estradas. **Revista Brasileira de Geografia**, ano 43, nº. 1, p. 99-122, jan./mar. 1981.

McGEE, W. J. *Soil erosion*. U.S. Dept. Agric. Bur. Soils Bull., 71, 1911, pp. 1-60.

MEGGERS, B. J. *Amazonia: Man and culture in a counterfeit paradise*. Chicago: Aldine-Atherton, 1971.

MEIRELLES FILHO, **Grandes expedições à Amazônia brasileira (1500-1930)**. São Paulo: Metalivros, 2009.

MELFI, A. J. *Brazilian Bauxite Deposits*. In: CARVALHO, A.; BOULANGÉ, B.; MELFI, A. J.; LUCAS, Y. (Edit.). **Brazilian Bauxites**. São Paulo; Paris: USP; FAPESP; ORSTOM, 1997, p. 3-22.

MENDES, J. C. Notas sobre a Bacia Sedimentar Amazônica. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, AGB, nº 26, jul. 1957, p. 3-37.

MENEGAT, R. A emergência da tecnosfera e os novos desafios da geologia urbana. In: MACHADO, R. (Org.). **As Ciências da Terra e sua importância para a humanidade:** a contribuição brasileira para o Ano Internacional do Planeta Terra, AIPT. São Paulo, 2008, p. 75-92.

MICHAELIS. **Dicionário on-line – Michaelis – UOL**. Disponível em: > <http://michaelis.uol.com.br/><. Acesso: 22 out. 2015.

MIRANDA, R. R. **Interfaces do rural e do urbano em área de colonização antiga na Amazônia:** estudo de colônias agrícolas em Igarapé-Açu e Castanhal. Dissertação (Mestrado em Planejamento do Desenvolvimento) – Núcleo de Altos Estudos Amazônicos. Belém: Universidade Federal do Pará, 2009.

MOLION, L. C. A Amazônia e o clima da Terra. In: BRITO, S.S. (Edit.). **Desafio amazônico:** o futuro da civilização dos trópicos. Brasília: UNB, 1990, p. 107-134.

MONBEIG, P. *Pionniers et planteurs de São Paulo*. Paris: Librairie Armand Colin, 1952.

MONTEIRO, C. A. F. William Morris Davis e a teoria geográfica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 2, nº. 1, 2001, p. 1-20.

MONTEIRO, M. A. Meio século de mineração industrial na Amazônia e suas implicações para o desenvolvimento regional. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 53, p. 187-207, 2005.

_____. A ICOMI no Amapá: meio século de exploração mineral. **Novos Cadernos NAEA**, Belém, NAEA/UFPA, v. 6, nº. 2, 2003, p. 113-168.

MONTEIRO, M. A.; COELHO, M. C. N.; BARBOSA, E. J. S. (orgs.). **Atlas Socioambiental:** municípios de Tomé-Açu, Aurora do Pará, Ipixuna do Pará, Paragominas e Ulianópolis. Belém: NAEA/UFPA, 2009.

MONTEIRO, M. A.; COELHO, M. C. N. As políticas federais e reconfigurações espaciais na Amazônia. **Novos Cadernos NAEA**, v. 7., nº. 1, p. 91-122, jun. 2004.

MONTEIRO, M. A.; COELHO, M. C. N.; BARBOSA, E. J. S. Fronteira, corredores de exportação e rede urbana na Amazônia oriental brasileira. **Geographia**, v. 13, nº. 26, 2011, p. 37-65

MORAES, A. C. **Geografia**: pequena história crítica. 17. ed. São Paulo: Hucitec, 1999.

MORAES, C. P.; NEVES, E. G. O. O ano 1000: adensamento populacional, interação e conflito na Amazônia Central. **Amazônica**: Revista de Antropologia, v. 4, nº. 1, 2012, p. 122-148.

MOREIRA, A. A. N. Relevô. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Geografia do Brasil**: Região Norte. Rio de Janeiro, FIBGE, 1977, v.1, p. 1-38.

MOREIRA, E. **Amazônia**: o conceito e a paisagem. Rio de Janeiro: Agência da SPVEA, 1960.

MOREIRA, R. **O pensamento geográfico brasileiro**: as matrizes clássicas originárias. São Paulo: Contexto, 2008.

MOURA, P. O relêvo da Amazônia. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro, IBGE, ano 5, nº. 3, jul./set. 1943, p.3-22.

NASCIMENTO, D. A.; PRATES, M. Geomorfologia. In: BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Projeto Radam**: levantamento de recursos naturais. Folha NA.19 – Pico da Neblina. Rio de Janeiro: DNPM, 1976, v. 11, p. 138-189.

NASCIMENTO, M. S.; GOÉS, A. M. Distribuição estratigráfica e proveniência de minerais pesados das Formações Ipixuna e Barreiras, Região do Rio Capim, sul da Sub-bacia de Cametá. **Revista Brasileira de Geociências**, 35(1), 2005, p. 49-58.

NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICE. **National Soil Survey Handbook, Part 629: Glossary of landform and geologic terms**. USDA, National Soil Survey Center – NRCS, Lincoln, NE, 2005.

NEVES, B. B. B. **Glossário de Geotectônica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

NEVES, E. **Arqueologia da Amazônia**. Zahar, 2006.

NIR, D. **Man, a geomorphological agent: an introduction to anthropic geomorphology**. Jerusalem, Ketem Pub. House, 1983.

NOLASCO, M. C. **Registros geológicos gerados pelo garimpo**: Lavras Diamantinas – BA. 316p. Tese (Doutorado em Geociências, Sedimentologia e Estratigrafia) – Instituto de Geociências. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.

O GLOBO. **Prefeitura de Rondon do Pará declara estado de emergência após chuvas**. 19 jan. 2015. Disponível em: ><http://g1.globo.com/pa/para/noticia/2015/01/prefeitura-de-rondon-do-para-declara-estado-de-emergencia-apos-chuvas.html><. Acesso: 10 jun. 2015.

_____. **Belém-Brasília permanece interditada por causa de erosão**. Disponível em: ><http://g1.globo.com/ma/paranapanema/noticia/2014/02/belem-brasil-permanece-interditada-por-causa-de-erosao.html><. Acesso: 10 jun. 2015.

OLIVEIRA, A. M. S. **Depósitos tecnogênicos e assoreamento em reservatórios**: exemplo do Reservatório de Capivara, Rio Paranapanema, RJ/SP. 287f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. São Paulo, USP, 1994.

OLIVEIRA, A. M. S. Depósitos tecnogênicos associados à erosão atual. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 6, Salvador. **Anais...** Salvador: ABGE, 1990, p. 411-19.

OLIVEIRA, A. M. S.; BRANNSTROM, C.; NOLASCO, M. C.; PELOGGIA, A. U. G.; PEIXOTO, M. N. O.; COLTRINARI, L. Tecnógeno: registros da ação geológica do Homem. In: SOUZA, C. R. G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; OLIVEIRA, P. E. (Edit.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2005, p. 363-378.

OLIVEIRA, L. F. Estado do Maranhão e Grão-Pará: primeiros anos de ocupação, expansão e consolidação do território. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE HISTÓRIA, 26, 2011. **Anais...** São Paulo, ANPUH, 2011. 14p.

PANDOLFO, C. **Amazônia brasileira: ocupação, desenvolvimento e perspectivas atuais e futuras**. Belém: CEJUP, 1994.

PANIZZA, M. *Environmental Geomorphology*. Amsterdam: Elsevier, 1996.

PARÁ. Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral. **Ipixuna do Pará**. Belém: SEPLAN, 1993.

PARANHOS FILHO, A. C.; LASTORIA, G.; TORRES, T. G. **Sensoriamento remoto ambiental aplicado: introdução às geotecnologias**. Campo Grande: Editora UFMS, 2008.

PATTISON, W. *The four traditions of Geography*. **Journal of Geography**, v. LXIII, May – nº. 5, pp. 211-216. 1964.

PELOGGIA, A. U. G. **O homem e o ambiente geológico: geologia, sociedade e ocupação urbana no município de São Paulo**. São Paulo: Xamã, 1998.

_____. A cidade, as vertentes e as várzeas: a transformação do relevo pela ação do homem no município de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 16, n. 2005, p. 24-31, 2005.

PENSAMENTO VERDE. **Paragominas: de polo produtor de madeiras no Pará a exemplos de desenvolvimento sustentável**. 2013. Disponível em: > <http://www.pensamentoverde.com.br/atitude/paragominas-polo-produtor-madeiras-exemplos-desenvolvimento-sustentavel/><. Acesso: 09 maio 2015.

PENTEADO, A. R. **O sistema portuário de Belém**. Belém: UFPA, 1973.

_____. Condições geoeconômicas da Amazônia brasileira. **Revista do Instituto de Estudos Brasileiros**, São Paulo, nº. 6, 1969, p. 35-51.

_____. **Belém do Pará: estudo de Geografia Urbana**. Belém: UFPA, 1968.

_____. **Problemas de colonização e de uso da terra na Região Bragantina do Estado do Pará**. Belém: UFPA, 1967.

_____. Panorama do mundo tropical. **Anuário da Faculdade de Filosofia “Sedes Sapientiae”**, São Paulo, 1959, nº. 16, p. 75-98.

PENTEADO, M. **Fundamentos de Geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1980.

PERZ, S. G.; SKOLE, D. L. *Secondary forest expansion in the Brazilian Amazon and the refinement of forest transition theory*. **Society & Natural Resources**, v. 16, n. 4, p. 277-294, 2003.

PETEY, B. C. C. M.; BARCELLOS, M. M. Região Norte. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Nôvo Paisagens do Brasil**. Rio de Janeiro, 1968, p. 195-212.

PETRI, S.; FÚLFARO, V. J. **Geologia do Brasil**: Fanerozóico. TA Queiroz, Editor, 1983.

PIACENTE, S. *Man as geomorphological agent*. In: PANIZZA, Mario (edit.). **Environmental Geomorphology**. Amsterdam: Elsevier, 1996, p. 197-214.

PICHLER, E. **Geologia de Estradas**. Conferência promovida pelo Núcleo Regional da A. B. M. S. e pela Sociedade de Engenharia do Rio Grande do Sul, proferida em Pôrto Alegre, em 12 de dezembro de 1956. 7p.

PIMENTA, C. R. T.; OLIVEIRA, M. P. **Projeto Geométrico de Rodovias**. São Carlos: Rima, 2001.

PITMAN, A. J. *On the role of Geography in Earth System Science*. **Geoforum**, 2005, 36, pp. 137-148.

POBLET, M. D-M. J. **A dimensão espaço-temporal em Fernand Braudel**: aportes teóricos para a Geografia. 163f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2011.

PRICE, S. J., FORD, J. R., COOPER, A. H.; NEAL, C. *Humans as major geological and geomorphological agents in the Anthropocene: the significance of artificial ground in Great Britain*. **Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences**, 369 (1938), 2011, pp. 1056-1084.

PROST, M. T.; MENDES, A. C. (Orgs.). **Ecosistemas costeiros**: impactos e gestão ambiental. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2001.

QUEIXALOS, F.; LESCURE-RENAULT, O. (Coord.). **As línguas amazônicas hoje**. Belém: IRD, ISA; MPEG, 2000.

RAFFESTIN, C. *Du paysage à l'espace: ou Les signes de la géographie*. **Hérodote**, v. 9, p. 90-104, 1978.

RAMOS, C. R. Geologia e recursos minerais. In: MONTEIRO, M. A.; COELHO, M. C. N.; BARBOSA, E. J. S. (orgs.). **Atlas Socioambiental**: municípios de Tomé-Açu, Aurora do Pará, Ipixuna do Pará, Paragominas e Ulianópolis. Belém: NAEA/UFPA, 2009, p. 76-81.

RECLUS, E. **The Earth**. London: Chapman and Hall, 1871.

REYNARD, E. *Géomorphosites et paysages*. **Géomorphologie: relief, processus, environnement**, 2005, n° 3, p.181-188.

RODRIGUES, C. Avaliação do impacto humano da urbanização em sistemas hidro-geomorfológicos. Desenvolvimento e aplicação de metodologia na Grande São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, USP, n° 20, 2010, p. 111-125.

_____. Morfologia original e morfologia antropogênica na definição de unidades espaciais de planejamento urbano: exemplo na metrópole paulista. **Revista do Departamento de Geografia**, USP, n° 17, 2005, p. 101-11.

RODRIGUES, C. A urbanização da metrópole sob a perspectiva da Geomorfologia: tributo a leituras geográficas. In: CARLOS, Ana Fani A.; OLIVEIRA, Ariovaldo U. **Geografias de São Paulo: representação e crise da metrópole**. São Paulo: Contexto, 2004, v. 2, p. 89-114.

_____. *On Anthropogeomorphology*. In: *REGIONAL CONFERENCE ON GEOMORPHOLOGY*, 1999. **Anais...** Rio de Janeiro, 1999, v. 1, p. 100-110.

RODRIGUES, C.; GOUVEIA, I. C. M. C. Importância do fator antrópico na redefinição de processos geomorfológicos e riscos associados em áreas urbanizadas do meio tropical úmido. Exemplos na Grande São Paulo. In: GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. (Orgs.). **Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013, p. 66-94.

RODRIGUES, M. L. **Uma forma de ocupação espontânea na Amazônia**: povoados do trecho norte da Belém-Brasília. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1978.

RODRIGUES, R.; LOPES, J. A. U. Rodovias. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (Edit.). **Geologia de Engenharia**. São Paulo: CNPq; FAPESP, 1998, p. 419-430.

RODRIGUES, R. M. et al. Urbanização das baixadas de Belém-PA: transformações do habitat ribeirinho no meio urbano. **Anais...** Encontros Nacionais da ANPUR, v. 15, 2013.

RODRIGUES, T. E.; SILVA, R. C.; SILVA, J. M. L.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. C.; GAMA, J. R. N. F.; VALENTE, M. A. **Caracterização e classificação dos solos do Município de Paragominas, Estado do Pará**. Belém: Embrapa Amazônia oriental, 2003.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil**: subsídios para planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

_____. O Relevo Brasileiro, as Superfícies de aplainamento e os Níveis Morfológicos. **Revista do Departamento de Geografia**, 5, FFLCH- USP São Paulo, 1991.

_____. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, FFLCH-USP, 1992, n.º. 6, p. 17-29.

_____. **Geomorfologia**: ambiente e planejamento. São Paulo: Contexto, 1990.

_____. Relevo brasileiro: uma nova proposta de classificação. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 4, p. 25-39, 1985.

ROSS, J. L. S.; FIERS, M.; VIEIRA, B. Técnicas de Geomorfologia. In: VENTURI, L. A. B. **Geografia**: práticas de campo, laboratório e sala de aula. São Paulo: Sarandi, 2011, p. 29-54.

ROSSETI, D. *Paleosurfaces from northeastern Amazonia as key for reconstructing paleolandscapes and understanding weathering products*. **Sedimentary Geology**. Elsevier, 2004, n.º 169, pp. 151-174.

_____. *Late Cenozoic sedimentary evolution in northeastern Pará, Brazil, within the context of sea level changes*. **Journal of South American Earth Sciences**. N. 14, 2001, p.77-89.

ROSSETTI, D. F.; GOÉS, D. Geologia. In: _____. (Orgs.). **O Neógeno da Amazônia oriental**. Belém: Museu Paraense EmLBOEílio Goeldi, 2004, p. 13-52.

ROSSETTI, D. F.; GÓES, A. M.; SOUZA, L. S. B. Estratigrafia da sucessão sedimentar Pós-Barreiras (zona bragantina, Pará) com base em radar de penetração no solo. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 19, p. 113-130, 2001.

ROSSETTI, D. F.; TRUCKENBRODT, W.; GÓES, A. M. Estudo paleoambiental e estratigráfico dos sedimentos barreiras e Pós-Barreiras na Região Bragantina, Nordeste do Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, n.º. 1, 1989, p. 25-74. (Ciências da Terra.)

ROUGERIE, G. **Geografia das paisagens**. São Paulo: Difusão Européia do Livro, 1969.

ROUGERIE, G.; BÉROUTCHACHVILI, N. *Géosystèmes et paysages: bilans et méthodes*. Paris: Colin, 1991.

SALAME, A. M.; ALENCAR JÚNIOR, J. A. **Fundações em Belém – PA: práticas e mapeamentos**. Belém: Unama; UFPA, 2006.

SALATI, E. **Amazônia: um ecossistema ameaçado**. São Paulo: FSFM, 1986.

_____. *The Climatology and Hidrology of Amazonia*. In: PRANCE, G. T.; LOVEJOY, T. E. (Edit.). **Key Environments Amazonia**. Pergamon Press, 1985, pp. 18-48

SALATI, E.; SHUBART, H. O. R.; JUNK, W.; OLIVEIRA, A. E. **Amazônia: desenvolvimento, integração e ecologia**. São Paulo: Brasiliense; Brasília: CNPq, 1983.

SALGADO-LABOURIAU, M. L. **História Ecológica da Terra**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1994.

SALGUEIRO, T. B. Paisagem e Geografia. **Finisterra: Revista Portuguesa de Geografia**, v. 36, n.º. 72, 2001, p. 37-53.

SANTOS, B. A. Recursos minerais da Amazônia. **Estudos Avançados**, v. 16, n. 45, p. 123-152, 2002.

_____. **Amazônia: potencial mineral e perspectivas de desenvolvimento**. São Paulo; Edusp, 1981.

SANTOS, M. **Metamorfoses do espaço habitado: fundamentos teóricos e metodológicos da Geografia**. São Paulo: Edusp, 2014.

_____. **O trabalho do geógrafo no terceiro mundo**. São Paulo: Edusp, 2008.

_____. **A natureza do espaço: tempo e técnica: razão e emoção**. São Paulo: Hucitec, 1996.

_____. *De la société au paysage. La signification de l'espace humain*. **Hérodote**, 9, 1978, p. 66-73.

SANTOS, O. C. O. Caracterização climática. In: MONTEIRO, M. A.; COELHO, M. C. N.; BARBOSA, E. J. S. (orgs.). **Atlas Socioambiental: municípios de Tomé-Açu, Aurora do Pará, Ipixuna do Pará, Paragominas e Ulianópolis**. Belém: NAEA/UFPA, 2009, p. 92-94.

_____. **Análise do uso do solo e dos recursos hídricos na microbacia do igarapé Apeú – Nordeste do Estado do Pará**. Tese (Doutorado em Geografia). 269f. Rio de Janeiro: UFRJ, 2006.

SANTOS, T. C. C.; CÂMARA, J. B. D. **Perspectivas do meio ambiente no Brasil**. Geo Brasil. Brasília: IBAMA; PNUMA; MMA, 2002.

SANTOS FILHO, R. D. Antropogeomorfologia Urbana. In: GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011, p. 227-46.

SANTOS JÚNIOR, A. E.; ROSSETTI, D. F. Paleoambiente e estratigrafia da Formação Ipixuna, área do rio Capim, leste da Sub-Bacia de Cametá. **Revista Brasileira de Geociências**, 33(3), 2003, p. 313-324.

SARAIVA JÚNIOR, J. C. Tempo geológico, sociedade e ensino de Geografia. **Holos**, ano 29, v. 5, 2013, p. 219-233.

SAUER, C. O. *The Morphology of Landscape*. **University of California Publications in Geography**. Paper 4, v. 2, n. 2, pp. 19-50, October 1925.

SCHAAN, D. ; PÄRSSINEN, M.; RANZI, A.; PICCOLI, J. C. Geoglifos da Amazônia ocidental: evidência de complexidade social entre povos da terra firme. **Revista de Arqueologia**, 20, 2007, p. p. 67-82.

SENCO, W. **Terraplenagem**. São Paulo: Grêmio Politécnico/USP, 1980.

SHERLOCK, R. L. *The influence of man as an agent in geographical change*. **The Geographical Journal**, v. 61, n. 4, 1923, pp. 258-68.

_____. *Man as Geological Agent*. Witherby, London, 1922.

SCHOENEBERGER, P.; SCHEYER, J. *How do human-modified landforms fit into geomorphic descriptions?* Lincoln – Nebraska: National Soil Survey, 2005, n/p. Disponível em:>http://clic.cses.vt.edu/ICOMANTH/Schoeneberger_Scheyer_Human-Modified_landforms_2005.pdf <. Acesso: 20 maio 2012.

SERGEEV, E. M. *Theoretical Fundamentals and Problems of Engineering Geology*. In: 27th INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, Moscow, August 1984. **Proceedings...** Utrecht, The Netherlands: VNU Science Press, v. 17 (Engineering Geology), 1984, 35-49.

SCHAAN, Denise Pahl et al. Geoglifos da Amazônia ocidental: evidência de complexidade social entre povos da terra firme. **Revista de Arqueologia**, v. 20, n. 1, 2007.

SHALER, N. S. *Man and the Earth*. Duffield, New York, 1912.

SILVA, F. C. T. História das paisagens. In: CARDOSO, C. F.; VAINFAS, R. **Domínios da História: ensaios da Teoria e Metodologia**. Rio de Janeiro: Elsevier; Campus, 1997. p. 203-16.

SILVA, P. R.. Organização da drenagem. In: MONTEIRO, M. A.; COELHO, M. C. N.; BARBOSA, E. J. S. (orgs.). **Atlas Socioambiental: municípios de Tomé-Açu, Aurora do Pará, Ipixuna do Pará, Paragominas e Ulianópolis**. Belém: NAEA/UFPA, 2009, p. 95-100.

SILVA, P. R.; BARBOSA, E. J. S. Feições do relevo regional. In: MONTEIRO, M. A.; COELHO, M. C. N.; BARBOSA, E. J. S. (orgs.). **Atlas Socioambiental: municípios de Tomé-Açu, Aurora do Pará, Ipixuna do Pará, Paragominas e Ulianópolis**. Belém: NAEA/UFPA, 2009, p. 82-91.

SILVA, R. C.; RODRIGUES, T. E.; VIEIRA, L. S. Caracterização e distinção dos sistemas naturais e ambientais da região de Paragominas – Estado do Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, vol. 13, 2001, p. 41-63.

SOARES, L. C. Hidrografia. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Geografia do Brasil: Região Norte**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977, v. 1, p. 95-166.

SOMBROEK, W.G. *Amazon soils: a reconnaissance of the soils of the Brazilian Amazon region*. Wageningen, Holland, 1966.

SORRE, M. *El hombre en la Tierra*. Barcelona: Editorial Barcelona, 1967.

SOUZA, C. B.G.; PEREIRA, T. C. B. A urbanização no entorno dos Grandes Projetos da Amazônia: as áreas de risco em Parauapebas – PA. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS, 4, Brasília. **Anais...** Brasília, 2008, 9 p.

SOUZA FILHO, P. W. M.; CUNHA, E. R. S. P.; SALES, M. E. C.; SOUZA, L. F. M. O.; COSTA, F. R. (Orgs.). **Bibliografia da Zona Costeira Amazônica**: Brasil. Belém: MPEG; UFPA; PETROBRÁS, 2005.

STRAHLER, A. N. *Dynamic basis of Geomorphology*. **Geol. Soc. American Bulletin**, 1952, 63, pp. 923-938.

SUMMERFIELD, M. A. *Global Geomorphology: an introduction to the study of landforms*. Pearson Prentic Hall, 1991.

SUERTEGARAY, D. Geografia Física e Geomorfologia: tema para debate. **Revista da Anpege**, v. 5, 2009, p. 17-26.

_____. Geografia Física (?) Geografia Ambiental (?) ou Geografia e Ambiente (?). In: MENDONÇA, Francisco; KOZEL, Salete (Orgs.). **Elementos de Epistemologia da Geografia Contemporânea**. Curitiba: Editora da UFPR, 2002, p. 111-20.

_____. Espaço geográfico uno e múltiplo. In: _____. (Org.) **Ambiente e lugar no urbano: a Grande Porto Alegre**. Porto Alegre: UFRGS, 2000, p. 13-34.

SUPERINTENDÊNCIA PARA O DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA. **Atlas Climatológico da Amazônia**. Belém: SUDAM, 1984.

SZABÓ, J.; DÁVID, L.; LÓCZY, D. (eds.). *Anthropogenic Geomorphology: a guide to man-made landforms*. Springer, 2010.

SZATMARI, P.; FRANÇOLINI, J. B. L.; ZANOTTO, O.; WOLFF, O. Evolução tectônica da margem equatorial brasileira. **Revista Brasileira de Geociências**. Rio de Janeiro: SBG, v. 17, n.º 2, jun. 1987, p.180-188.

TATHAM, G. A Geografia no século dezenove. **Boletim geográfico**, v. 17, n. 150, p. 198-226, 1959.

TER-STEPANIAN, G. *Beginning of the Technogene – Commencement du Technogène*. **Bulletin of the International Association of Engineering Geology -de l'Association Internationale de Géologie de l'Ingénieur**, Paris, 38 (1), 1988, 133-142.

THÉRY, H. Situações da Amazônia no Brasil e no continente. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 53, p. 37-49, 2005.

_____. Novas fronteiras na Amazônia. In: CONGRESO DE LATINOAMERICANISTAS, 3: *Cruzando Fronteras en America Latina*. **Anais**. Amsterdam, 2002.

THE NATURE CONSERVANCY. **Manual de restauração florestal:** um instrumento de apoio à adequação de propriedades rurais do Pará. Belém, 2013.

THORNBURY, W. D. *Principles of Geomorphology*. New York: John Wiley & Sons, Inc.; London: Chapman & Hall, Ltd., 1954.

TOY, T. J.; HADLEY, R. F. *Geomorphology and reclamation of disturbed lands*. Orlando: Academic Press Inc., 1987.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

TRICART, J.; CAILLEUX, A. *Introduction to climatic geomorphology*. London: Longman Group Limited, 1972.

TRICART, J.; KIEWIETDEJONGE, C. *Ecogeography and rural management: a contribution to the International Geosphere-Biosphere Programme*. New York: Longman Scientific & Technical, 1992.

TRINDADE JÚNIOR, S. C. Pensando a concepção de Amazônia. In: SILVA, J. B.; LIMA, L. C.; ELIAS, D. (Orgs.). **Panorama da geografia brasileira I**. São Paulo: Annablume, 2006, p. 355-64.

_____. **A cidade dispersa:** os novos espaços de assentamentos em Belém e a reestruturação metropolitana. 1998. Tese (Doutorado em Geografia Humana) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 1998.

_____. **Produção do espaço e uso do solo urbano em Belém**. Belém: NAEA/UFPA, 1997.

TRINDADE JÚNIOR, S. C.; TAVARES, M. G. C. (Orgs.). **Cidades ribeirinhas na Amazônia:** mudanças e permanências. Belém: Ed. Universitária da UFPA, 2008.

TUCCI, C. E. M. Inundações urbanas. In: TUCCI, C. E. M.; BERTRONI, J. C. (Orgs.). **Inundações urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003, p. 45-141.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. *Landsat missions*. Disponível em: > http://landsat.usgs.gov/about_mission_history.php<. Acesso: 20 maio 2015.

URDINÍNEA, J. S. A. **Aspectos geoquímicos e ambientais dos calcários da Formação Pirabas, PA**. Tese (Doutorado em Geociências). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1977.

VALVERDE, O.; DIAS, C. V. **A rodovia Belém-Brasília:** estudo de Geografia Regional. Rio de Janeiro: IBGE, 1967.

VARGA, I. von D. A insustentável leveza do estado: devastação, genocídio, doenças e miséria nas fronteiras contemporâneas da Amazônia, no Maranhão. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 1, 2008.

VASQUES ROSA-COSTA. Introdução. In: VASQUEZ, M. L.; ROSA-COSTA, L. T. (Orgs.). **Geologia e recursos minerais do Estado do Pará:** texto explicativo do mapa geológico e de recursos minerais do Estado do Pará: escala 1:1.000.000. Belém: CPRM, 2008a, p. 21-38.

VASQUES ROSA-COSTA et al. Unidades litoestratigráficas. In: VASQUEZ, M. L.; ROSA-COSTA, L. T. (Orgs.). **Geologia e recursos minerais do Estado do Pará:** texto explicativo do mapa geológico e de recursos minerais do Estado do Pará: escala 1:1.000.000. Belém: CPRM, 2008b, p. 113-215.

VENTURI, L. A. B. Os diferentes significados do relevo no ensino da Geomorfologia. In: _____. **Ensaio geográficos**. São Paulo: Humanitas, 2008, p.75-90.

VERÍSSIMO, A.; BARRETO, P.; MATTOS, M.; TARIFA, R.; UHL, C. *Logging impacts and prospects for sustainable forest management in an old frontier: the case of Paragominas*. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 55, 1992, p. 169-199.

VERNADSKY, W. I. *The biosphere and the noösphere*. **American Scientist**, p. xxii-12, 1945.

VIEIRA, A. F. G. **Desenvolvimento e distribuição de voçorocas em Manaus (AM):** principais fatores controladores e impactos urbano-ambientais. Tese (Doutorado em Geografia) – Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Florianópolis: UFSC, 2008.

VIEIRA, L. S. V.; SANTOS, P. C. T. **Amazônia:** seus solos e recursos naturais. São Paulo: Edit. Agronômica Ceres, 1987.

VITTE, A. C. Da ciência geomorfológica à geomorfologia geográfica: uma contribuição à história do pensamento geográfico. **Revista de Geografia da UFC**, ano 07, nº. 13, 2008, p. 113-120.

WALLACE, A. R. **Viagens pelos rios Amazonas e Negro**. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: Edusp, 1979.

WATRIN, O. S.; ROCHA, A. M. A. **Levantamento da vegetação natural e do uso da terra no Município de Paragominas (PA) utilizando imagens TM/Landsat**. Belém: Embrapa Amazônia oriental, 1992. (Boletim de Pesquisa, 124.)

WILLIAMS, M. R.; MELACK, J. M. *Solute export from forested and partially deforested catchments in the central Amazon*. **Biogeochemistry**, V. 38, I. 1, pp. 67-102, 1997.

WOEIKOF, A. *De l'influence de l'Homme sur la Terre: second article*. **Annales de Géographie**.. Armand Colin, 1901. p. 193-215.

WORLD HEALTH ASSOCIATION. Division of Mental Health. **Qualitative Research for Health Programmes**. Geneva: WHA, 1994.

ZALASIEWICZ, J.; WATERS, C. N.; WILLIAMS, M. *Human bioturbation, and the subterranean landscape of the Anthropocene*. **Anthropocene**, 6, 2014, pp. 3-9.