



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

RICLAUDIO SILVA SANTOS

**DOMÍNIO SEMIÁRIDO DA CAATINGA: UMA PROPOSTA TIPOLOGICA E
REGIONAL ATRAVÉS DA CARTOGRAFIA DE PAISAGEM**

Recife
2024

RICLAUDIO SILVA SANTOS

**DOMÍNIO SEMIÁRIDO DA CAATINGA: UMA PROPOSTA TIPOLOGICA E
REGIONAL ATRAVÉS DA CARTOGRAFIA DE PAISAGEM**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Geografia. Área de concentração: Regionalização e Análise Regional.

Orientador: Prof. Dr. Lucas Costa de Souza Cavalcanti

Recife

2024

Catálogo na Fonte
Bibliotecário: Rodrigo Leopoldino Cavalcanti I, CRB4-1855

S237d Santos, Ríclaudio Silva.
Domínio semiárido da caatinga : uma proposta tipológica e regional através da cartografia de paisagem / Ríclaudio Silva Santos. – 2024.
258 f. : il. ; tab. ; 30 cm.

Orientador : Lucas Costa de Souza Cavalcanti.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH.
Programa de Pós-Graduação em Geografia, Recife, 2024.

Inclui referências, apêndices e anexo.

1. Geografia. 2. Cartografia de paisagem. 3. Tipologia de paisagem.
4. Abordagem integrada da paisagem. 5. Caatinga. 6. Floresta tropical seca estacional. I. Cavalcanti, Lucas Costa de Souza (Orientador). II. Título.

910 CDD (22.ed.)

UFPE (BCFCH2024-052)

RICLAUDIO SILVA SANTOS

**DOMÍNIO SEMIÁRIDO DA CAATINGA: UMA PROPOSTA TIPOLOGICA E
REGIONAL ATRAVÉS DA CARTOGRAFIA DE PAISAGEM**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de doutor em geografia. Área de concentração: regionalização e análise regional.

Aprovada em: 21/02/2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Lucas Costa de Souza Cavalcanti (Orientador – Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Jacimária Fonseca de Medeiros (Examinadora Externa)
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Daniel Rodrigues de Lira (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Josefa Eliane Santana de Siqueira Pinto (Examinadora Externa)
Universidade Federal de Sergipe

Profa. Dra. Larissa Monteiro Rafael (Examinadora Externa)
Universidade Federal de Sergipe

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela inteligência e força de vontade que me permitiram trilhar a vida acadêmica e concluir este trabalho.

Expresso minha profunda gratidão aos meus pais, Ademilson Alves e Maria Telma, e ao meu irmão, Ricardo Silva, pelo apoio constante na jornada da vida, responsáveis pelo meu privilégio de dedicar-me aos estudos. A Alexandra Costa e minha sobrinha Emily Maria.

Ao meu orientador, o Professor Doutor Lucas Cavalcanti, expresso minha admiração por sua inspiração intelectual, caráter e profissionalismo. Sem os seus ensinamentos, esta tese de doutorado não teria se concretizado.

À comunidade acadêmica que integrei durante o doutorado, em especial ao Laboratório de Pesquisa em Dinâmicas de Paisagens Intertropicais (INTERTRÓPICOS), ao Grupo de Pesquisa em Geografia de Paisagens Tropicais (PAISAGEO), ao Laboratório de Geomorfologia do Quaternário (LABGEQUA) e ao Grupo de Pesquisa em Antropogeomorfologia (ANTROPOGEO).

Agradeço aos professores da Pós-Graduação em Geografia da UFPE que contribuíram para o meu desenvolvimento ao longo desses anos de pesquisa, notadamente ao Professor Doutor Lucas Cavalcanti, Professor Doutor Daniel de Lira, Professor Doutor Antonio Corrêa e Professor Doutor Osvaldo Girão.

Ao secretário do PPGEU/UFPE, Eduardo Vêras, agradeço pela sua contribuição essencial para o funcionamento do programa de pós-graduação. Estendo meus agradecimentos à Sra. Marleide Feitosa, ao Sr. Marcílio da Silva e a todos os colaboradores do Centro de Filosofia e Ciências Humanas (CFCH).

A todos os amigos pesquisadores que compartilharam o percurso da pesquisa, representados por George Olivera, Wemerson da Silva, José Danilo, André Felipe, Jonas Melo, Ariadne Vieira, Kaio Tavares, Drielly Fônseca, Bruno Tavares, Carla Suelânia, Leandro Santos, Lays Cristhine, Edmário Menezes, Cláudio Cabral, Ana Clara e Paulo Lucas.

Àqueles amigos, pesquisadores e familiares que contribuíram com fotografias dos diversos locais do semiárido brasileiro, colaborando para a ilustração desta tese.

Aos professores que compuseram a banca avaliadora, Professores Doutores Lucas Costa de Souza Cavalcanti, Jacimária Fonseca de Medeiros, Daniel Rodrigues de Lira, Larissa Monteiro Rafael e Josefa Eliane Santana de Siqueira Pinto. Aos

membros suplentes, Professores Doutores Antonio Carlos de Barros Corrêa e Osvaldo Girão da Silva.

Manifesto minha gratidão à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de doutorado. Ao Governo Federal, liderado por Luiz Inácio Lula da Silva, agradeço pelo ajuste das bolsas de pós-graduação e pela interiorização das universidades públicas no Brasil, que viabilizaram meu acesso ao ensino superior.

A todos, minha sincera gratidão!

RESUMO

A tese em questão aborda a complexidade das paisagens no Semiárido Brasileiro, destacando a necessidade de estudos aprofundados sobre sua estrutura e dinâmica. O objetivo central é realizar uma regionalização desses ambientes por meio de um estudo integrado da paisagem, utilizando dados geoespaciais e cartografia. A hipótese subjacente é que essa abordagem proporcionará uma compreensão mais abrangente da área. O embasamento teórico da pesquisa remonta a abordagens integradoras de estudo da paisagem, notavelmente representadas pelos trabalhos de Viktor Borisovich Sochava e Georges Bertrand. No contexto brasileiro, Aziz Nacib Ab'Saber e Jean Tricart contribuíram com conceitos relevantes, como Domínios Morfoclimáticos. A metodologia adotada na tese baseia-se na cartografia de paisagens, que integra elementos biofísicos como litologia, relevo, solos e vegetação. Complementarmente, a análise de dados geoespaciais capacita a investigação de vastas áreas e períodos temporais extensos, essenciais para compreender as mudanças na paisagem ao longo do tempo. A pesquisa se inicia com duas questões orientadoras: as principais abordagens de estudo integrado da paisagem e os trabalhos relacionados ao Semiárido Brasileiro. As abordagens identificadas inserem-se no pensamento sistêmico, enquanto os estudos sobre o semiárido contam com contribuições de diversos autores, destacando-se a importância de critérios como clima, vegetação e geomorfologia. A delimitação da área de estudo, o Domínio Semiárido da Caatinga, fundamenta-se em critérios ambientais, como o Bioma Caatinga e o índice de aridez. A pesquisa prossegue com a identificação de Tipos de Paisagens e a subsequente regionalização em Regiões Paisagísticas, considerando elementos como posição geográfica, geologia e vegetação. A proposta resulta na criação de um mapa com 43 Tipos de Paisagens e 16 Regiões Paisagísticas, destacando a inovação na identificação individualizada das depressões sertanejas e regiões da Bacia do Parnaíba. A análise da resiliência das paisagens abrange aspectos climáticos e antropogênicos, fornecendo informações cruciais para a caracterização das Regiões Paisagísticas. A tese confirma a hipótese inicial, demonstrando que a análise integrada de dados geoespaciais e cartografia de paisagens contribuiu significativamente para a compreensão das paisagens semiáridas brasileiras. O trabalho destaca-se pela produção de informações cartográficas detalhadas, fornecendo dados relevantes sobre clima, vegetação, uso da terra e outros

parâmetros biofísicos. Como contribuição para a gestão ambiental do Semiárido Brasileiro, a pesquisa oferece insights valiosos para a tomada de decisões e o desenvolvimento de estratégias sustentáveis. Recomenda-se, para futuras pesquisas, o aprimoramento contínuo das informações cartográficas, incorporando novas tecnologias e abordando a região de forma a considerar sua diversidade interna.

Palavras-chave: cartografia de paisagem; tipologia de paisagem; abordagem integrada da paisagem; caatinga; floresta tropical seca estacional.

ABSTRACT

The thesis in question addresses the complexity of landscapes in the Brazilian semi-arid region, highlighting the need for in-depth studies into their structure and dynamics. The central objective is to carry out a regionalization of these environments through an integrated study of the landscape, using geospatial data and cartography. The underlying hypothesis is that this approach will provide a more comprehensive understanding of the area. The theoretical basis of the research goes back to integrative approaches to landscape study, notably represented by the works of Viktor Borisovich Sochava and Georges Bertrand. In the Brazilian context, Aziz Nacib Ab'Saber and Jean Tricart contributed relevant concepts, such as Morphoclimatic Domains. The methodology adopted in the thesis is based on landscape cartography, which integrates biophysical elements such as lithology, relief, soils and vegetation. In addition, the analysis of geospatial data enables the investigation of vast areas and long time periods, which is essential for understanding changes in the landscape over time. The research began with two guiding questions: the main approaches to the integrated study of the landscape and the work related to the Brazilian semi-arid region. The approaches identified are part of systems thinking, while studies on the semi-arid region have contributions from various authors, highlighting the importance of criteria such as climate, vegetation and geomorphology. The delimitation of the study area, the Semi-arid Caatinga Domain, is based on environmental criteria, such as the Caatinga Biome and the aridity index. The research continues with the identification of Landscape Types and subsequent regionalization into Landscape Regions, taking into account elements such as geographical position, geology and vegetation. The proposal results in the creation of a map with 43 Landscape Types and 16 Landscape Regions, highlighting the innovation in the individualized identification of the hinterland depressions and regions of the Parnaíba Basin. The analysis of landscape resilience covers both climatic and anthropogenic aspects, providing crucial information for characterizing Landscape Regions. The thesis confirms the initial hypothesis, demonstrating that the integrated analysis of geospatial data and landscape cartography has made a significant contribution to understanding Brazilian semi-arid landscapes. The work stands out for producing detailed cartographic information, providing relevant data on climate, vegetation, land use and other biophysical parameters. As a contribution to the environmental management of the Brazilian semi-

arid region, the research offers valuable insights for decision-making and the development of sustainable strategies. It is recommended that future research continually improves cartographic information, incorporating new technologies and approaching the region in a way that considers its internal diversity.

Keywords: landscape mapping; landscape typology; landscape integrated approach; caatinga; seasonal tropical dry forest.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Regiões Fisiográficas de Fenneman.....	31
Figura 2 -	Diagrama de Holdridge para a classificação das zonas de vida ou formações vegetais do mundo.....	40
Figura 3 -	Mapa do Nordeste do Brasil, associação do solo, declividade e água.....	56
Figura 4 -	Regiões Bioclimáticas do Brasil e destaque para a região Nordeste.	59
Figura 5 -	Mapa das Regiões Naturais.....	61
Figura 6 -	Mapa de Unidades Ambientais do Atlas Nacional do Brasil - Região Nordeste.	64
Figura 7 -	Cartograma dos Ecossistemas da Região Nordeste.	65
Figura 8 -	Mapa das Paisagens da América do Sul e Grupo de Paisagens do Nordeste do Brasil.	67
Figura 9 -	Mapa do Zoneamento Agroecológico do Nordeste, Diagnostico do Quadro Natural e Agrossocioeconômico, EMBRAPA, 2000.	69
Figura 10 -	Fluxograma do Zoneamento Agroecológico do Nordeste.....	71
Figura 11 -	Mapa do Esboço Eco-Geográfico do Semiárido Brasileiro.	75
Figura 12 -	Regiões ecológicas delimitadas no território brasileiro situado a leste do meridiano de 44 ^º Oeste e ao norte do paralelo de 16 ^º Sul.	76
Figura 13 -	Mapa das Ecorregiões do Bioma Caatinga, proposta de 2001....	77
Figura 14 -	Proposta de Ajustes dos Limites do Bioma Caatinga.	78
Figura 15 -	Regionalização geocológica das unidades taxonômicas das paisagens do Brasil.....	80
Figura 16 -	Mapa de Geodiversidade do Brasil.....	82
Figura 17 -	Mapa das Unidades Ecológicas Terrestres da América do Sul e destaque para o Nordeste do Brasil.....	84
Figura 18 -	Carta das Paisagens do Semiárido Brasileiro.....	86
Figura 19 -	Distribuição das zonas de vida de Holdridge no Brasil.	87
Figura 20 -	Unidades Ambientais Naturais do Brasil (UANs), com destaque para o Domínio Fitoclimático da Caatinga.	89
Figura 21 -	Fluxograma das variáveis de delimitação do Domínio Semiárido da Caatinga.	103
Figura 22 -	Variáveis ambientais para delimitação do Domínio Semiárido da Caatinga.	108
Figura 23 -	Delimitação da Área de Estudo, o Domínio Semiárido da Caatinga.	109
Figura 24 -	Teoria e Método da Regionalização.	112
Figura 25 -	Fluxograma do mapeamento dos Tipos de Paisagens.	114
Figura 26 -	Mapa do Contexto Pedo-morfo-litológico do Domínio Semiárido da Caatinga.	118
Figura 27 -	Mapa da vegetação do Domínio Semiárido da Caatinga, IBGE.	119
Figura 28 -	Mapa dos Tipos de Paisagens do Domínio Semiárido da Caatinga.	120

Figura 29 -	Mapas de Compartimentação Geomorfológica e Diversidade Florística da Caatinga.....	124
Figura 30 -	Mapa das Regiões Paisagísticas do Domínio Semiárido da Caatinga.	125
Figura 31 -	Formação dos Alísios de Sudeste.	132
Figura 32 -	Área de atuação da ZCIT.....	133
Figura 33 -	Área de atuação da ZCAS.....	134
Figura 34 -	El Niño Oscilação Sul - ENOS.....	135
Figura 35 -	Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis.....	136
Figura 36 -	Atuação da Frente Fria.	137
Figura 37 -	Atuação dos Complexos Convectivos de Mesoescala e Linhas de Instabilidade.....	138
Figura 38 -	Atuação dos Distúrbios Ondulatórios de Leste.	139
Figura 39 -	Perfis de Paisagens.....	140
Figura 40 -	Variação intra-anual das precipitações em diferentes municípios do semiárido brasileiro.....	142
Figura 41 -	Média de Precipitação no Domínio Semiárido da Caatinga.....	144
Figura 42 -	Mapa do Domínio Semiárido da Caatinga sob influência do El Niño e da La Niña.	149
Figura 43 -	Mapa de Uso e Cobertura da Terra no Domínio Semiárido da Caatinga entre 1985 e 2020.	152
Figura 44 -	Mapa da Região Paisagística do Litoral Ceará-Piauí.....	160
Figura 45 -	Planície Aluvial com Contato (Formação Pioneira/Caatinga), Trairi (CE).	161
Figura 46 -	Planície Flúvio-marinha com Formação Pioneira, Amontada (CE).	161
Figura 47 -	Mapa da Região Paisagística da Bacia Potiguar.	165
Figura 48 -	Planície Costeira com Formação Pioneira, Porto do Mangue (RN).	166
Figura 49 -	Piemonte em Bacia Marginal com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga, Baraúna (RN).	166
Figura 50 -	Mapa da Região Paisagística da Depressão Sertaneja Setentrional.	171
Figura 51 -	Formações Lenhosas da Caatinga sobre Piemonte no Cristalino, Lajes (RN).....	172
Figura 52 -	Formações Lenhosas da Caatinga sobre Maciço Estrutural Isolado e Depressão no Cristalino, Serra dos Martins, Martins (RN).	172
Figura 53 -	Mapa da Região Paisagística da Depressão Sertaneja Central.	176
Figura 54 -	Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga sobre Bacia Sedimentar e Depressão Cristalina, Betânia (PE).	177
Figura 55 -	Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga sobre Depressão Cristalina, Riacho Fundo, Serrita (PE).	177
Figura 56 -	Mapa da Região Paisagística da Depressão Sertaneja Oriental.	181
Figura 57 -	Rio São Francisco, Depressão no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga, Delmiro Gouveia (AL).....	182

Figura 58 -	Pedra da Arara, Depressão e Planícies Fluviais com Contato (Caatinga-Mata Atlântica), Macambira e São Domingos (SE). ...	182
Figura 59 -	Mapa da Região Paisagística da Depressão Contas-Paraguaçu.	186
Figura 60 -	Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga sobre Depressão Cristalina, Caetanos (BA).	187
Figura 61 -	Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga sobre Depressão Cristalina, Rio Paraguaçu, Santa Terezinha (BA).	187
Figura 62 -	Mapa da Região Paisagística de Casa Nova/Xique-Xique.	191
Figura 63 -	Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga sobre Planícies Aluviais e Dunas, Rio São Francisco, Xique-Xique (BA).	192
Figura 64 -	Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga sobre Maciço Isolado e Planícies Aluviais, Rio São Francisco e reservatório de Sobradinho, Casa Nova (BA).	192
Figura 65 -	Mapa da Região Paisagística do Médio São Francisco.	196
Figura 66 -	Contato Caatinga/Cerrado em Platô Sedimentar, Serra Branca, Angical (BA).	197
Figura 67 -	Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga sobre Planície Fluvial, Rio São Francisco, Itacarambi (MG).	197
Figura 68 -	Mapa da Região Paisagística do Araripe.	201
Figura 69 -	Área de Exceção Floresta Atlântica/Caatinga sobre Platô Sedimentar, Crato (CE).	202
Figura 70 -	Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga sobre Planalto Sedimentar, Ipubi (PE).	202
Figura 71 -	Mapa da Região Paisagística da Borborema.	206
Figura 72 -	Planalto no Cristalino com Sedimentos Arenosos e Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga, Pesqueira (PE).	207
Figura 73 -	Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga sobre Planalto Cristalino, São José de Princesa (PB).	207
Figura 74 -	Mapa da Região Paisagística do Tucano-Jatobá.	211
Figura 75 -	Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga sobre o Planalto e Depressão Intermontana Sedimentar do Jatobá, Inajá (PE).	212
Figura 76 -	Depressão em Bacia Sedimentar com Solos Arenosos e Floresta e Formação Lenhosa da Caatinga, Tucano Norte, Rodelas (BA).	212
Figura 77 -	Mapa da Região Paisagística da Chapada Diamantina.	216
Figura 78 -	Fragmento de Campo Rupestre (Cerrado) em platô metassedimentar, Palmeiras (BA).	217
Figura 79 -	Campos Rupestres (Cerrado) em platôs metassedimentares e floresta e formações lenhosas da caatinga em depressões cársticas, Palmeiras e Lençóis (BA).	217
Figura 80 -	Mapa da Região Paisagística do Espinhaço.	221
Figura 81 -	Planalto Cristalino com Contato (Caatinga/Cerrado), Oliveira dos Brejinhos (BA).	222
Figura 82 -	Planalto Cristalino com Contato (Caatinga/Cerrado), Candiba (BA).	222
Figura 83 -	Mapa da Região Paisagística da Ibiapaba.	226

Figura 84 -	Platô Sedimentar com Contato (Caatinga/Floresta Úmida), Ubajara (CE).	227
Figura 85 -	Contato Caatinga/Floresta Úmida sobre Depressão Sedimentar e Platô Sedimentar, Assunção do Piauí (PI).....	227
Figura 86 -	Mapa da Região Paisagística da Depressão Piauí-Canindé.	231
Figura 87 -	Depressão e Platô em Litologia Sedimentar com Contato (Caatinga/Cerrado), Regeneração (PI).....	232
Figura 88 -	Planície Aluvial em Depressão em Bacia Sedimentar com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga, Rio Canindé, Conceição do Canindé (PI).....	232
Figura 89 -	Mapa da Região Paisagística das Serras das Confusões e Capivara.	236
Figura 90 -	Serra da Capivara, Planalto Sedimentar com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga e contato com Cerrado, Coronel José Dias (PI).....	237
Figura 91 -	Contato Caatinga/Cerrado sobre Platô Sedimentar, Serra das Confusões, Caracol (PI).....	237

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Representação generalizada da distribuição do intemperismo....	36
Gráfico 2 -	Esboço de formação de mantos de intemperismo.....	43

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Tipos climáticos básicos, a partir do Sistema Geográfico dos Climas de Köppen.	32
Quadro 2 -	Significado dos símbolos da Fórmula Climática de Köppen.	32
Quadro 3 -	Características Morfológicas das Regiões Morfogenéticas de Peltier.....	35
Quadro 4 -	Características da pedogênese em diferentes tipos de vegetação.	38
Quadro 5 -	Classificação dos Zonobiomas de Walter (1986) e respectivos climas e vegetação zonal.....	48
Quadro 6 -	Características das diferentes abordagens de sínteses naturalistas da paisagem.	52
Quadro 7 -	Unidades de Paisagem do Domínio Morfoclimático Semiárido do Nordeste.	63
Quadro 8 -	Grandes Unidades de Paisagem e Número de Unidades Geoambientais do Zoneamento agroecológico do Nordeste, EMBRAPA (2000).....	70
Quadro 9 -	Características das diferentes propostas de estudo das paisagens que abrangem o semiárido brasileiro.....	93
Quadro 10 -	Correspondência simplificada das unidades de paisagem em diferentes propostas.	100
Quadro 11 -	Esquema de classificação climática generalizada para os valores de Índice de Aridez.	104
Quadro 12 -	Características da Análise Tipológica e da Regionalização Físico-Geográfica das Paisagens.....	111
Quadro 13 -	Correspondência entre os termos de Terras Altas e Terras Baixas e os conceitos geomorfológicos.....	115
Quadro 14 -	Legenda do mapa de Tipos de Paisagens do Domínio Semiárido da Caatinga.	121
Quadro 15 -	Relação entre cada Região Paisagística identificada com aquelas regiões correspondentes identificadas em propostas pretéritas.	238
Quadro 16 -	Características das Regiões Paisagísticas do Semiárido Brasileiro.	239

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Áreas dos Tipos de Paisagens do Domínio Semiárido da Caatinga.	122
Tabela 2 -	Áreas das Regiões Paisagísticas do Domínio Semiárido da Caatinga.	126
Tabela 3 -	Total de Precipitação Anual (mm) de municípios no Domínio Semiárido da Caatinga.	145
Tabela 4 -	Médias trimestrais do aquecimento e resfriamento das anomalias do El Niño, Oscilação-Sul.	147
Tabela 5 -	Mudanças no Uso e Cobertura da Terra no Domínio Semiárido da Caatinga.	153
Tabela 6 -	Áreas dos Tipos de Paisagens encontrados na região paisagística do Litoral Ceará-Piauí.	157
Tabela 7 -	Áreas dos Tipos de Paisagens encontrados na região paisagística da Bacia Potiguar.	163
Tabela 8 -	Áreas dos Tipos de Paisagens encontrados na região paisagística da Depressão Sertaneja Setentrional.	168
Tabela 9 -	Áreas dos Tipos de Paisagens encontrados na região paisagística da Depressão Sertaneja Central.	174
Tabela 10 -	Áreas dos Tipos de Paisagens encontrados na região paisagística da Depressão Sertaneja Oriental.	179
Tabela 11 -	Áreas dos Tipos de Paisagens encontrados na região paisagística da Depressão Contas-Paraguaçu.	184
Tabela 12 -	Áreas dos Tipos de Paisagens encontrados na região paisagística de Casa Nova/Xique-Xique.	189
Tabela 13 -	Áreas dos Tipos de Paisagens encontrados na região paisagística do Médio São Francisco.	194
Tabela 14 -	Áreas dos Tipos de Paisagens encontrados na região paisagística do Araripe.	199
Tabela 15 -	Tipos de Paisagens encontrados na Região Paisagística da Borborema.	204
Tabela 16 -	Áreas dos Tipos de Paisagens encontrados na Região Paisagística do Tucano-Jatobá.	209
Tabela 17 -	Áreas dos Tipos de Paisagens encontrados na região paisagística da Chapada Diamantina.	214
Tabela 18 -	Áreas dos Tipos de Paisagens encontrados na região paisagística do Espinhaço.	219
Tabela 19 -	Áreas dos Tipos de Paisagens encontrados na Região Paisagística da Ibiapaba.	224
Tabela 20 -	Áreas dos Tipos de Paisagens encontrados na região paisagística da Depressão Piauí-Canindé.	229
Tabela 21 -	Áreas dos Tipos de Paisagens encontrados na Região Paisagística das Serras das Confusões e Capivara.	234

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Af	Clima de Floresta Tropical Chuvosa
AL	Alagoas
Aw	Clima de Savana
BA	Bahia
BDiA	Banco de Dados de Informações Ambientais
BNB	Banco do Nordeste do Brasil
BS	Clima de Estepe
BSh	Clima Semiárido Quente
BW	Clima Desértico
CCMs	Complexos Convectivos de Mesoescala
CE	Ceará
Cf	Clima Temperado Úmido
Cfb	Clima Oceânico Temperado
CIRAD	Centro de Cooperação Internacional em Pesquisa Agronômica para o Desenvolvimento
CNAE	Comissão Nacional de Atividades Espaciais
CPC	Climate Prediction Center
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
Cs	Clima Temperado de Verão Seco
Cw	Clima Temperado de Inverno Seco
Df	Clima Frio de Inverno Úmido
Dfc	Clima Subártico
DOLs	Distúrbios Ondulatórios de Leste
DSC	Domínio Semiárido da Caatinga
Dw	Clima Frio de Inverno Seco
EF	Clima de Gelo Perpétuo
EFs	Ecological Facets
ELUs	Terrestrial Ecological Land Units
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMPARN	Empresa de Pesquisa Agropecuária - Rio Grande do Norte
ENOS	El Niño-Oscilação Sul

ERSSTv5	Extended Reconstructed Sea Surface Temperature, Version 5
ET	Clima de Tundra
FF	Frentes Frias
FGP	Força do Gradiente de Pressão
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
GBIF	Global Biodiversity Information Facility
GEE	Google Earth Engine
GEMS	Goodyear Mapping System
GEnS	Estratificação Ambiental Global
GIS	Sistema de Informação Geográfica
GLiM	Global Lithology Map
Global-AI	Global Aridity Index
GMTED	Global Multi-Resolution Terrain Elevation Data
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil
LIs	Linhas de Instabilidade
LZs	Life Zones
MA-ET0	Evapotranspiração Média Anual de Referência
MAPBIOMAS	Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil
MA-Pr	Precipitação Média Anual
MME	Ministério de Minas e Energia
MSAVI2	Modified Soil-Adjusted Vegetation Index 2
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NNE	Nor-Nordeste
O	Oeste
OB	Orobioma
ONI	Oceanic Niño Index
ORSTOM	Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer
PE	Pernambuco
PI	Piauí
PLGB	Programa de Levantamento Geológico Básico

PM-FAO	Penman Monteith da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
PNCD	Parque Nacional da Chapada Diamantina
PROBIO	Programa Nacional da Biodiversidade
PTMAN	Precipitação Total Média Anual
RADAM	Projeto Radar da Amazônia
RN	Rio Grande do Norte
SAB	Semiárido Brasileiro
SCM	Sistema Convectivo de Mesoescala
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
SST	Sea Surface Temperature
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
SUT	Sistema de Unidades Taxonômicas
TSM	Temperatura da Superfície do Mar
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UANs	Unidades Ambientais Naturais
UNEP	United Nations Environment Programme
USGS	United States Geological Survey
VCAN	Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis
ZANE	Zoneamento Agroecológico do Nordeste
ZB	Zonobiomas
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical
ZE	Zonoecotonos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	23
1.1	<i>OBJETIVOS</i>	<i>26</i>
1.1.1	Objetivo Geral	26
1.1.2	Objetivos Específicos	26
2	ABORDAGENS DE SÍNTESES NATURALISTAS DA PAISAGEM	27
2.1	<i>AS REGIÕES FISIOGRÁFICAS DE FENNEMAN.....</i>	<i>29</i>
2.2	<i>O SISTEMA GEOGRÁFICO DOS CLIMAS DE KÖPPEN.....</i>	<i>31</i>
2.3	<i>AS REGIÕES MORFOGENÉTICAS DE PELTIER.....</i>	<i>34</i>
2.4	<i>A TEORIA BIORRESISTÁSICA DE ERHART.....</i>	<i>37</i>
2.5	<i>AS ZONAS DE VIDA ECOLÓGICA DE HOLDRIDGE.....</i>	<i>39</i>
2.6	<i>OS PRINCÍPIOS DA LITOGÊNESE DE STRAKHOV</i>	<i>41</i>
2.7	<i>A TIPOLOGIA DAS PAISAGENS DE BERTRAND</i>	<i>44</i>
2.8	<i>OS TIPOS ECODINÂMICOS DE TRICART</i>	<i>45</i>
2.9	<i>A CLASSIFICAÇÃO DINÂMICA DE FÁCIES DE SOCHAVA.....</i>	<i>47</i>
2.10	<i>A CLASSIFICAÇÃO DE BIOMAS DE WALTER.....</i>	<i>48</i>
2.11	<i>PANORAMA DAS DIFERENTES ABORDAGENS.....</i>	<i>50</i>
3	ESTUDOS DAS PAISAGENS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO	54
3.1	<i>JAMES (1952)</i>	<i>54</i>
3.2	<i>TRICART (1959).....</i>	<i>57</i>
3.3	<i>GALVÃO (1967)</i>	<i>58</i>
3.4	<i>VASCONCELOS SOBRINHO (1970).....</i>	<i>60</i>
3.5	<i>PROJETO RADAMBRASIL (1973).....</i>	<i>61</i>
3.6	<i>AB'SÁBER (1984)</i>	<i>62</i>
3.7	<i>IBGE (1985).....</i>	<i>64</i>
3.8	<i>COELHO (1988).....</i>	<i>65</i>
3.9	<i>ISACHENKO E SHLIAPNIKOV (1989).....</i>	<i>66</i>
3.10	<i>ANDRADE / SUDENE (1989).....</i>	<i>67</i>
3.11	<i>EMBRAPA (1991).....</i>	<i>69</i>
3.12	<i>SOUZA et al. (1992)</i>	<i>72</i>
3.13	<i>ANDRADE (1998).....</i>	<i>76</i>
3.14	<i>VELLOSO; SAMPAIO; PAREYN (2001)</i>	<i>77</i>

3.15	<i>RODRIGUEZ et al. (2004)</i>	79
3.16	<i>BNB/FUNCEME (2005)</i>	80
3.17	<i>CPRM (2006)</i>	81
3.18	<i>SAYRE et al. (2014)</i>	82
3.19	<i>CAVALCANTI (2016)</i>	84
3.20	<i>TRES et al. (2020)</i>	87
3.21	<i>ROSS et al. (2022)</i>	88
3.22	<i>ESTADO DA ARTE DAS PAISAGENS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO</i> ..	90
4	TIPOLOGIA E REGIÕES PAISAGÍSTICAS DO DOMÍNIO SEMIÁRIDO DA CAATINGA	101
4.1	<i>DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO: O DOMÍNIO SEMIÁRIDO DA CAATINGA</i>	102
4.2	<i>TIPOLOGIA E REGIONALIZAÇÃO FÍSICO-GEOGRÁFICA DA PAISAGEM</i>	110
5	RESILIÊNCIA DAS PAISAGENS NO DOMÍNIO SEMIÁRIDO DA CAATINGA	129
5.1	<i>SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUANTES NO DOMÍNIO SEMIÁRIDO DA CAATINGA</i>	130
5.2	<i>VARIAÇÕES TEMPORAIS E ESPACIAIS DAS PRECIPITAÇÕES, VARIABILIDADE INTRA-ANUAL E INTERANUAL</i>	142
5.3	<i>VARIAÇÕES NO USO E COBERTURA DA TERRA NO DOMÍNIO SEMIÁRIDO DA CAATINGA</i>	150
6	AS REGIÕES PAISAGÍSTICAS DO DOMÍNIO SEMIÁRIDO DA CAATINGA	155
6.1	<i>LITORAL CEARÁ-PIAUÍ: FORMAÇÕES PIONEIRAS EM TABULEIROS COSTEIROS</i>	157
6.2	<i>BACIA POTIGUAR: FORMAÇÃO PIONEIRA E CAATINGA EM PIEMONTES</i>	162
6.3	<i>DEPRESSÃO SERTANEJA SETENTRIONAL: CAATINGAS NO CRISTALINO</i>	167
6.4	<i>DEPRESSÃO SERTANEJA CENTRAL: CAATINGAS NO CRISTALINO</i>	173
6.5	<i>DEPRESSÃO SERTANEJA ORIENTAL: CAATINGAS NO CRISTALINO</i>	178
6.6	<i>DEPRESSÃO CONTAS-PARAGUAÇU: CAATINGAS NO CRISTALINO</i>	183

6.7	<i>CASA NOVA/XIQUE-XIQUE: CAATINGAS NO CRISTALINO COM SEDIMENTOS ARENOSOS.....</i>	<i>188</i>
6.8	<i>MÉDIO SÃO FRANCISCO: TRANSIÇÃO CAATINGA/CERRADO NO CRISTALINO.....</i>	<i>193</i>
6.9	<i>ARARIPE: ÁREAS DE EXCEÇÃO CERRADO/FLORESTA ATLÂNTICA EM PLATÔ SEDIMENTAR.....</i>	<i>198</i>
6.10	<i>BORBOREMA: CAATINGAS NO CRISTALINO COM SOERGUIMENTO DIFERENCIAL.....</i>	<i>203</i>
6.11	<i>TUCANO-JATOBÁ: CAATINGAS E CONTATO EM BACIA SEDIMENTAR SOERGUIDA.....</i>	<i>208</i>
6.12	<i>CHAPADA DIAMANTINA: CAMPOS RUPESTRES EM METASSEDIMENTOS DOBRADOS E CAATINGAS DAS DEPRESSÕES CÂRSTICAS.....</i>	<i>213</i>
6.13	<i>ESPINHAÇO: TRANSIÇÃO CAATINGA/CERRADO/MATA ATLÂNTICA EM PLANALTO CRISTALINO.....</i>	<i>218</i>
6.14	<i>IBIAPABA: TRANSIÇÃO CAATINGA/CERRADO EM PLANALTOS SEDIMENTARES.....</i>	<i>223</i>
6.15	<i>DEPRESSÃO PIAUÍ-CANINDÉ: TRANSIÇÃO CAATINGA/CERRADO EM BACIA SEDIMENTAR.....</i>	<i>228</i>
6.16	<i>SERRAS DAS CONFUSÕES E CAPIVARA: TRANSIÇÃO CAATINGA/CERRADO EM PLANALTOS SEDIMENTARES.....</i>	<i>233</i>
6.17	<i>CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS REGIÕES PAISAGÍSTICAS DO DOMÍNIO SEMIÁRIDO DA CAATINGA.....</i>	<i>238</i>
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	241
	REFERÊNCIAS.....	244
	APÊNDICE A – SCRIPT PARA OBTENÇÃO DOS DADOS DO GBIF A PARTIR DO SOFTWARE R.....	256
	APÊNDICE B – SCRIPT DO GOOGLE EARTH ENGINE PARA PRODUÇÃO DO ÍNDICE MSAVI2 A PARTIR DE IMAGENS LANDSAT 8.....	257
	ANEXO A – DADOS DO INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET), NORMAIS CLIMATOLÓGICAS DO BRASIL (1981-2010 E 1991-2020) PARA CONSTRUÇÃO DOS CLIMOGRAMAS.....	258

1 INTRODUÇÃO

A elaboração desta tese resulta de uma profunda reflexão sobre os estudos da paisagem, especialmente aqueles que adotam abordagens integradas, com ênfase nos componentes biofísicos da natureza. O interesse nessa literatura serviu como ponto de partida para as reflexões que conduziram à concepção deste trabalho, centrado nas pesquisas geográficas que empregam o conceito de geossistema e seus equivalentes epistemológicos. Da mesma forma, o fascínio pelos ambientes semiáridos do Nordeste Brasileiro fundamenta o escopo concreto desta investigação, alinhando-se às abordagens previamente mencionadas.

Devido à diversidade de paisagens abrangidas por esse ambiente e às implicações das distintas regionalizações para a compreensão da paisagem, cuja estrutura e dinâmica ainda são pouco exploradas, as pesquisas sobre esses ambientes permanecem como uma demanda atual e relevante. O propósito é alcançar uma compreensão mais aprofundada dos elementos biofísicos dessas paisagens. Nesse contexto, o tema central desta tese é a regionalização do Semiárido Brasileiro através de um estudo integrado da paisagem.

A hipótese subjacente é que a análise integrada de dados geoespaciais, aliada à cartografia de paisagens, pode proporcionar uma compreensão mais abrangente da estrutura e dinâmica das paisagens semiáridas, contribuindo de maneira significativa para a regionalização do Semiárido Brasileiro.

Abordagens de estudo da paisagem com uma perspectiva integradora já podem ser identificadas nos trabalhos de Viktor Borisovich Sochava, representante da escola russa de estudo da paisagem em 1963, assim como na França, com Georges Bertrand em 1968, ambos utilizando o conceito de geossistema, embora com nuances no emprego do termo e em suas metodologias. Enquanto Sochava definia o geossistema como uma "unidade natural de todas as categorias possíveis, do geossistema planetário ao geossistema elementar," Bertrand o utilizava para descrever uma das escalas espaço-temporais da paisagem, abrangendo escalas espaciais da ordem de 10 a 10² km² e temporais da ordem de 10⁶ a 10⁷ anos (Cavalcanti, 2013).

No contexto brasileiro, alguns autores também contribuíram com conceitos relevantes para a compreensão de paisagens de forma integrada, como o geógrafo Aziz Nacib Ab'Saber, cuja obra abrangente destaca o uso do conceito de Domínios

Morfoclimáticos (1984). Além disso, os trabalhos do geógrafo Jean Tricart e suas investigações sobre as Zonas Morfoclimáticas (1959), amplamente difundidas no Brasil, representam outras importantes contribuições que serão exploradas ao longo deste trabalho.

Diante desse contexto, esta tese de doutorado se apresenta como um estudo geográfico fundamentado na concepção sistêmica da paisagem e nas metodologias que envolvem dados geoespaciais integrados. O objetivo é explorar elementos epistemológicos em diversas literaturas de estudo integrado da paisagem, aplicando métodos que permitam a análise da paisagem a partir de dados geoespaciais, assim como ferramentas para a análise integrada desses dados, visando investigar as paisagens do Semiárido Brasileiro e obter informações relevantes sobre esses ambientes.

Para atender às demandas metodológicas, este trabalho baseia-se principalmente na cartografia de paisagens, utilizada como método de análise integrada dos diferentes elementos que compõem as paisagens do semiárido brasileiro. Essa abordagem metodológica fundamenta-se na representação de complexos naturais, incluindo seus componentes (litologia, relevo, solos, vegetação, usos antrópicos, entre outros), para fornecer informações cruciais sobre suas inter-relações (Cavalcanti, 2014).

Simultaneamente à cartografia de paisagens, a análise de dados geoespaciais capacita o processamento de uma quantidade significativa de informações sobre os ambientes estudados, permitindo a investigação de vastas áreas, como o Semiárido Brasileiro, e recortes temporais mais extensos, essenciais para compreender as mudanças na paisagem ao longo do tempo.

Inicialmente, duas questões orientam as investigações deste trabalho: as principais abordagens de estudo integrado da paisagem e suas características; e os trabalhos utilizados para os estudos do semiárido brasileiro, considerando a influência dos primeiros sobre estes últimos.

No primeiro grupo, as abordagens de estudo integrado da paisagem se inserem no pensamento sistêmico de estudo da natureza, fundamentando-se nos pressupostos da Teoria Geral dos Sistemas, ou Teoria dos Sistemas Gerais (Bertalanffy, 1973). Destacam-se propostas de Sochava, Bertrand, Tricart e Walter, entre outras discutidas ao longo deste trabalho.

No segundo grupo, os estudos do meio físico voltados para o Semiárido Brasileiro contam com uma vasta contribuição de diversos trabalhos, tanto de autores individuais quanto de instituições renomadas. A análise dessas abordagens inclui a investigação de objetivos, bases teóricas, dados utilizados, escalas, metodologias, principais conceitos, critérios de classificação da paisagem, unidades mapeadas e locais de destaque de aplicação das abordagens.

No que tange aos aspectos metodológicos, este estudo inicia-se delineando os pressupostos fundamentais para a definição da área de pesquisa, denominada Domínio Semiárido da Caatinga. Para tal, são empregadas a delimitação do Bioma Caatinga, o estabelecimento do índice de aridez aplicado a ambientes semiáridos, informações relativas à coleta de espécies vegetais na caatinga e dados derivados do índice MSAVI2. Esta delimitação abarca variáveis climáticas integradas ao limite fitofisiográfico da Caatinga.

Posteriormente, procedeu-se à identificação dos distintos tipos de paisagens presentes na área de estudo, utilizando parâmetros biofísicos, denominados Tipos de Paisagens. Por fim, efetuou-se a regionalização dessas paisagens em Regiões Paisagísticas, respeitando os limites reais dos objetos investigados, como posição geográfica, geologia e vegetação.

Dessa maneira, o presente trabalho tem como propósito a sistematização de uma proposta de classificação das paisagens do semiárido brasileiro, levando em consideração características biofísicas em dois níveis taxonômicos: os Tipos de Paisagens e as Regiões Paisagísticas.

Antes de adentrar na descrição e análise dessas regiões, foram coletadas informações acerca da resiliência das paisagens no Domínio Semiárido da Caatinga, abrangendo tanto aspectos naturais, como as dinâmicas climáticas, quanto elementos de origem antrópica, evidenciados nas mudanças no uso e cobertura da terra. Essa abordagem visa a caracterização posterior das Regiões Paisagísticas.

Por fim, são detalhadas as características biofísicas das Regiões Paisagísticas identificadas para o Domínio Semiárido da Caatinga, com destaque para paisagens excepcionais e variações intradominais, quando presentes. Adicionalmente, é estabelecida uma relação entre cada região paisagística identificada neste estudo e suas correspondentes em propostas anteriores de classificação do Semiárido Brasileiro.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Propor uma compartimentação das paisagens do Domínio Semiárido da Caatinga em bases biofísicas, dialogando com as propostas já existentes a partir de seus pontos de consonância e discordância.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar as principais abordagens de estudo integrado da paisagem;
- Reconhecer os princípios norteadores das propostas integradas de análise da paisagem do semiárido brasileiro existentes e seus pressupostos teóricos;
- Propor uma delimitação para o Domínio Semiárido da Caatinga;
- Formular uma proposta de classificação das paisagens do Domínio Semiárido da Caatinga;
- Detalhar a resiliência do Domínio Semiárido da Caatinga;
- Caracterizar as Regiões Paisagísticas mapeadas.

2 ABORDAGENS DE SÍNTESES NATURALISTAS DA PAISAGEM

As fundamentações teóricas e metodológicas são imprescindíveis para o desenvolvimento de pesquisas em qualquer ciência, e no estudo das paisagens pode-se notar isso ao analisar as diferentes ideias, métodos e teorias que fundamentam a identificação e classificação das unidades de paisagem. Conhecer as ideias desses autores, como elas se relacionam, suas características comuns e suas diferenças torna-se um foco inicial para a compreensão das principais abordagens no estudo das paisagens. É por meio deste exercício que se pode pensar em uma proposta de classificação das paisagens.

A noção de Paisagem sempre representou um artefato humano intrinsecamente ligado a valores culturais. Esta concepção abrange uma perspectiva holística da paisagem, cuja morfologia é moldada pelos componentes naturais, interação entre valores culturais, costumes e práticas de uso do solo (Taylor *et al.*, 2012).

A paisagem natural compreende os elementos interligados de terreno, vegetação, solo, rios e lagos, enquanto a paisagem cultural, moldada pela influência humana, abrange todas as alterações feitas pelo homem, seja nos ambientes urbanos ou rurais. Em linhas gerais, a análise da paisagem requer uma abordagem que busque avaliar e definir o conjunto de elementos envolvidos, a escala a ser considerada e a temporalidade relacionada à paisagem. Em última análise, trata-se de apresentar o objeto em seu contexto geográfico e histórico, levando em consideração a configuração social e os processos naturais e humanos (Schier, 2003).

Entre os principais elementos de discussão teórica a respeito do mapeamento das paisagens naturais, estão a definição dos critérios utilizados na classificação das paisagens (geossistemas) e posteriormente a sua hierarquização (níveis taxonômicos), tendo como finalidade a construção lógica de uma tipologia e classificação das paisagens semiáridas brasileiras.

A clareza na escolha dos critérios que essas abordagens utilizam na diferenciação das unidades de paisagem é um ponto central para pensar a aplicação dessas metodologias no Semiárido Brasileiro, tendo em mente que o mesmo abrange uma grande diversidade de paisagens. Assim, faz-se necessário avaliar e repensar esses critérios para que seja possível estabelecer uma organização hierárquica das

paisagens do semiárido do Brasil que permita sua identificação para o mapeamento integrado.

Várias têm sido as contribuições no campo de estudo das paisagens naturais. Dentre estas, serão destacadas: as Regiões Fisiográficas de Fenneman (1917), o Sistema Geográfico dos Climas de Köppen (1948), as Regiões Morfogenéticas de Peltier (1950), a Teoria Biorresistásica de Erhart (1956), as Zonas de Vida Ecológica de Holdrige (1967), os Princípios da Litogênese de Strakhov (1967), a Tipologia das Paisagens de Bertrand (1968), os Tipos Ecodinâmicos de Tricart (1977), a Classificação Dinâmica de Fácies proposta por Sochava (1978), e a Classificação de Biomas de Walter (1986).

Essas abordagens foram selecionadas tendo em vista os objetivos da presente pesquisa, voltada aos estudos integrados da paisagem em critérios biofísicos. O objetivo é analisar as principais características dessas abordagens, destacando semelhanças e diferenças a respeito das unidades taxonômicas, conceitos, critérios de classificação e local de aplicação.

É importante entender que as abordagens a respeito das paisagens naturais, baseadas numa compreensão sistêmica da natureza, apresentam axiomas fundamentais na concepção dos seus conceitos, categorias, e procedimentos metodológicos (Rodriguez *et al.*, 2017):

- O axioma sistêmico, que entende o mundo enquanto um sistema, caracterizado pela existência de formações inter-relacionais, onde os diferentes elementos se relacionam entre si, formando um todo integrado;
- O axioma hierárquico, onde os sistemas apresentam uma estrutura hierárquica, na qual determinado sistema reflete as características do sistema de nível superior;
- O axioma temporal, entendendo que todos os elementos estudados são consequências de um desenvolvimento que possui passado e possuirá futuro;
- O axioma planetário, onde manifesta-se, nos planetas do sistema solar, as premissas de diferenciação e organização dos mesmos;
- O axioma terrestre, evidenciando que todos os fenômenos geográficos, independente das suas características particulares, estão no planeta terra, e isto estabelece seus traços fundamentais;

- E o axioma paisagístico, onde as particularidades dos fenômenos geográficos terrestres e aquáticos se expressam nas diferentes paisagens.

Desta forma, é necessário ter em mente, ao analisar as diferentes abordagens de estudo da paisagem, a influência do pensamento sistêmico no estudo das mesmas, com destaque para a Teoria Geral dos Sistemas (Bertalanffy, 1973). As características dessa teoria se apresentam nas diferentes abordagens para o estudo da paisagem, dentro de diferentes contextos da produção científica, com influência de diferentes campos da ciência, e diferentes linhas do pensamento geográfico.

A Teoria Geral dos Sistemas influencia de maneira significativa abordagens geográficas, ambientais, e climatológicas, proporcionando uma perspectiva integradora e holística na análise de fenômenos naturais. Por exemplo, ao aplicar os princípios da TGS nas Regiões Fisiográficas de Fenneman, observa-se uma compreensão mais profunda das interações entre elementos físico-geográficos, permitindo uma análise sistêmica das características de uma região. Da mesma forma, no Sistema Geográfico dos Climas de Köppen, a TGS amplia a compreensão ao considerar os elementos climáticos como partes integrantes de um sistema complexo, elucidando as relações que moldam os padrões climáticos regionais.

No contexto das Regiões Morfogenéticas de Peltier e da Teoria Biorresistásica de Erhart, a aplicação da TGS oferece uma visão mais abrangente das forças e interações que moldam as características morfológicas e as respostas adaptativas dos organismos. A influência da TGS pode ser observada nas demais abordagens de estudo das paisagens descritas a seguir neste item.

Assim, a Teoria Geral dos Sistemas destaca-se como uma ferramenta conceitual poderosa, enriquecendo a análise e interpretação de fenômenos geográficos através de uma abordagem integradora.

2.1 AS REGIÕES FISIOGRÁFICAS DE FENNEMAN

As regiões fisiográficas ou geomórficas apresentadas por Fenneman (1917¹) propõem uma classificação baseada na textura do terreno, tipo de rocha, e estrutura e história geológica. Dividindo os Estados Unidos em três níveis taxonômicos: Divisão; Província; e Seção.

¹ Fenneman revisou e ampliou o seu trabalho, com publicações referentes à mesma temática em anos seguintes.

O termo fisiografia pode ser entendido como um equivalente à “geografia física”, tratando de seus conceitos, e no contexto das ciências da terra pode ser utilizado ainda dentro do campo da geomorfologia, ou mesmo numa geografia regional, tratando de uma topografia regional da paisagem ou mesmo uma geologia regional. Tendo sido influenciado pelo próprio trabalho de Fenneman (Sawyer, 2021).

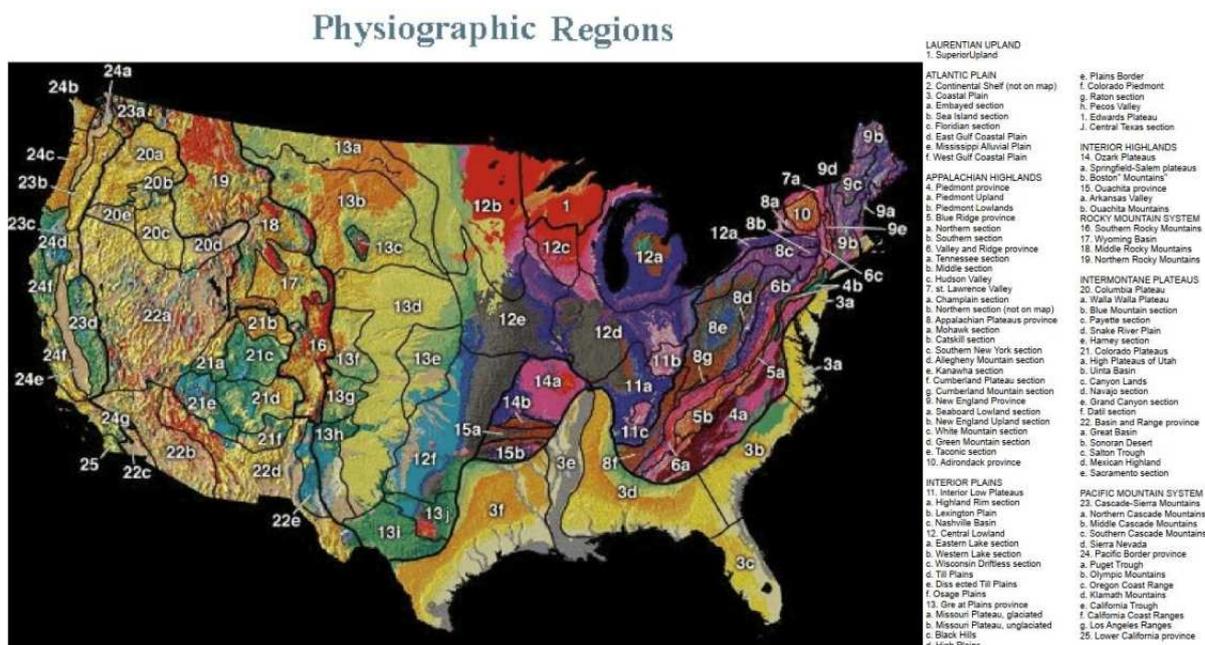
Cabe destacar, dentro desta abordagem, a preocupação em trabalhar com a superfície terrestre de forma descritiva, dinâmica e histórica. As formas superficiais são entendidas do ponto de vista da estrutura, dos processos, e da fase (estado atual). Fica evidenciada ainda a influência do trabalho de William Morris Davis (Fenneman, 1917).

Para Fenneman (1917) a história fisiográfica deve ser pensada a partir de um grande número de eventos, construtivos e destrutivos, afetando áreas de grande ou pequena extensão. E não se deve esperar que estes tenham efeitos em áreas com fronteiras determinadas, mas sim apresentando-se de maneira sobreposta. Uma área que apresente a mesma topografia pode estar inserida em diferentes contextos estruturais, assim como de eventos distintos, entretanto, isso não implica dizer que a superfície seja dividida em um número quase infinito de pequenas unidades, pois os processos apresentam um resultado final semelhante.

O autor destaca ainda que a estrutura é a única coisa que persiste, e mesmo antiga (tempo geológico), pode continuar controlando a topografia. E devido a isso contrastes em grandes áreas são frequentemente causados por fatores estruturais.

A metodologia que Fenneman (1917) propõe requer pelo menos dois mapas. O Primeiro distinguindo as áreas afetadas pelos grandes eventos da história fisiográfica, como a elevação dos Apalaches, os fluxos de lava do Terciário tardio, a aluviação das Grandes Planícies, etc. (exemplos da sua área de estudo, Estados Unidos), retratando assim os pontos principais da história fisiográfica de determinada localidade. E o segundo mapa tratando dos aspectos atuais da superfície, com destaque para a altitude e estilo da topografia. Gerando assim uma representação cartográfica de unidades com determinada estrutura e eventos dominantes, conforme o mapa de Regiões Fisiográficas dos Estados Unidos da América, apresentado a seguir (Figura 1).

Figura 1 - Regiões Fisiográficas de Fenneman.



Fonte: Adaptado de Fenneman (1917).

2.2 O SISTEMA GEOGRÁFICO DOS CLIMAS DE KÖPPEN

A classificação climática de Köppen (1948²), alicerçada no conceito de zona, tem sempre destaque dentro das revisões dos estudos que abordam os diferentes climas do globo terrestre. Sua classificação com base principalmente na temperatura, na precipitação e observação das estações do ano, em uma escala global, busca superar a classificação básica que estabelecia uma zona tropical, duas temperadas e duas polares.

No lugar desta classificação em três zonas astronômicas principais, são apresentadas cinco zonas fundamentais de clima: uma zona tropical, sem inverno; duas zonas secas incompletas; duas zonas temperadas, sem cobertura regular de neve; uma zona boreal de neve e de bosque, com verão e inverno; e duas zonas polares com clima de neve fora do limite da vegetação arbórea (Köppen, 1948).

Conforme o autor supracitado, nas subdivisões das zonas climáticas o aspecto de maior destaque é a existência de um período seco e outro úmido, assim como a relação entre esses períodos e as estações térmicas. O semiárido brasileiro, por exemplo, se enquadra na classe de clima semiárido quente (BS_h), que considera o

² O referido trabalho foi traduzido para o português por Antonio Carlos de Barros Corrêa, em 2004, e publicado nas Notas e Comunicações de Geografia, Série B: Textos Didáticos, nº 13. Departamento de Ciências Geográficas, UFPE.

desenvolvimento da vegetação mesmo com o período úmido curto. E a vegetação em estado natural produzindo substâncias orgânicas suficientes para o sustento de rebanhos herbívoros. Isto demonstra que além das características climáticas, existe ainda um olhar a respeito da influência climática para a formação da vegetação e consequente desenvolvimento da fauna.

No quadro a seguir podem ser observados os tipos climáticos básicos.

Quadro 1 - Tipos climáticos básicos, a partir do Sistema Geográfico dos Climas de Köppen.

Climas tropicais chuvosos	1 Af = Clima de floresta tropical chuvosa
	2 Aw = Clima de savana
Climas secos	3 BS = Clima de estepe
	4 BW = Clima desértico
Climas temperados chuvosos	5 Cw = Clima temperado de inverno seco
	6 Cs = Clima temperado de verão seco
	7 Cf = Clima temperado úmido
Climas boreais de neve	8 Dw = Clima frio de inverno seco
	9 Df = Clima frio de inverno úmido
Climas de neve	10 ET = Clima de tundra
	11 EF = Clima de gelo perpétuo

Fonte: Adaptado de Köppen (1948).

Posteriormente o referido autor detalha sua diferenciação dos climas, ampliando seu sistema de letras (chamado de "fórmula climática"), incluindo informações mais específicas que diferenciam os grupos de climas já citados. A seguir é apresentado a explicação dos símbolos da "fórmula climática".

Quadro 2 - Significado dos símbolos da Fórmula Climática de Köppen.

Símbolo	Significado
A-	Mês mais frio ° (com base na temperatura média de muitos anos) é superior a 18 °C
B-	A altura da precipitação é inferior ao limite da segura
C-	O mês mais frio entre 18 e -3 °C
D-	O mês mais frio é inferior a -3 °C, e o mais quente, superior a 10 °C

E-	O mês mais quente é inferior a 10 °C
F-	O mês mais quente é inferior a 0°C
(G)-	Clima montanha
(H)-	Clima de altitude, acima de 3.000 metros (usa-se apenas tratando de casos indicados)
S-	Clima estépico
W-	Clima desértico
T-	Clima de tundra, mais quente entre 0 e 10 °C
a-	Temperatura do mês mais quente inferior a 22 °C
b-	Temperatura do mês mais quente inferior a 22 °C, e pelo menos durante 4 meses é superior a 10 °C
c-	Apenas 1 a 4 meses com mais de 10 °C, e o mês mais frio acima de -38 °C
d-	Temperatura do mês mais frio inferior a -38 °C
f-	Constantemente úmido (chuvas ou neve suficiente em todos os meses)
g-	Clima do Ganges com a curva anual da temperatura com máxima anterior ao solstício de verão e uma temporada chuvosa nesta estação
g'-	Clima do Sudão com a curva anual da temperatura, com máxima posterior ao solstício de verão e uma temperatura chuvosa nesta estação
k-	Quente, temperatura anual acima de 18 °C
i-	Isotérmica a diferença das temperaturas dos meses extremos é superior a 5 °C
h-	Frio (no inverno), a temperatura anual é inferior a 18 °C, e o mês mais quente é superior a 18 °C
k'-	Idem, o mês mais quente é inferior a 18 °C
l-	Temperado, todos os meses entre 10 e 22 °C
m-	Tipo intermediário, clima de floresta tropical, apesar de existência de uma temporada seca
n-	Névoas frequentes
n'-	Névoas raras, porém, muita umidade do ar e falta de chuva, temperatura relativamente baixa (verão com menos de 24 °C)
n''-	Idem, com temperatura de verão entre 24 a 28 °C
n'''-	Idem, com temperatura muito alta (verão acima de 28 °C)
s-	Época mais seca no verão do hemisfério correspondente
*	A letra B também é utilizada para caracterizar a vegetação de alta montanha nos climas polares
W	Época mais seca no inverno do hemisfério correspondente
s',w'-	Idem, temporada chuvosa antecipada (retardada) para o outono
s'',w'-	Idem, a temporada chuvosa está dividida em dois períodos, com um curto período seco intercalado

v-	A curva térmica é igual a das ilhas de Cabo Verde, com o período mais quente retardado para o outono
x-	Máximo de chuvas na primavera e no princípio do verão, com céu límpido ao final do verão
x'-	Chuvas raras ainda que intensa em todas as estações

Fonte: Köppen (1948).

A classificação climática de Köppen merece destaque por sua abrangência global, inovadora para sua época. Posteriormente essa proposta foi ampliada, com ajuda de Rudolf Geiger, ficando conhecida como classificação climática de Köppen-Geiger. Cabe salientar, entretanto, que essa proposta de classificação do clima não é utilizada por todos os pesquisadores, devido a mesma apresentar complicações quando se trata de climas locais que não se encaixam em sua classificação geral.

2.3 AS REGIÕES MORFOGENÉTICAS DE PELTIER

O desenvolvimento do conceito de regiões morfogenéticas está ligado ao conceito de ciclo geográfico, e além de Peltier, vários outros autores contribuíram para o desenvolvimento dessas ideias. Cabe destaque para os trabalhos de William Morris Davis e Wladimir Köppen.

As regiões morfogenéticas podem ser entendidas como regiões onde o regime climático e os processos geomórficos são essencialmente uniformes. Dentro desta análise da paisagem são investigados os elementos morfogenéticos que tratam dos processos de envelhecimento das rochas e do transporte destes materiais, auxiliando na descrição e definição dos ciclos geográficos (Peltier, 1950).

O autor supracitado esclarece ainda que, não pretende formular definições precisas das regiões morfogenéticas no que compete ao clima e ao ciclo de erosão associados. Devido às limitações do conhecimento, só se pode falar qualitativamente, a partir das observações da paisagem. E essas observações revelaram nove regimes climáticos com diferentes significados geomórficos, portanto, nove regiões morfogenéticas são postuladas.

Entre as nove regiões morfogenéticas, sete delas coincidem aproximadamente com os ciclos geográficos. Outras duas, correspondente aos climas 'boreais' e 'marítimo', descritos por Köppen (1948) como os climas Dfc (clima subártico, subpolar ou boreal) e Cfb (clima oceânico, marítimo ou oceânico temperado).

As paisagens são então classificadas a partir das características climáticas e sua relação com as formas resultantes dos processos morfogenéticos. Têm-se assim, uma relação entre forma e processo, a forma observada a partir do relevo e da composição da paisagem, e os processos a partir da atuação do clima enquanto elemento da gênese da paisagem.

São apresentadas então nove regiões morfogenéticas: glacial; periglacial; boreal; marítimo; selva; moderado (normal); savana; semiárida; e árida. Todas elas têm climas e processos geomórficos que são 'normais' para a região em que ocorrem. No quadro a seguir podem ser observadas as características morfológicas de cada região.

Quadro 3 - Características Morfológicas das Regiões Morfogenéticas de Peltier.

Regiões Morfogenéticas	
Região Morfogenética	Características Morfológicas
Glacial	Erosão glacial Nivação Ação do vento
Periglacial	Movimentos de massa fortes Ação do vento moderada a forte Ação de água corrente fraca
Boreal	Ação da geada moderada Ação do vento moderada a leve Ação de água corrente moderada
Marítima	Movimento de massa forte Ação de água corrente moderada a forte
Selva	Movimento de massa forte Transporte de encosta fraco Sem ação do vento
Moderada	Efeito de água corrente máximo Movimento de massa moderado Ação da geada leve na porção mais fria da região Sem ação significativa do vento, exceto na costa
Savana	Ação de água corrente de leve a forte Ação do vento moderada
Semiárida	Ação do vento forte Ação da água corrente de moderada a forte
Árida	Ação do vento forte Ação da água corrente leve Movimento de massa leve

Fonte: Peltier (1950).

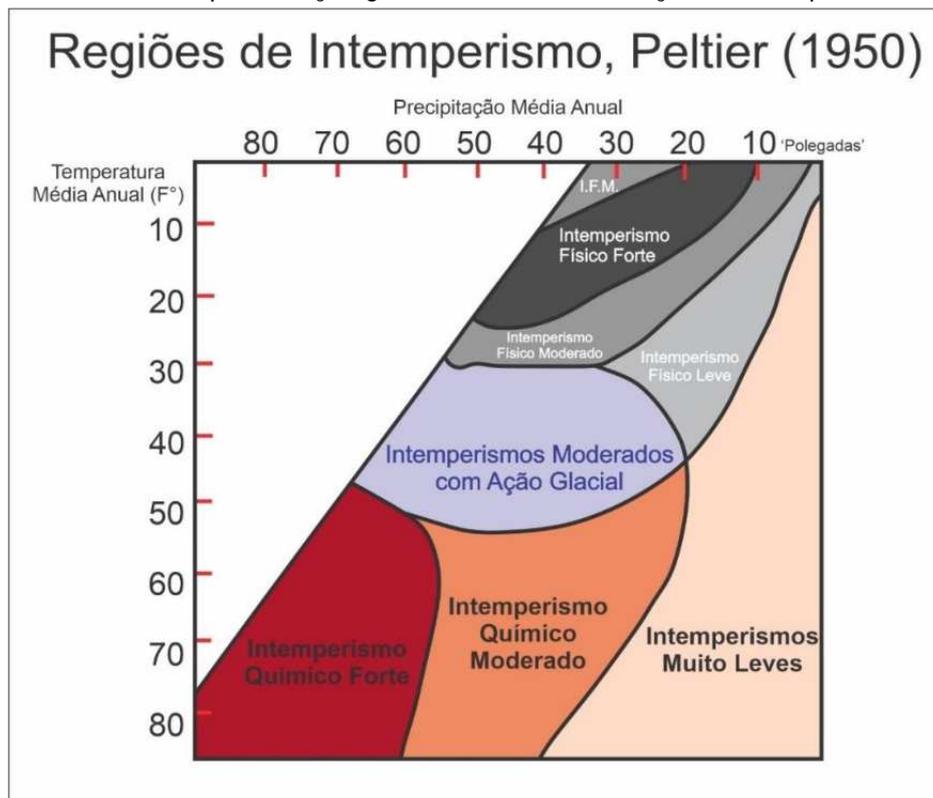
A generalização da distribuição do intemperismo sobre a superfície terrestre, proposta de Peltier (1950), apresenta sete categorias ou regiões principais nas quais os processos de intemperismo apresentam características específicas. Região de

Intemperismo Químico Forte, Região de Intemperismo Químico Moderado, Região de intemperismos Muito Leves, Região de Intemperismos Moderados com Ação Glacial, Região de Intemperismo Físico Leve, Região de Intemperismo Físico Moderado, e Região de Intemperismo Físico Forte.

Tendo em vista que esses processos tendem a produzir diferentes tipos de solos, os mesmos podem ser entendidos enquanto regiões pedogenéticas. Cabe ressaltar que nenhum dos processos (químico ou físico) ocorre de maneira exclusiva. Os diferentes processos de intemperismo ocorrem juntos, em proporções distintas, a depender de cada região.

De acordo com essa proposta o intemperismo químico forte prevalece nas regiões tropicais úmidas, enquanto o intemperismo mecânico forte ocorre nas regiões subárticas úmidas. Nas regiões áridas, ambos os intemperismos são leves. A decomposição química moderadamente rápida provavelmente prevalece nas latitudes baixas semiáridas, e a ação do gelo lenta ou relativamente insignificante pode ser esperada nas regiões subárticas semiáridas. A seguir pode ser observado o gráfico da representação generalizada da distribuição do intemperismo, a partir da proposta de Peltier (1950).

Gráfico 1 - Representação generalizada da distribuição do intemperismo.



Fonte: Peltier (1950), adaptado pelo autor.

Resumidamente, pode-se compreender que nas regiões tropicais úmidas o intemperismo químico é o processo predominante, resultando na formação de solos profundos e bem desenvolvidos. Nas regiões semiáridas, o intemperismo químico é moderadamente rápido e pode ser predominante, enquanto nas regiões áridas, o intemperismo químico é relativamente baixo devido à falta de água. O autor destaca que o clima é um fator importante na determinação do tipo e intensidade de intemperismo em uma determinada região, o que por sua vez afeta a evolução da paisagem e o ciclo geográfico naquela região.

2.4 A TEORIA BIORRESISTÁSICA DE ERHART

Apesar da teoria apresentada por Erhart (1956) não possuir um arranjo taxonômico complexo para hierarquização das paisagens, seu trabalho é importante pois vai ser uma das principais referências para a proposta da Ecodinâmica de Tricart (1977), que será discutida posteriormente, além de contribuir na reconstituição de paisagens paleofitogeográficas, na análise integrada de elementos das paisagens, e com os conceitos de Biostasia e Resistasia.

A teoria biorresistásica foi elaborada a partir de investigações realizadas em Madagascar ao estudar os solos lateríticos da floresta virgem da costa oriental da ilha. Erhart encontrou cortes de alterações pedogenéticas que atingiam 30 metros de profundidade. Posteriormente o mesmo observou diferentes contextos ambientais ao analisar a paisagem e as águas dos rios: os rios nascentes na zona florestal apresentavam-se notadamente límpidos sem apresentar débito sólido; enquanto em áreas onde a ilha foi desnudada pela atividade humana, o rio apresentava águas carregadas de lama vermelha (Erhart, 1956).

O referido autor desenvolve suas ideias explicando que a floresta virgem se comportava como um filtro que separava em duas fases distintas os produtos da pedogênese laterítica: uma fase migradora (composta de elementos alcalinos e alcalino-terrosos), e uma fase residual (composta de quartzo, caulinita, e hidróxidos de alumínio e ferro). Os materiais pedogenéticos puderam se acumular em estado quase puro devido a não existência de turbulências tectônicas, vulcânicas, e sem modificações climáticas que fossem capazes de provocar o desaparecimento da floresta.

O conceito de Biostasia compreende esse ambiente de estabilidade, que caracteriza um período de equilíbrio, onde os seres organizados (vegetação, fauna, solo, etc.) puderam atingir o seu “clímax” e o seu desenvolvimento máximo.

No sentido oposto, os elementos residuais da pedogênese florestal, acumulados no período de biostasia (argilas, areias, produtos ferruginosos) são exportados depois do desaparecimento das florestas, após uma ruptura desse equilíbrio climático e biológico. A essa ruptura pedogenética dá-se o nome de Resistasia.

Fica evidente a importância do conceito de pedogênese para a compreensão da gênese das paisagens (em particular, das rochas sedimentares), remontando os solos e as vegetações da formação dos materiais remanuseados. Por exemplo, a análise dos elementos químicos, ou de certos organismos e microorganismos com carapaças calcárias, magnesianas ou silicosas, característicos de determinadas épocas, entre outras informações que podem ser aferidas ao investigar os sedimentos, são elementos que auxiliam na reconstrução de ambientes pretéritos das paisagens.

Para isto é necessário conhecer o saldo pedológico e geoquímico de determinada vegetação. Simplificando, considera-se dois casos básicos, o das florestas densas que desempenham um papel de filtro-separador, e das estepes ou savanas arbóreas abertas que oferecem possibilidade de erosão (Erhart, 1956). O autor esclarece ainda, de maneira breve, os tipos de pedogênese de alguns tipos de vegetações, que podem ser observados no quadro a seguir.

Quadro 4 - Características da pedogênese em diferentes tipos de vegetação.

Tipos de Pedogênese	
Tipo de Vegetação	Características da Pedogênese
Floresta nórdica	Produção de solos muito ácidos (podzólico); Camada de alteração pequena (1 a 2 m); Bases alcalinas e alcalino terrosas são exportadas; Manutenção da sílica sob forma de sílica coloidal;
Floresta equatorial ombrófila	Partindo de rochas silicatadas forma solos lateríticos; Solo tem espessura considerável, até 50 m ou mais; Bases alcalinas e alcalino terrosas são exportadas; Hidróxido de alumínio e de ferro são os únicos elementos residuais da pedogênese;
Floresta dos países temperados	Do ponto de vista geoquímico, uma ação intermediária entre a da floresta nórdica e da floresta tropical úmida; A decomposição dos silicatos não ultrapassa o estágio da caulinita; Não há alumínio livre;

	A eliminação das bases alcalinas e alcalino-terrosas não é integral;
Estepes	Engendra solos como os <i>tchernozioms</i> e variantes; Intensa subida capilar das soluções do solo durante a estação seca; Os minerais argilosos que se formam nestas condições são geralmente de illita ou de montmorilonita;

Fonte: Erhart (1956), adaptado pelo autor.

O entendimento das características básicas da pedogênese em determinado contexto de vegetação traz informações importantes para a reconstrução de paleopaisagens. Por exemplo, ao analisar um ambiente de estepes e encontrar solos com profundidades superiores a 50 m, entende-se que em tempos pretéritos esse ambiente possuía uma composição vegetal diferenciada da apresentada atualmente.

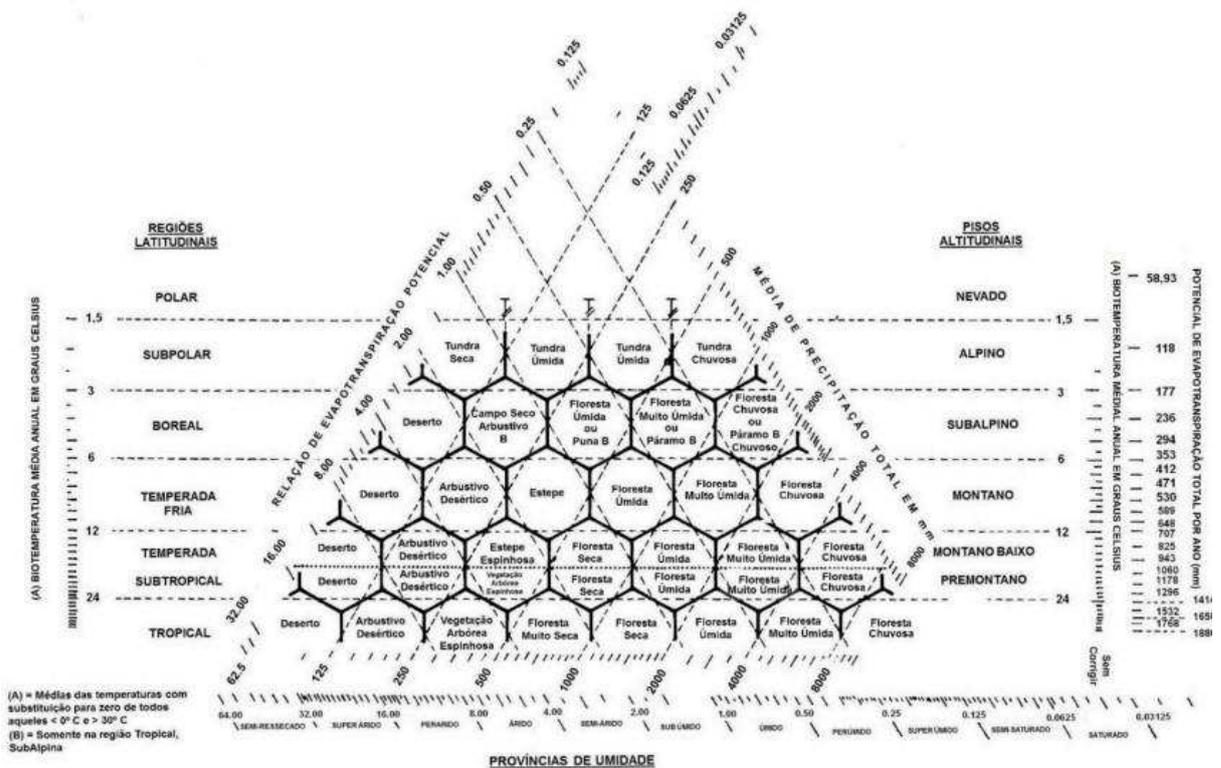
Fica evidenciado assim, que as contribuições de Erhart (1956) auxiliam no entendimento da paisagem, relacionando a pedogênese com características climáticas e biológicas, a partir do entendimento de equilíbrio e desequilíbrio morfogenético. Criando assim duas grandes classes de paisagens, em biostasia e em resistasia.

2.5 AS ZONAS DE VIDA ECOLÓGICA DE HOLDRIDGE

Alicerçado no campo da ecologia e no conceito de ecossistema, Holdridge (1967) apresenta as Zonas de Vida como um sistema de classificação de unidades ecológicas baseadas no funcionamento do sistema. As delimitações das zonas de vida podem ser realizadas a partir de dados a respeito da biotemperatura, precipitação, relação de evapotranspiração potencial, elevação, ou outras variáveis de interesse do pesquisador. As zonas de vida podem ainda ser subdivididas em associações, e estas subdivididas em fases sucessionais refletindo o uso do solo, gestão, ou histórico de perturbações.

Os estudos realizados por Holdridge na região do Caribe e no Haiti fomentaram seu interesse por classificações de climas e vegetações, principalmente na relação entre vegetação, montanhas e terras baixas. Para o referido autor, uma Zona de Vida pode ser entendida ainda como um grupo de associações relacionadas através dos efeitos de três elementos climáticos principais, temperatura, precipitação e umidade (Holdridge, 1967). Para auxiliar no entendimento da sua proposta o autor traz o diagrama apresentado na Figura 2 a seguir.

Figura 2 - Diagrama de Holdridge para a classificação das zonas de vida ou formações vegetais do mundo.



Fonte: Holdridge (1967), adaptado por Soares, Batista e Tetto, 2015.

O referido diagrama é uma representação gráfica dos tipos comuns de zona de vida, abrangendo todo o globo terrestre, podendo ser utilizado para ambos os hemisférios. O mesmo busca representar um conjunto tridimensional das zonas de vida. Horizontalmente o diagrama trata das províncias de umidade e posições climáticas relativas ao nível do mar na superfície do planeta. E verticalmente mostra as extensões das zonas de vida em relações de regiões latitudinais e cinturões altitudinais.

Assim, as zonas de vida podem ser retratadas mentalmente como um conjunto de barras de seis lados que se estendem ao norte ou sul do equador e latitudinalmente curvadas para corresponder à curvatura da Terra. Quando cortadas verticalmente no equador ou entre regiões, tais barras mostrariam uma face hexagonal, tal como fariam quando cortadas horizontalmente para representar a intercepção das barras com a superfície da Terra. Cada zona superior de vida é uma figura de oito lados, com duas extremidades hexagonais verticais. As zonas de vida basal têm uma face vertical em direção ao equador, mas a face oposta é um hexágono horizontal (Holdridge, 1967, p. 22, tradução nossa).

Cabe destacar, ainda dentro desta abordagem, o conceito de sucessão. O termo é aplicado para o desenvolvimento de uma comunidade de plantas, importante

não confundir com o crescimento de indivíduos. Para Holdridge (1967) a sucessão implica em uma série de desenvolvimentos do ecossistema em uma área determinada que conduz a uma estrutura e composição mais complexa deste ecossistema. A sucessão vegetal é importante para o entendimento da paisagem no sentido que, a partir do desenvolvimento de uma comunidade vegetal, há também alterações nas comunidades de animais que habitam aquele ambiente, assim como nos processos de pedogênese e morfogênese.

O conceito de "solos zonais" também é fundamental na obra, referindo-se aos solos que são características de uma determinada zona climática. O autor argumenta que os solos estão intimamente ligados às condições climáticas predominantes em uma região, influenciando diretamente a vegetação que pode prosperar nesse ambiente específico. Essa correlação solo-vegetação é crucial para a compreensão das características ecológicas de diferentes zonas.

Ao considerar o solo como uma variável chave, Holdridge (1967) contribui para uma visão holística da ecologia, indo além das considerações climáticas. Ele destaca como as propriedades físicas e químicas do solo, como textura, composição mineral e capacidade de retenção de água, desempenham um papel determinante na determinação dos tipos de vegetação que podem prosperar em uma determinada área.

No entanto, é importante reconhecer que a dinâmica dos ecossistemas pode ser influenciada por fatores adicionais, como atividades humanas e mudanças climáticas, que podem alterar as características do solo ao longo do tempo.

2.6 OS PRINCÍPIOS DA LITOGÊNESE DE STRAKHOV

As contribuições de Strakhov (1967) merecem destaque pela adição do componente pedogenético na análise da paisagem. Para o referido autor, o processo de formação das rochas sedimentares segue o padrão de mobilização de sedimentos, transporte e deposição desses materiais no curso do transporte, chegada dos sedimentos às bacias de descarga final, e conversão dos sedimentos em rochas. Entretanto, em alguns ambientes, devido às características físico-geográficas, esse processo generalista carece de observações em quatro contextos gerais diferentes para os tipos de litogênese: úmidos; glaciais; áridos; e vulcânico-sedimentares. As características básicas apresentadas por Strakhov (1967), para cada contexto supracitado, serão apresentadas a seguir.

Em sua análise dos diferentes tipos de intemperismo são levados em consideração os fatores climáticos, tectônicos, assim como o efeito do relevo para os processos de intemperismos químico e físico. Por exemplo, no contexto da litogênese em ambiente úmido, considera-se a predominância de precipitação e existência de água em estado líquido (clima tropical, subtropical, temperado úmido), esses ambientes apresentam características típicas de intemperismo em ambiente úmido. Há um destaque para a litogênese em ambiente úmido, pois para o autor, é o tipo mais comum e melhor compreendido. Seu trabalho se destaca ainda por uma detalhada descrição da mobilização dos minerais formadores das rochas, destacando a importância dos processos químicos dentro dos ambientes úmidos.

O contexto glacial se distingue pela formação de um manto de gelo (de duração prolongada), a principal característica da zona glacial é a baixa temperatura, normalmente abaixo de zero, conseqüentemente sem a presença de água em estado líquido, e uma diminuição acentuada na atividade dos organismos vivos. O material sedimentar é fornecido principalmente pelo intemperismo físico, a própria geleira avança sobre as rochas, rasgando fragmentos das mesmas. Todos os processos de sedimentação são fundamentalmente mecânicos (desnudação mecânica, remoção mecânica, etc.).

A zona árida por sua vez é marcada por temperaturas elevadas e equilíbrio negativo de umidade (predominância da evaporação sobre a precipitação). Esse equilíbrio negativo de umidade, que torna escassa a presença de massas de água, é a característica principal que condiciona a litogênese em ambientes áridos. Mesmo partindo de zonas úmidas, ao se aproximar dos ambientes áridos pode ser observada uma diminuição nos processos químicos. Com ausência de hidrólise, a zona de caulinita desaparece. O aumento da aridez também provoca um aumento de chuvas episódicas, por vezes formando leques aluviais, onde lama (silte e argila), areia, cascalho, e blocos grosseiros se apresentam em arranjos caóticos, rochas arredondadas e angulares são encontradas lado a lado.

No caso da litogênese vulcânica-sedimentar a fonte do material sedimentar se distingue por ser derivada de fontes profundas da crosta, durante episódios de erupção vulcânica. Consistem de cinzas, bagacinas³, soluções hidrotermais, e soluções gasosas. Uma característica importante desse material é seu

³ Bagacinas ou lapillis são piroclastos entre 2 a 64 mm, de baixa densidade.

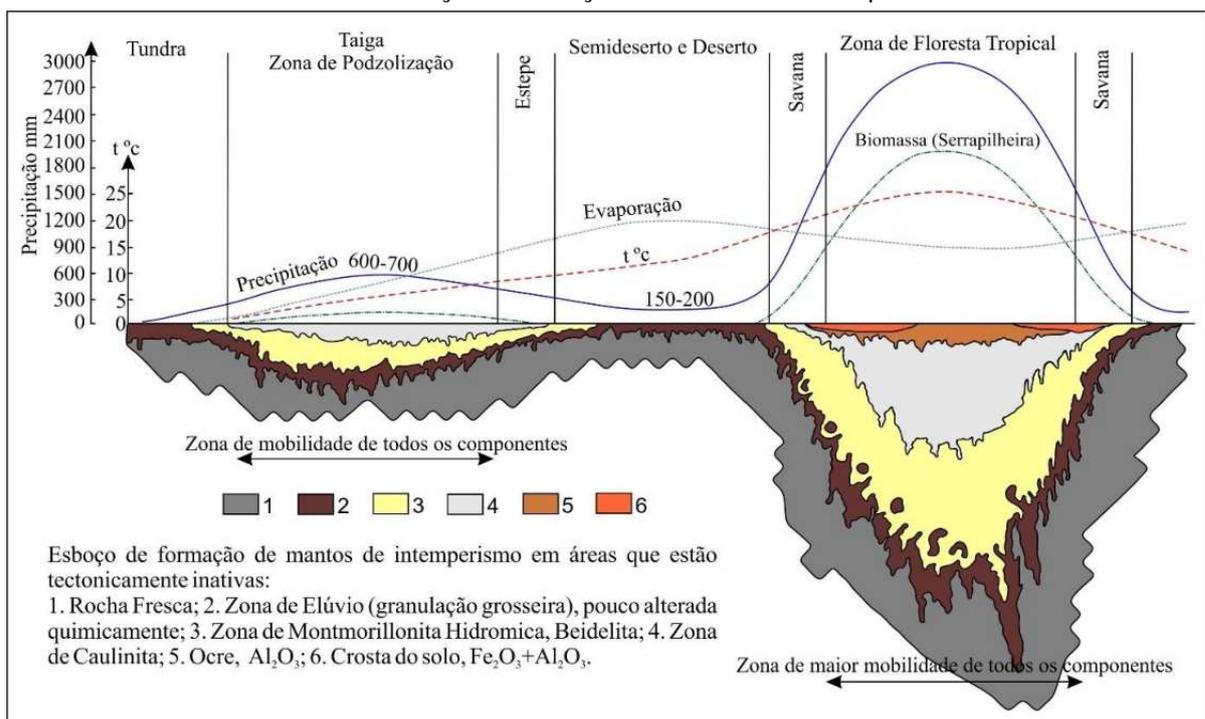
comportamento episódico de grande rapidez na sua ejeção, em uma velocidade milhares ou milhões de vezes maior que em outros processos sedimentares. Posteriormente a litogênese desses ambientes podem adquirir as características da zona em que está inserido (glacial, úmida ou árida).

A proposta de Strakhov (1967) faz uma classificação da paisagem a partir do processo de formação das rochas. Essas paisagens com diferentes tipos de intemperismo resultam em diferentes tipos de processos químicos das rochas. Pode-se observar aqui uma semelhança entre a abordagem de Strakhov (1967) e a de Erhart (1950), enquanto a primeira faz análise dos processos químicos das rochas, a outra foca na análise da química dos sedimentos.

A litogênese se apresenta então como uma variável possível para classificação da paisagem, que traz consigo informações a respeito do clima, do relevo, dos fatores tectônicos, entre outros elementos, que estão na gênese dos processos que formam as diferentes paisagens do globo, e se materializam nos diferentes mantos de intemperismo.

No gráfico a seguir pode-se observar um esboço dos mantos de intemperismo, onde Strakhov (1967) os relaciona com as diferentes zonas climáticas, média de precipitação, temperatura, evaporação, e produção de biomassa (serrapilheira).

Gráfico 2 - Esboço de formação de mantos de intemperismo.



Fonte: Strakhov (1967), adaptado pelo autor.

De maneira geral, as contribuições trazidas por Strakhov (1967) ampliam o entendimento da paisagem por meio da classificação de diferentes contextos de litogênese, a partir de uma análise integrada do ambiente.

2.7 A TIPOLOGIA DAS PAISAGENS DE BERTRAND

Dentro da escola francesa dos estudos das paisagens, o biogeógrafo George Bertrand apresenta em seu trabalho, "*Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique*" (1968⁴), uma proposta de classificação das paisagens que busca suprir as deficiências de escala encontrada no conceito de ecossistema, assim como a imprecisão do conceito de 'região natural', que há muito já vinha sendo utilizado na Geografia Francesa, com sua maleabilidade muito cômoda (Bertrand, 1972).

Para a classificação dos geossistemas, dentro da proposta da tipologia das paisagens, Bertrand (1972) propõe, no primeiro momento, designar o geossistema pela vegetação pois, para o mesmo, esta representa muitas vezes a melhor síntese do meio. E está é uma característica que cabe destaque dentro da proposta de Bertrand, o destaque que dado para a vegetação na classificação das paisagens, e que estará presente em outras propostas de classificação das paisagens. Entretanto Bertrand destaca que nem sempre o tapete vegetal será o elemento característico para classificar o geossistema.

Nesses casos, deve-se buscar o traço ou a associação geográfica característica, qualquer que seja sua natureza, para nomear o referido geossistema. Podendo acrescentar-se o nome do conjunto regional ao qual pertence. Por exemplo, "geossistema hiperoceânico das Sierras Planas" ou "geossistema da alta montanha cárstica dos picos da Europa".

Em sua abordagem Bertrand apresenta uma hierarquização taxonômica dividida em seis unidades: Zona; Domínio; Região Natural; Geossistema; Geofácies; e Geótopo. As 3 primeiras representam as unidades superiores (Zona, Domínio e Região Natural), e as três seguintes as unidades inferiores (Geossistema, Geofácies e Geótopo).

⁴ Posteriormente o referido trabalho foi traduzido para o português por Olga Cruz, em 1972, e publicado no Brasil no Caderno de Ciências da Terra. Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, n. 13.

Cabe ressaltar que todos os níveis hierárquicos e temporais propostos por Bertrand estão essencialmente voltados à realidade da Europa Ocidental, especificamente a realidade francesa. Destaca-se por exemplo que o tempo da natureza antropizada neste contexto tem um significado completamente distinto para outros recortes geográficos.

Um dos pontos mais tocados da abordagem inicial de Bertrand é a confusão teórica provocada pelo uso do termo 'Geossistema' ora como um conceito utilizado na tipologia das paisagens, para classifica-las, ora como uma dimensão espaço-temporal hierárquica que abrange a 4ª e 5ª ordem de grandeza na classificação de Cailleux e Tricart (Bertrand, 1972).

O geossistema passou a constituir uma unidade de paisagem homogênea e com dinâmica própria e, ao mesmo tempo, nível taxonômico. Essa tentativa resultou da mistura de conceitos que não estavam na época suficientemente amadurecidos e acabou por influenciar a Geografia brasileira por um caminho não muito adequado, pois se difundiu a concepção de que o geossistema como categoria de análise era também um nível de classificação dentro de um conjunto de seis táxons (Ross, 2006, p. 31).

Posteriormente esta questão é resolvida por Bertrand quando o mesmo desenvolve o GTP (Geossistema-Território-Paisagem), onde o geossistema aparece como o tempo da fonte, dos componentes e mecanismos biofísicos mais ou menos antropizados que acontecem a partir do Neolítico. Estando de acordo com os fenômenos espaciais e geomorfogênicos e também os aspectos biológicos. O tempo da natureza antropizada. (Bertrand e Bertrand, 2009).

2.8 OS TIPOS ECODINÂMICOS DE TRICART

O geomorfólogo francês Jean Tricart (1920 - 2003), apresenta a obra "Ecodinâmica" em 1977, com influência do pensamento sistêmico e da ecologia, fundamentada no conceito de ecossistema. De acordo com o autor, sua obra visa "Melhorar a geografia física, corrigindo o excesso unilateral da atitude analítica, da qual sofreu, isolando-se cada vez mais das outras ciências e permanecendo uma disciplina por demais acadêmica" (Tricart, 1977, p.19).

Na abordagem da Ecodinâmica Tricart (1977) desenvolve sua metodologia baseada no estudo da dinâmica dos ecótopos⁵. Para o autor é fundamental entender

⁵ Ecótopo é entendido por Tricart (1977) como o meio ambiente de um ecossistema.

a dinâmica dos ecótopos com o objetivo de promover a conservação dos recursos ecológicos. E para isto, deve-se analisar os elementos que compõem uma unidade ecodinâmica.

Para o referido autor, o componente mais importante da dinâmica da superfície terrestre é o morfogênico, tendo em vista que esses processos produzem instabilidade na superfície, gerando limitações para o desenvolvimento dos seres vivos. O mesmo esclarece ainda que, do ponto de vista ecológico, a morfodinâmica é uma limitação. Tomando-se um campo de dunas como exemplo, local de morfodinâmica intensa, a vegetação é pobre e muita aberta, com biomassa reduzida e pouca variedade, existindo assim uma antinomia entre a morfodinâmica e o desenvolvimento da vida.

Assim, a morfodinâmica apresenta-se como a relação entre o clima, a topografia, e o material rochoso, de maneira a integrar esses vários parâmetros. O conceito de unidade ecodinâmica relaciona-se com o conceito de ecossistema, remetendo ao axioma sistêmico como as demais abordagens. Destacando não apenas as relações mutuas entre os diferentes elementos que compõem a unidade ecodinâmica mas, principalmente, destacando os fluxos de energia/matéria.

Em sua ótica de classificação, Tricart (1977) distingue três grandes tipos de meios morfodinâmicos, em função da intensidade dos processos atuais: os meios estáveis; os meios-intergrades; e os meios fortemente instáveis. Vale aqui lembrar a contribuição do trabalho de Erhart (1956) em Madagascar sobre as concepções de equilíbrio e ruptura morfogenética, importantes para esta proposta.

Os meios estáveis apresentam a permanência das condições de estabilidade. É caracterizado por uma evolução lenta, muitas vezes de maneira pouco perceptível. A densidade da vegetação reduz os processos mecânicos da morfogênese. Com vertentes em lenta evolução. A pedogênese é exercida de maneira livre, com pouca sujeição a morfogênese.

Os meios-*intergrades* são caracterizados pela interferência permanente da morfogênese e pedogênese de maneira concorrente. O termo *intergrade* demonstra o critério de transição, onde encontra-se a passagem de um meio estável para um meio instável, porém, sem haver um corte ou ruptura, por tratar-se de um contínuo. Os meios-*intergrades* são susceptíveis aos fenômenos externos, podendo ser transformados em meio instáveis.

E os meios fortemente instáveis, no qual a morfogênese é o elemento predominante na unidade ecodinâmica, onde os outros elementos estão

subordinados. As situações de ocorrência dos mesmos podem ser de diferentes origens, desde a geodinâmica, a degradação antrópica, ou oscilações climáticas.

2.9 A CLASSIFICAÇÃO DINÂMICA DE FÁCIES DE SOCHAVA

Ao trabalhar com o conceito de geossistema, Sochava apresenta o mesmo enquanto uma unidade natural de todas as categorias possíveis do geossistema planetário até os geossistemas elementares, desde o ambiente geográfico em geral (o envelope geográfico) até fácies físico-geográficas (Cavalcanti, 2013). E estes dois conceitos, envelope geográfico e fácies físico-geográfica são de grande importância para a abordagem que Sochava apresenta.

O envelope geográfico corresponde à parte externa da crosta terrestre, abrangendo a litosfera, a hidrosfera, a troposfera, e a biosfera. Enquanto as fácies são definidas como a menor unidade numa divisão natural do terreno. Entretanto, cabe destacar que a unidade fácies ainda pode ser subdividida, conforme esclarece Cavalcanti & Corrêa (2016).

Sochava (1978) denominou a fácies de geômero elementar. Contudo, o mesmo fez a ressalva de que em áreas afetadas pelo uso da terra, seria possível encontrar, num mesmo segmento de encosta com único litotipo e condições de drenagem, diferentes comunidades vegetais. Neste caso, pode-se subdividir a fácies em unidades intermediárias denominadas biogeocenoses, espécie de fácies ou ainda fácies elementar (Cavalcanti & Corrêa, 2016).

Assim, Sochava (1978) apresenta uma organização de unidades taxonômicas composta por onze categorias de geômeros: Conjunto de Tipos de Paisagens; Tipos de Paisagens; Classes de Geomas; Subclasses de Geomas; Grupos de Geomas; Subgrupos de Geomas; Geomas; Classes de Fácies; Grupos de Fácies; Fácies; e Geômero elementar. Entretanto, é importante esclarecer que nesta taxonomia dos geossistemas, nem sempre será possível identificar todos os níveis taxonômicos.

Sobre os critérios de classificação dos geossistemas Sochava (1978) destaca que a tipologia dos geossistemas não deva ser baseada nas características similares de tratos ou paisagens, mas na estrutura e dinâmica das fácies. Na identificação dos grupos de fácies são utilizadas informações a respeito da geomorfologia juntamente com a vegetação.

Cabe destacar ainda que no caso das grandes áreas, a partir da identificação dos grupos de fácies e do posterior agrupamento das mesmas, é possível definir os

geômeros das categorias superiores (classes de fácies, geomas, subgrupos de geomas, etc.). Assim, os grupos de fácies podem ser as unidades iniciais de mapeamento (Cavalcanti & Corrêa, 2016).

2.10 A CLASSIFICAÇÃO DE BIOMAS DE WALTER

Dentro da escola alemã, Walter (1986) traz importantes contribuições para o entendimento das paisagens naturais, tanto pela sua proposta de classificação dos biomas, quanto pela discussão do próprio conceito de bioma, estabelecendo uma concepção mais ecológica do mesmo, entendendo o bioma como uma área uniforme que pertence a um zonobioma.

Em sua proposta de classificação para a geobiosfera os critérios de maior relevância são o clima (principalmente pela sua importância para a vegetação), a altitude, e o solo. Outra importante característica da classificação de biomas de Walter é que o bioma pode restringir-se às pequenas áreas ou abranger mais de 1 milhão de quilômetros quadrados, já os Zonobiomas possuem grandes dimensões, abrangendo os continentes do globo terrestre.

Para realizar uma análise desta abordagem é necessário, inicialmente, discutir alguns conceitos fundamentais. Inicialmente temos a ideia dos Zonobiomas (ZB), é interessante diferenciar Zonobiomas (vinculado à escala universal de manifestação fisionômica do bioma) e Eubiomas (refletindo as variabilidades em escala continental como decorrência de controles azonais), pedobioma, orobioma e pirobioma, entram nessa última classe.

Uma relação ecológica de 9 zonas climáticas com suas respectivas vegetações, apresentadas no quadro a seguir.

Quadro 5 - Classificação dos Zonobiomas de Walter (1986) e respectivos climas e vegetação zonal.

Zonobioma	Clima	Vegetação Zonal
I	Equatorial, úmido e quente, cujas variações térmicas maiores ocorrem dentro de períodos diários	Florestas pluviais tropicais sempre verdes
II	Tropical, com chuvas de verão e inverno seco	Florestas tropicais ou savanas

III	Subtropical árido	Desertos quentes
IV	Mediterrâneo, com chuvas de inverno e verão seco	Vegetação esclerófila (chaparral, maqui)
V	Quente-temperado sempre úmido	Florestas subtropicais sempre verdes
VI	Temperado úmido, com inverno curto	Florestas temperadas caducifólias
VII	Temperado Árido	Estepes ou desertos com inverno frio
VIII	Boreal	Florestas de coníferas (Taiga)
IX	Polar	Tundras

Fonte: Adaptado de Coutinho (2006).

A ideia de Zonobioma busca destacar o clima dentro da geobiosfera, correspondendo ao tipo de solo e a vegetação zonal, sendo clima 'úmido' àquele de chuvas abundantes e 'árido' àquele de clima seco, com poucas chuvas. Tendo ainda o uso simultâneo destes termos, evidenciando verão úmido e inverno árido ou seco (Walter, 1986).

Porém, os Zonobiotomas não apresentam uma delimitação física bem definida, apresentando faixas largas de zonas transicionais chamadas de Zonoecotonos (ZE). O ecótono representa essa área de transição ambiental, onde um tipo de vegetação é gradativamente substituído por outro. No Zonoecotono esses dois grupos vegetacionais coexistem sobre um mesmo contexto climático, e essa competição será definida de acordo com as características locais (solo, relevo, microclima, etc.) favorecendo as espécies de cada tipo de vegetação.

Outro conceito importante apresentado por Walter (1986) é o de Orobioma (OB), designando para os ambientes montanhosos, que diferenciam seu clima daquele encontrado em sua zona climática, devido a altitude.

Entre as principais críticas dessa abordagem, destaque-se a sua discrepância em algumas regiões, principalmente da América do Sul, e as problemáticas derivadas da sua pequena escala de mapeamento (Coutinho, 2006), que acaba por não corresponder às paisagens que possuem características distintas do seu entorno, mesmo com o uso dos termos orobioma, pedobioma, entre outros, que buscam dar respostas aos biomas que não respondem diretamente a sua zona climática.

2.11 PANORAMA DAS DIFERENTES ABORDAGENS

Após esta breve revisão é possível perceber semelhanças e contrastes entre as principais abordagens de classificação das paisagens. A organização das unidades taxonômicas apresenta-se como um ponto fundamental onde não há um consenso entre as abordagens. Destacando a dificuldade de aplicar as unidades taxonômicas nos ambientes reais, pois nem sempre será possível organizar a paisagem de acordo com a proposição teórica.

O aspecto que mais se apresenta como bem definido entre as diferentes abordagens é o destaque da vegetação como critério de classificação das paisagens. Assim como a análise integrada dos fatores que a compõe (geomorfologia, clima, topografia, etc.), podendo variar a partir do foco do pesquisador, como explicitado adiante.

A construção de cada abordagem está diretamente ligada a área de estudo dos pesquisadores, que irá definir o enfoque na análise da paisagem. Os que possuem uma maior ligação com a geologia dão enfoque para os tipos de rocha, história geológica, e regime tectônico, são os casos de Fenneman (1917) e Strakhov (1967). Ou a partir de variáveis climáticas como feito por Köppen (1948). Os que possuem uma ligação com a botânica, são alicerçados no conceito de ecossistema e bioma, destacando a vegetação e o clima, como Holdrige (1967) e Walter (1986). E aqueles com a influência da Geografia possuem uma maior preocupação no detalhamento dos níveis taxonômicos (hierarquia da paisagem), como é o caso de Bertrand (1968) e Sochava (1978).

Cabe enfatizar, entretanto, que apesar do foco dado para determinado componente, os referidos autores fazem uma análise levando em consideração a relação sistêmica dos elementos da paisagem. Por meios dessas abordagens, há um avanço constante no entendimento de cada elemento e suas relações respectivas com os outros componentes da natureza. Por exemplo, as contribuições de Erhart (1956) sobre a pedogênese auxilia no entendimento das relações entre o solo e outros elementos da paisagem. Strakhov (1967), por sua vez, colabora no estudo das rochas sedimentares, e como o processo de formação das mesmas é condicionado pelos diferentes contextos climáticos.

É notório também um encadeamento do conhecimento, onde determinadas pesquisas influenciam os trabalhos posteriores. É o caso da ecodinâmica de Tricart

(1977), que faz uso das noções de equilíbrio e ruptura pedogenética desenvolvidas por Erhart (1956). Enquanto este último classifica os ambientes em biostasia e resistasia, o seu sucessor adiciona o conceito de *intergrade*. Essa sequência de estudos permitem um avanço e aprimoramento das abordagens de estudo da paisagem, por vezes mais efetivas do que a criação de uma abordagem “a partir do zero”.

Espera-se então que, ao propor um sistema de classificação das paisagens de determinado ambiente, o pesquisador leve em consideração as contribuições dessas obras tradicionais. Assim como dos estudos realizados na área de estudo em questão, principalmente no que diz respeito a taxonomia dessas paisagens, levando em consideração os nomes dados pelas abordagens anteriores.

É a partir deste panorama de características que se deve refletir sobre a construção de uma abordagem de estudo da paisagem. As características das diferentes abordagens apresentadas aqui podem ser observadas no quadro da página a seguir (Quadro 6):

Quadro 6 - Características das diferentes abordagens de sínteses naturalistas da paisagem.

Características Abordagem	Principais Referências	Principais Conceitos	Unidades Taxonômicas	Crítérios de Classificação	Local de Aplicação da Abordagem
Regiões Fisiográficas	Fenneman (1917)	Fisiografia; Geografia Regional; Geomorfologia Regional.	Divisão; Província; Seção.	Textura do terreno; tipo de rocha; e estrutura e história geológica.	Estados Unidos.
Sistema Geográfico dos Climas	Köppen (1948)	Zonas Climáticas.	Zona; Região.	Temperatura; Precipitação.	Toda superfície terrestre.
Regiões Morfogenéticas	Peltier (1950)	Ciclo geográfico; Regiões Morfogenéticas; Topografia Poligenética.	Região Morfogenética (glacial; periglacial; boreal; marítimo; selva; moderado 'normal'; savana; semiárido; e árido).	Agentes geomórficos de uma dada região climática.	Toda superfície terrestre.
Teoria Biorresistásica	Erhart (1956)	Biostasia; Resistasia; Tipos de Pedogênese.	Ambientes Biostásicos; Ambientes Resistásicos.	Análise da pedogênese (geoquímica), paisagens paleofitogeográficas.	Madagascar
Zonas de Vida Ecológica	Holdrige (1967)	Associação; Sucessão;	Zonas de Vida, Associações, Faces Sucessionais.	Biotemperatura; Precipitação; Evapotranspiração; Elevação.	Toda superfície terrestre.
Princípios da Litogênese	Strakhov (1967)	Litogênese;	Zonas de Intemperismo (húmidas, glaciais, áridas, vulcânicos-sedimentares)	Clima; Litologia; Regime Tectônico.	Toda superfície terrestre.
Tipologia das Paisagens	Bertrand (1968)	Paisagem; Potencial Ecológico; Exploração Biológica; Ação Antrópica; Geossistema.	Zona; Domínio; Região Natural; Geossistema; Geofáceis; Geótopo.	Vegetação; ou característica geográfica dominante, qualquer que seja sua natureza.	Regiões da França.
Tipos Ecodinâmicos	Tricart (1977)	Ecótopos; Ecodinâmica; Biocenose; Pedogênese; Morfogênese.	Meios-estáveis; Meios-intergrades; Meios fortemente instáveis.	Vegetação; Geomorfologia; Solo; Litologia; Declividade; Hidrografia; Uso da terra; Construções antrópicas.	Cercanias de Sainte-Maxime, França.

Continua.

Características Abordagem	Principais Referências	Principais Conceitos	Unidades Taxonômicas	Crítérios de Classificação	Local de Aplicação da Abordagem
Classificação Dinâmica de Fácies	Sochava (1978)	Geossistema; Geômero; Geócoro; Epigeômero.	Conjunto de Tipos de Paisagens; Tipos de Paisagens; Classes de Geomas; Subclasses de Geomas; Grupos de Geomas; Subgrupos de Geomas; Geomas; Classes de Fácies; Grupos de Fácies; Fácies; Geômero elementar.	Geomorfologia; Vegetação.	Sibéria Central.
Classificação de Biomias	Walter (1986)	Bioma.	Biosfera; Geobiosfera; Zonobiomas; Subzonobiomas; Biomias; Orobioma; Pedobioma; Complexo biogeocenótico; Biogeocenoses; Sinusias.	Clima; vegetação; altitude; solo.	Toda superfície terrestre.

Fonte: Fenneman (1917); Köppen (1948); Peltier (1950); Erhart (1956); Holdrige (1967); Strakhov (1967); Bertrand (1968); Tricart (1977); Sochava (1978); Walter (1986). Organização do autor (2024).

3 ESTUDOS DAS PAISAGENS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Com o objetivo de realizar uma revisão das diferentes abordagens de estudos dos componentes ambientais das paisagens do Nordeste e semiárido brasileiro optou-se por construir uma sequência cronológica de diferentes trabalhos, partindo dos mais tradicionais (década de 1950) até as pesquisas mais recentes.

Foram observadas as principais características destas abordagens, como os seus objetivos, bases teóricas, dados utilizados, escalas de mapeamento, metodologias de estudo da paisagem, os principais conceitos e relações com as propostas apresentadas anteriormente, os critérios de classificação da paisagem, as unidades mapeadas, e os locais de destaque de aplicação das abordagens.

Como poderá ser observado durante o texto, as abordagens que versam sobre o semiárido brasileiro, ou àquelas que trazem essa região dentro dos seus resultados, são de diversas naturezas, com diferentes objetivos e escalas, ora fruto do trabalho individual de alguns intelectuais, ora realizado por grupos maiores de pesquisadores trabalhando em conjunto. O leitor deve ter isso em mente para não impor comparações desnecessárias quanto aos resultados obtidos em cada pesquisa, entendendo todas como importantes contribuições para se pensar a classificação das paisagens do semiárido brasileiro.

Por se tratar de um grande número de obras, entre elas obras de difícil acesso, buscou-se ao máximo reunir as informações mais importantes para entender a lógica da produção das mesmas, mesmo quando suas metodologias não estão claras e especificadas no corpo da pesquisa. Procurou-se também trazer os produtos cartográficos dessas obras quando disponíveis, e após o detalhamento inicial das obras, apresentar um quadro resumo dessas propostas de classificação das paisagens que abrangem o semiárido brasileiro.

3.1 JAMES (1952)

Entre as obras mais clássicas, James (1952) buscou investigar em que medida a condição de pobreza generalizada entre os habitantes do Nordeste do Brasil estava ligada à recorrência de calamidades naturais. Destacando que medidas de intervenção sem o conhecimento da distribuição e utilização dos recursos naturais seriam ineficientes.

É enfatizada pelo autor a falta de informações cartográficas sobre o Nordeste do Brasil à época, contando apenas com as folhas no Mapa Internacional do Mundo e o Mapa Aeronáutico Mundial, ambos com escala de 1:1.000.000. Existiam também os mapas do Serviço Geográfico do Exército (1:250.000), porém, apenas para uma fração da região em questão. Desta forma, James (1952) propõe a construção de um mapa com um tipo de característica que possa ser relacionado com outros diferentes mapas.

Tendo como base os dados das Cartas Aeronáuticas, o referido autor apresenta o mapa de configuração de superfície, onde outras informações a respeito dos fenômenos físicos, biológicos e culturais podiam ser inseridas em uma base comparável. Este mapa foi construído com base em observações de campo efetuadas durante a primeira metade de 1950, procurando descrever as características físicas do terreno, o clima e o padrão de vegetação natural. Relacionando ainda, as características ambientais, sociais e econômicas do Nordeste do Brasil.

Pode-se argumentar, além disso, que as calamidades não são naturais, mas são provocadas pelo homem; parecem ser o resultado da destruição do solo e da floresta. A pobreza, portanto, parece estar mais ligada a um sistema econômico e social; e, embora as cheias e secas da região produzam, sem dúvida, dificuldades nos dias de hoje, este resultado não é inevitável. Uma solução procurada apenas pelas obras de engenharia pareceria falhar a raiz do problema (James, 1952, p. 156, tradução nossa).

No que compete ao mapeamento das unidades de paisagem para o Nordeste do Brasil, James (1952) propõe uma classificação a partir da Zona da Mata e da Zona das Caatingas, por meio da associação do solo, declividade e água. A Zona da Mata corresponde a 4 subzonas, o litoral, os tabuleiros, as terras montanhosas e as planícies de inundação. E as Zonas das Caatingas, subdividida em 9 subzonas, o litoral, os tabuleiros, as planícies largas com restos de erosão, os maciços, os planaltos de arenito, as bacias sedimentares da Bahia, a várzea do São Francisco e a drenagem do Itapicuru, observados na figura a seguir (Figura 3).

Figura 3 - Mapa do Nordeste do Brasil, associação do solo, declividade e água.

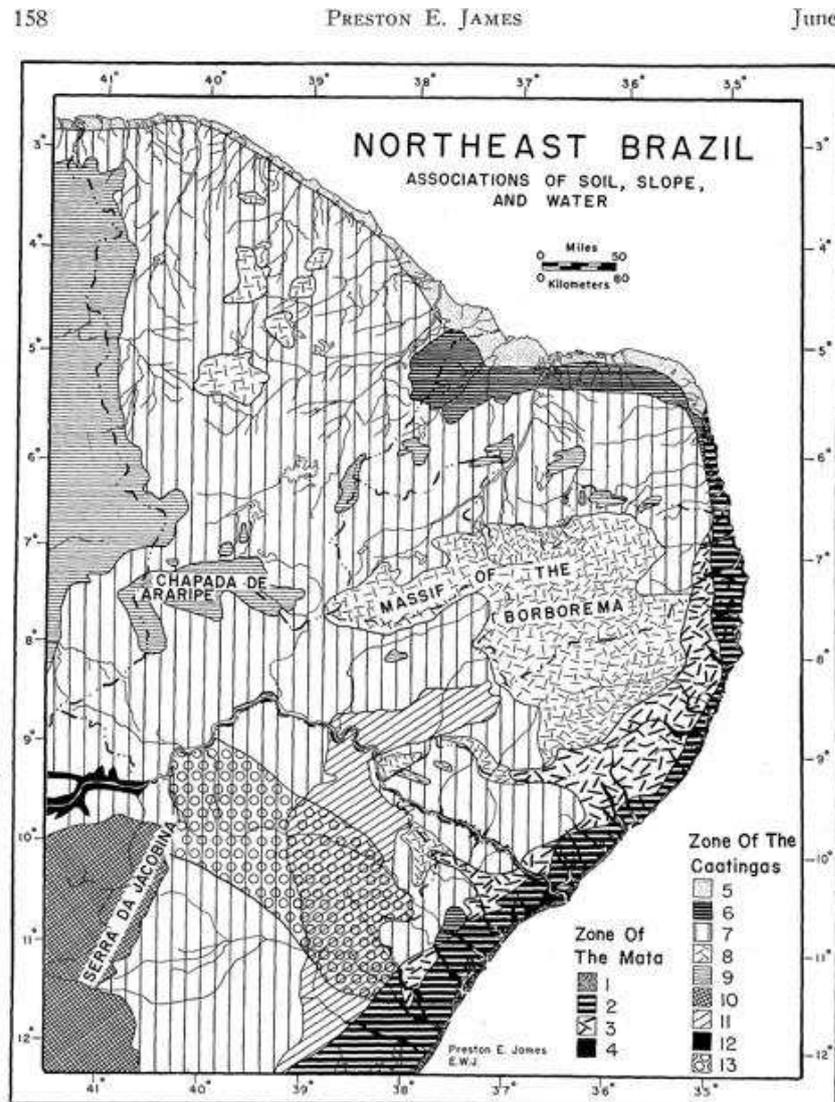


FIG. 3. Associations of soil, slope, and water.

- | Zone of the Mata | Zone of the Caatingas |
|-------------------|--|
| 1 The Shore | 5 The Shore |
| 2 The Taboleiros | 6 The Taboleiros |
| 3 The Hilly Lands | 7 The Broad Plains with Erosion Remnants |
| 4 The Floodplains | 8 The Massifs |
| | 9 The Sandstone Cap |
| | 10 The Serra da Jacobina |
| | 11 The Sedimentary Basin of Bahia |
| | 12 The São Francisco Floodplain |
| | 13 The Itapicuru Drainage Way |

Fonte: James (1952).

Cabe destacar a contribuição cartográfica deste trabalho assim como das considerações que tratam não apenas das características ambientais, mas principalmente, da relação destas com os diferentes usos da terra, com ênfase nas práticas agrícolas, como destruição do húmus nas queimadas, e a concentração da agricultura nas encostas propiciando forte erosão e alteração dos perfis das colinas e fundos dos vales (James, 1952).

3.2 TRICART (1959)

Jean Tricart, em 1959, traz as contribuições do trabalho 'As Zonas Morfoclimáticas do Nordeste Brasileiro', fruto de sua viagem de estudos no estado da Bahia, (Salvador, Feira de Santana, Milagres, Jequié e Cachoeira). Apesar de não apresentar um produto cartográfico, as contribuições realizadas neste trabalho são importantes para a compreensão das diferentes paisagens do Nordeste do Brasil.

Tricart (1959) elabora uma estrutura de organização da paisagem baseada em dois grupos: A Região dos Contatos Brutaís, onde encontram-se a Zona da Mata, a Zona do Agreste, e a Zona do Sertão; e os Tipos de Zonas de Transição, destacando a Zona de Transição do Piauí, e a Zona de Transição da Mata de Cipó (Bahia). Em suas observações são destacados aspectos da cobertura vegetal, dos solos, da litologia, da geomorfologia, e das heranças paleoclimáticas.

Para a Zona da Mata são destacadas as características da cobertura vegetal densa, os solos profundos (atingindo 10 a 20 m de espessura, por vezes mais), e a litologia decomposta. No contexto dos paleoclimas a Zona da Mata seria marcada por uma permanência das condições úmidas no período do Quaternário, permitindo o desenvolvimento da floresta e dos solos lateríticos móveis.

A Zona do Agreste é entendido como um tipo de zona intermediária entre a mata litorânea e o sertão, caracterizado por uma vegetação "savânica do tipo campo cerrado", com solos apresentando profundidade entre 1 a 3 m, por vezes arenosos e ricos em pequenos restos minerais (quartzo, feldspatos, mica).

A Zona do Sertão é caracterizada pela vegetação xerófila em grande parte endêmica, e os 'solos' são marcados pelo afloramento das rochas. Tricart (1959) ainda destaca 3 zonas morfodinâmicas: zona de enxurrada quase total e imediata; zona de enxurradas difusas; e zona de concentração das enxurradas a jusante dos grandes declives. Destacando a relação entre a hidrografia e a geomorfologia na formação das paisagens.

As Zonas de Transição são demarcadas pela ruptura progressiva das características da hidrogeologia semiárida. A Zona de Transição do Piauí demarca a mudança do semiárido para uma formação de campo cerrado. A Zona de Transição da Mata de Cipó é demarcada pela aparição de um tipo de vegetação original, a mata de cipó, apresentando uma largura de aproximadamente 30 km, nas proximidades do Rio das Contas.

De maneira geral Tricart (1959) faz uma análise integrada das paisagens do semiárido relacionando diferentes critérios ambientais com os vestígios paleoclimáticos, demonstrando as alterações paisagísticas, evidenciando áreas com características coesas e áreas de transição.

3.3 GALVÃO (1967)

O trabalho de Galvão (1967) traz uma proposta de identificação de Regiões Bioclimáticas para o Brasil, baseada no método de Gaussen e na utilização dos elementos do clima.

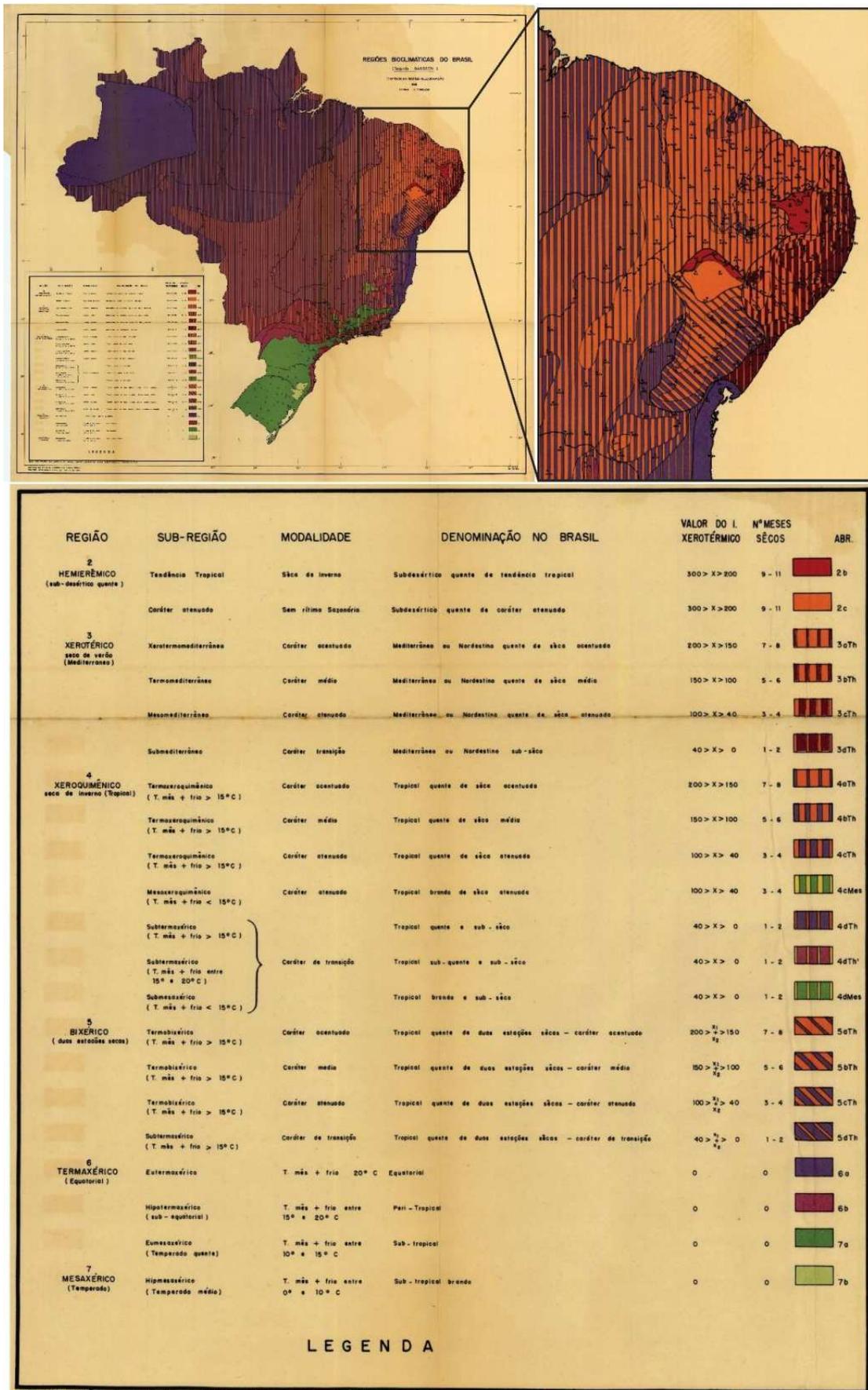
O método de Gaussen têm como base os trabalhos da ecologia vegetal, feitos por numerosos autores em diferentes partes do globo em que se manifesta um período sêco. Esta classificação fundamenta-se na utilização de um método gráfico claro e simples, o qual possibilita a categorização de climas análogos e a caracterização de climas distintos de maneira mais eficiente do que a simples análise das normais térmicas e pluviométricas anuais.

O método em questão pode ser subdividido em duas etapas essenciais e complementares. A primeira destina-se à determinação da estação seca, um fator crucial no contexto climático. Como é de conhecimento, o período do ano em que a água se encontra em quantidade insuficiente ou mesmo ausente exerce profundas modificações tanto nos seres vivos em geral quanto nas plantas, em particular. A intensidade desse fenômeno, contudo, encontra uma caracterização mais precisa na segunda etapa da classificação. Nesse estágio, além dos elementos temperatura e precipitação previamente utilizados, introduz-se um terceiro componente: a umidade atmosférica em todas as suas formas, inclusive as precipitações ocultas, como orvalho e nevoeiro. Este refinamento culmina na definição do índice xerotérmico (Galvão, 1967).

Mediante a análise das variáveis ambientais citadas, por meio de 602 estações meteorológicas, foram estabelecidas seis Regiões Bioclimáticas para o Brasil: Hemierêmica (Subdesértica quente); Xerotérica (Mediterrânea); Xeroquimênica (Tropical); Bixérica (Transição tropical-mediterrâneo); Termaxérica (Equatorial); e Mesaxérica (Temperada).

O mapa com as 6 Regiões Bioclimáticas, e suas respectivas sub-regiões para o Brasil, pode ser observado na figura a seguir (Figura 4).

Figura 4 - Regiões Bioclimáticas do Brasil e destaque para a região Nordeste.



Fonte: Galvão (1967).

3.4 VASCONCELOS SOBRINHO (1970)

Em 1970, Vasconcelos Sobrinho, por meio do Conselho do Desenvolvimento de Pernambuco, apresenta a obra 'As regiões Naturais do Nordeste, o Meio e a Civilização', uma vasta obra que trata não apenas do Nordeste do Brasil, mas de todo o Brasil em linhas gerais. Nesse trabalho, que possui a colaboração de outros importantes pesquisadores nordestinos, são discutidos os elementos naturais que compõem o Nordeste brasileiro, assim como as características das ocupações antrópicas, a partir de uma abordagem da Geografia Ecológica.

O trabalho é alicerçado pelo conceito de Região Natural, entendida enquanto uma área de limites e características precisas, definíveis de acordo com diversos aspectos, podendo ser geográficos, ecológico, social, econômico, etc. Promoveu a tentativa de estabelecer a região natural como um complexo edafo-clímato-biótico, onde a flora e a fauna, unificadas, concebem a região (Vasconcelos Sobrinho, 1970).

Vasconcelos Sobrinho (1970) leva em consideração três grupos de fatores para a formação da fisionomia dessas áreas: os fatores primários, que dizem respeito aos geológicos, entendendo os fenômenos geológicos como criadores das barreiras que condicionam as grandes ou pequenas áreas, assim como as áreas de comunicação, responsável pela dispersão das espécies de plantas e animais; os fatores secundários, que atuam sobre o aparecimento dos seres vivos, subdivididos entre climáticos (fenômenos atmosféricos), edáficos (solos), e bióticos (seres vivos); e os fatores recentes, que dizem respeito àqueles resultantes da atuação humana, subdivididos entre traumáticos (efeitos negativos, como queimadas, desmatamentos, etc.), e os econômicos (efeitos positivos resultantes do aproveitamento útil do meio pelo homem).

São classificadas a partir desses critérios, para todo o território brasileiro, 7 Regiões Naturais: Região Natural das Formações Litorâneas e Marítimas; Região Natural das Formações Norte-Hiléianas; Região Natural das Formações da Hiléia "Naiades"; Região Natural das Formações Sul-Hiléianas ou Intermediárias; Região Natural das Formações Atlânticas "Driades"; Região Natural das Formações Campestres "Oreades". Região Natural das Formações Degradadas "Hamadrias". As mesmas podem ser observadas na figura seguinte (Figura 5).

Os levantamentos do referido projeto resultaram no lançamento de 38 volumes, publicados entre 1973 e 2018, cada volume conta com informações a respeito da geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. E apresenta ainda, para cada área desses volumes, mapa geológico, mapa geomorfológico, mapa exploratório de solos, mapa de aptidão agrícola dos solos, mapa fitoecológico, e mapa de uso potencial da terra. Foram disponibilizados um total de 550 mosaicos na escala de 1:250.000, cobrindo todo o território brasileiro. Os mapas disponibilizados em alguns volumes estão na escala de 1:1.000.000 (Brasil, 1973).

A metodologia do RADAMBRASIL buscou o levantamento da Capacidade de Uso dos Recursos Naturais Renováveis e para o estudo das Relações Uso Atual – Uso Potencial. Tendo como princípio a delimitação de áreas geograficamente homogêneas sobre o ponto de vista do seu potencial produtivo, em um mapeamento da interação solo-relevo-clima-plantas. Porém, este mapeamento não estaria abrangendo as informações a respeito da geologia, geomorfologia, pedologia e vegetação, necessitando uma interpretação sistemática mais adequada (Vilas Boas, 1998).

De maneira geral a metodologia do referido projeto tem por objetivo final avaliar o potencial de uso das áreas estudadas. O foco era o potencial econômico ou capacidade de gerar riqueza, relacionando os recursos naturais com a capacidade de gerar boas colheitas.

3.6 AB'SÁBER (1984)

Ab'Sáber (1984), também traz uma proposta de classificação das paisagens brasileiras que abrange o semiárido do Nordeste a partir do conceito de Domínios Morfoclimáticos. Essa abordagem merece destaque por apresentar uma preocupação em relacionar os diferentes processos naturais de degradação da natureza com os tipos predominantes de processos antrópicos de degradação, e para além disto, apresentando uma estrutura taxonômica para as paisagens.

Ab'Sáber (1984) apresenta o Domínio Morfoclimático Semiárido do Nordeste, em três níveis taxonômicos (Geossistemas, Geofáceis e Geótopos) destacando os ecossistemas, os padrões de biomassa e os ambientes especiais. Essa construção da estrutura da paisagem (observada no quadro a seguir) destaca diferentes níveis a partir do nível de geossistemas, representados pelas variações da caatinga; geofáceis, a partir dos diferentes níveis de biomassa; e os geótopos, destacando os

ambientes diferenciados, normalmente associados a padrões geomorfológicos distintos (lajedos, inselbergs, grutas, e escarpas estruturais).

Quadro 7 - Unidades de Paisagem do Domínio Morfoclimático Semiárido do Nordeste.

O DOMÍNIO MORFOCLIMÁTICO SEMIÁRIDO DO NORDESTE: ECOSSISTEMAS CONTINENTAIS		
Geossistemas Ecosistemas	Geofáceis Padrões de biomassa	Geótopos Ambientes especiais
Caatingas arbóreas		
Caatingas arbóreo-arbustivas, indivisas	1. Caatingas arbóreas intrassertanejas	
	2. Caatingas arbóreo-arbustivas, gerais dos sertões secos	
	3. Caatingas arbustivo-arbóreas, secundárias dos sertões secos	
	4. Caatingas arbustivas dos sertões secos	
Caatingas dos altos pelados (caatingas anãs)		- Vegetação rupestre de inselbergs
Caatingas do Seridó		- Lajedos, com bromélias e cactáceas
Caatingas do Carrasco	1. Caatingas transicionais Carrasco - Cerrado (Araripe)	- Campos rupestres de serras secas
	2. Caatingas transicionais da cimeira de serras (Centro da Bahia)	- Cornijas de escarpas estruturais
Caatingas com presença ou dominancia de facheirais	1. Caatingas do Cabuji (RN)	- Topografias ruiformes e lajedos areníticos
	2. Caatingas do boqueirão do Jaguaribe (Arneiroz, CE)	- Crostas expostas de lateritas
	3. Caatingas do centro-sul de Pernambuco	- Grutas de intemperismo
	4. Caatingas in mata do cipó (setor norte do Planalto de Maracás, sul da Bahia)	- Grutas cársticas
Caatingas de Serras secas	1. Caatingas ocidentais de Borborema, entre Juazeirinho e Patos (PB)	
Vazantes de rio (leito de rio seco)	2. Caatingas da face oeste da Serra do Baturité (CE)	
Vazantes (laterais)		
Vazante-lameiro (São Francisco)		

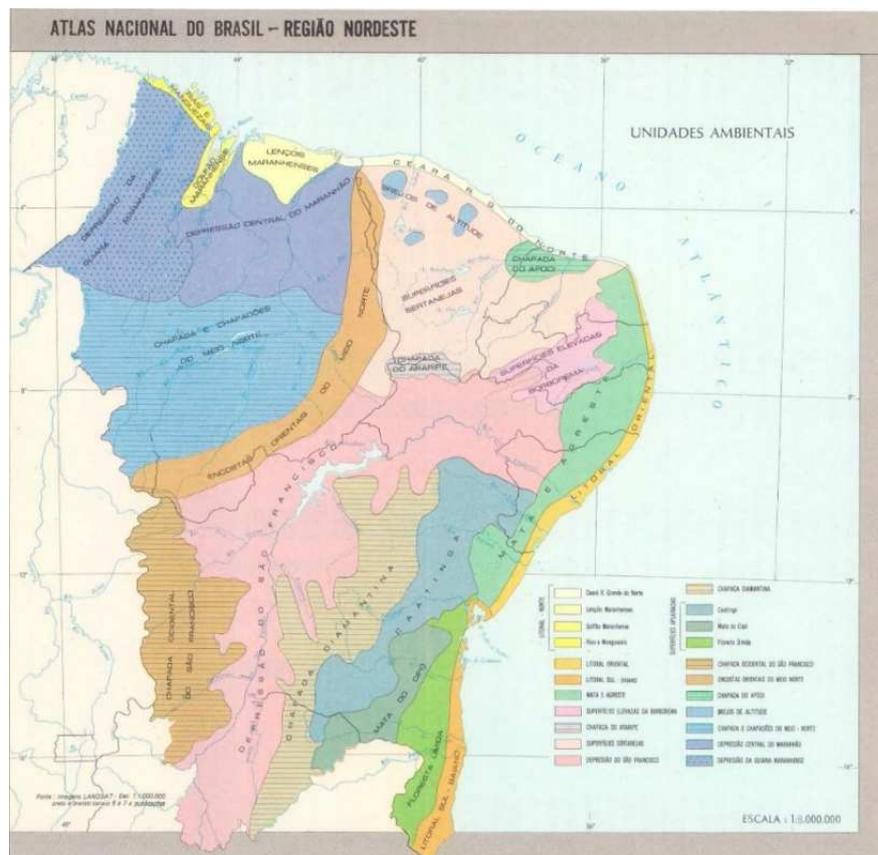
Fonte: Ab'Sáber (1984), adaptado pelo autor.

3.7 IBGE (1985)

Em 1985 o IBGE apresenta o Atlas Nacional do Brasil, dividido em volumes regionais, entre eles, a Região Nordeste, com o objetivo de oferecer um conjunto de informações visando o conhecimento da dimensão espacial dos elementos naturais, sociais, e econômicos da região nordestina, visando fornecer subsídios para a compreensão de sua organização regional.

Dentre os diversos mapas apresentados no atlas, se destaca o mapa de unidades ambientais (Figura 6), com um total de 22 unidades destacadas para a região Nordeste do Brasil, construído a partir de imagens Landsat. Entretanto, apesar de apresentar o mapa de unidades ambientais, as mesmas não são descritas de maneira clara nas discussões do atlas, que tem um maior foco nas formações vegetais (dentro do grupo de informações relacionados aos recursos renováveis), utilizando as unidades ambientais de maneira secundária, como referência de localização de outras características naturais (relacionando ao clima, vegetação, solos, etc.).

Figura 6 - Mapa de Unidades Ambientais do Atlas Nacional do Brasil - Região Nordeste.



Fonte: IBGE, 1985.

3.8 COELHO (1988)

Apoiado na Ecologia e no conceito de Ecossistema, Coelho (1988) apresenta a obra intitulada 'Os Grandes Ecossistemas do Nordeste Brasileiro: Problemas e Soluções', fruto de convênio realizado entre a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Seu objetivo é difundir as condições fisiográficas do meio ambiente em cada um dos grandes ecossistemas regionais, assim como apontar as mudanças ocorridas em consequência da ação antrópica. O texto inclui observações, conceitos e práticas ecológicas que visam a defesa do meio ambiente, buscando uma visão mais abrangente e tomadas de decisão para tratar dos problemas ambientais observados.

Coelho (1988) traz o cartograma Ecossistemas da Região Nordeste⁶ (Figura 7) onde o mesmo aborda a Região Nordeste a partir de 6 grandes grupos de Ecossistemas, com suas respectivas subdivisões.

Figura 7 - Cartograma dos Ecossistemas da Região Nordeste.



Fonte: Coelho (1988).

Os Ecossistemas apresentados por Coelho (1988) são: Ecossistemas do Norte Maranhense e Extremo Norte Piauiense, subdividido entre Ecossistemas do Litoral e Sublitoral do Maranhão e Piauí e Ecossistemas dos Campos Aluviais; Ecossistemas

⁶ O mesmo mapa foi utilizado por Andrade (1989) na obra 'Ecossistemas e Potencialidades dos Recursos Naturais do Nordeste', produzido pela SUDENE, obra que será discutida posteriormente.

do Meio Norte, subdivido entre Ecossistemas das Florestas Estacionais, Ecossistemas dos Ecótonos do Baixo Parnaíba, Ecossistemas das Áreas dos Cocais e Ecossistemas da Pré-Amazonia Maranhense; Ecossistemas do Sertão e Litoral Setentrional, subdivido entre Ecossistemas das Caatingas Sertanejas, Ecossistemas das Manchas Úmidas do Sertão e Ecossistemas da Chapada Diamantina; Ecossistemas dos Agrestes, subdivido entre Ecossistemas das Manchas Úmidas dos Agrestes e Ecossistemas das Áreas Agrestinas; Ecossistemas do Litoral e Mata Oriental do Nordeste; e Ecossistemas dos Cerrados.

Para a classificação desses ecossistemas são levados em consideração principalmente as características do clima, dos solos e da vegetação. Porém, são destacadas ainda durante o texto as características geomorfológicas, da geologia, e informações a respeito das áreas, das populações, e densidades demográficas no âmbito dos ecossistemas e suas respectivas subdivisões.

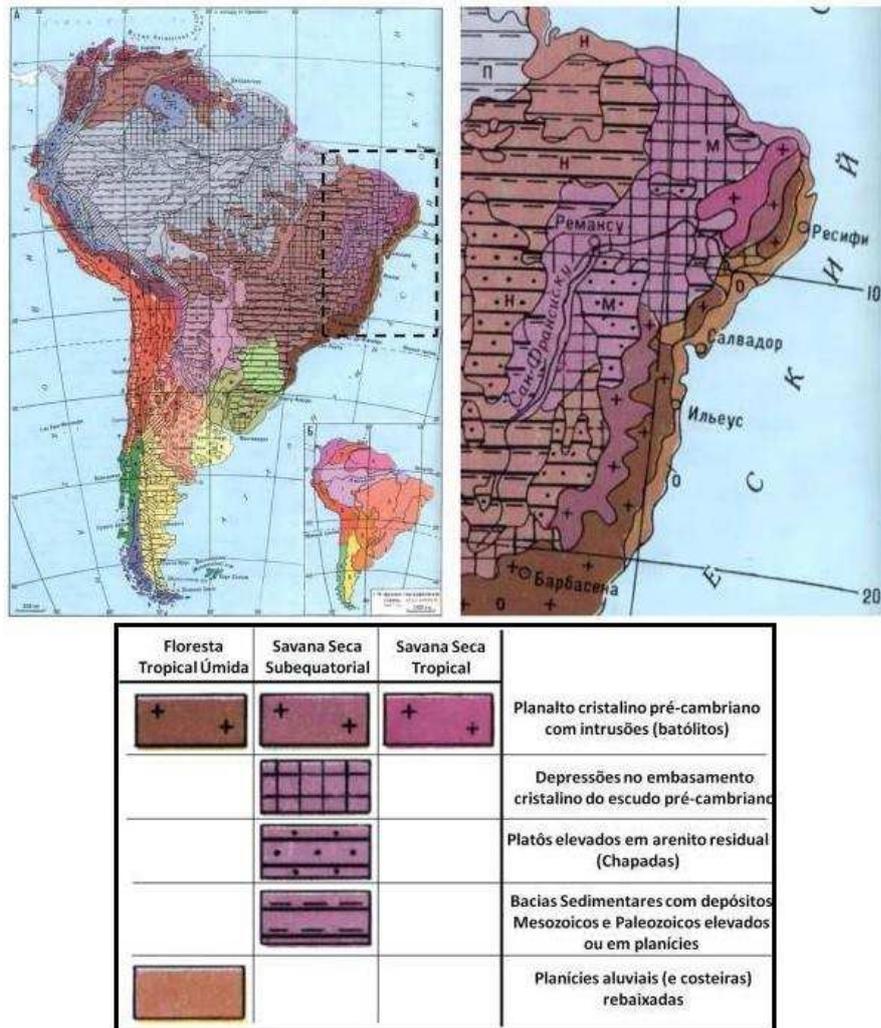
Para além da classificação dos ecossistemas, Coelho (1988) buscou discutir diversas questões referentes as interferências antrópicas no Nordeste do Brasil. Destacam-se entre os problemas dos ecossistemas percorridos: a poluição hídrica, com atenção para o Rio Capibaribe e o Rio São Francisco; a poluição das praias, principalmente nas cidades de Maceió (Alagoas), Aracaju (Sergipe) e Aremede (Bahia); desmatamentos e queimadas; a poluição por agrotóxicos; as problemáticas das secas e das enchentes; e problemáticas de cumprimento da legislação ambiental.

3.9 ISACHENKO E SHLIAPNIKOV (1989)

Numa perspectiva diferente, dentro das tradições da escola russo-soviética, Isachenko e Shliapnikov (1989) trazem um vasto trabalho a respeito das paisagens do mundo. Seguindo a tradição da geografia soviética, a metodologia busca a diferenciação de tipos, subtipos e grupos de paisagens, desenvolvida pelo próprio A. G. Isachenko. As paisagens são classificadas a partir de uma divisão lógica do território para encontrar as unidades menores a partir das maiores.

Conforme esclarece Cavalcanti (2013), para Isachenko e Shliapnikov (1989) as unidades são obtidas pelo cruzamento de informações temáticas distintas, que inclui megaunidades geomorfológicas e sua ocorrência dentro de zonas climáticas diferenciando a sua taxonomia de Tipos, Subtipos e Grupos de Paisagens. O mapa das paisagens da América do Sul e grupo de paisagens do Nordeste do Brasil podem ser observados na Figura 8.

Figura 8 - Mapa das Paisagens da América do Sul e Grupo de Paisagens do Nordeste do Brasil.



Fonte: Isachenko e Shliapnikov (1989), apud Cavalcanti (2013).

3.10 ANDRADE / SUDENE (1989)

A obra produzida pela SUDENE, 'Ecosistemas e Potencialidades dos Recursos Naturais do Nordeste', com coordenação de Manuel Correia de Oliveira Andrade (Andrade, 1989), possui aspectos semelhantes ao trabalho de Coelho (1988), pois ambos fizeram uso das pesquisas desenvolvidas nesse período pela SUDENE.

Andrade (1989) esclarece que essas pesquisas iniciaram em setembro de 1983 e foram concluídas em outubro de 1985, porém, o produto escrito ainda em versão preliminar e para circulação interna na SUDENE só foi publicado em 1989. O mesmo é fruto do convênio já citado entre a SUDENE e a UFPE/Departamento de Ciências Geográficas.

Entre as preocupações do grupo de pesquisa que realizaram esse trabalho destaca-se a de dar uma visão de totalidade ao Nordeste Brasileiro, para que um setor do conhecimento não fosse beneficiado em detrimento dos demais. Com o objetivo principal de demonstrar que “os problemas ecológicos não são apenas biológicos, naturais, mas também, principalmente, sociais” (Andrade, 1989, p. 14).

O autor supracitado destaca as dificuldades de realizar um estudo a partir de uma abordagem ecológica tendo em vista os avanços do pensamento ecológico salientando seu caráter multidisciplinar.

Não é tarefa fácil realizar um estudo com uma abordagem ecológica, tendo em vista a evolução que teve o pensamento ecológico e o amplo espaço que esta ciência abrange. Em sua evolução histórica o pensamento ecológico “ultrapassou em muito os limites originais propostos por Haechel. Não só em sua vertente biológica original, onde a sofisticação de métodos e conceitos, como também em sua vertente mais ligada ao campo das ciências sociais, que se desenvolveu mais tarde com uma amplitude poucas vezes encontrada na história do pensamento, enveredando por um vasto enfoque multidisciplinar (Andrade, 1989, p. 18).

Essa extensa e rica obra é estruturada em um total de quatro volumes: o Volume 1 trata do processo de ocupação do espaço nordestino, o povoamento e exploração dos recursos naturais e suas implicações ecológicas, a caracterização do quadro natural do Nordeste, os ecossistemas do litoral e mata oriental do Nordeste, e os ecossistemas do sertão e litoral setentrional; o Volume 2 discute os ecossistemas dos agrestes nordestinos e os ecossistemas do norte maranhense e extremo norte piauiense; o Volume 3 discorre a respeito dos ecossistemas do domínio dos cerrados, os ecossistemas aquáticos, e a avaliação e potencialidades dos ecossistemas; e por fim o Volume 4 que traz anexos a respeito dos aspectos do clima do Nordeste, da pecuária regional e suas relações com o meio ambiente, e relações dos municípios segundo as suas respectivas regiões ecológicas (Andrade, 1989).

Cabe enfatizar também, dentro da proposta de Andrade (1989), a classificação dos ecossistemas aquáticos, com suas subdivisões entre ecossistemas de água doce e ecossistemas de água salgada, assim como ecossistemas de águas correntes e ecossistemas de águas paradas. Trazendo ainda discussões a respeito dos ecossistemas de águas oceânicas, os ecossistemas de águas estuarinas e manguezais. Aprofundando as discussões a respeito dos corpos hídricos do Nordeste Brasileiro.

3.11 EMBRAPA (1991)

Outra produção importante que merece destaque dentro das abordagens integradas que abrangem o Semiárido do Brasil é o Zoneamento Agroecológico do Nordeste (ZANE) apresentado pela EMBRAPA, iniciado em 1991 e atualizado em anos posteriores (1993 e 2000). O Zoneamento agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico, realizado em convênios (Embrapa/Orstom/Cirad/Sudene), apresenta um mapeamento das grandes unidades de paisagem do Nordeste Brasileiro, com escala de 1:2.000.000. O estudo desenvolvido abrange todo o Nordeste, incluindo-se parte de Minas Gerais, numa área de 1.662.947 km².

Tendo como meta principal caracterizar e espacializar os diversos ambientes em função da diversidade dos recursos naturais e agrossocioeconômicos, nesta proposta são apresentadas as grandes unidades de paisagem e suas subdivisões em unidades geoambientais (versão do ano 2000 na Figura 9), classificando as paisagens do Semiárido Brasileiro em 20 diferentes Unidades de Paisagem, subdivididas em 172 Unidades Geo-ambientais (Quadro 8). O mesmo visa a elaboração de documentos norteadores da política de desenvolvimento integrado do Nordeste do Brasil.

Figura 9 - Mapa do Zoneamento Agroecológico do Nordeste, Diagnostico do Quadro Natural e Agrossocioeconômico, EMBRAPA, 2000.



Fonte: Rodrigues e Silva *et al.* (2000).

Quadro 8 - Grandes Unidades de Paisagem e Número de Unidades Geoambientais do Zoneamento agroecológico do Nordeste, EMBRAPA (2000).

Grandes Unidades de Paisagem	Número de Unidades Geoambientais
A – Chapadas Altas	8
B – Chapadas Intermediárias e Baixas	15
C – Chapada Diamantina	8
D – Planalto da Borborema	7
E – Superfícies Retrabalhadas	13
F - Depressão Sertaneja	34
G - Superfícies Dissecadas dos Vales dos Rios Gurguéia, Parnaíba, Itapecuru e Tocantins	18
H - Superfícies Dissecadas Diversas	4
I - Bacias Sedimentares	12
J - Superfícies Cársticas	12
L - Tabuleiros Costeiros	17
M - Baixada Litorânea	6
N - Grandes Áreas Aluviais	3
O - Golfão Maranhense	1
P - Grande Baixada Maranhense	1
Q – Dunas Continentais	2
R – Complexo de Campo Maior	2
S – Maciços e Serras Altas	3
T – Maciços e Serras Baixas	3
U – Serrotes, Inselbergues e Maciços Residuais	3

Fonte: Rodrigues e Silva et al. (2000).

O ZANE teve como meta principal caracterizar e espacializar os diversos ambientes em função da diversidade dos recursos naturais e agrossocioeconômicos. O mesmo visou ainda a elaboração de documentos norteadores para uma política de desenvolvimento integrado do Nordeste do Brasil.

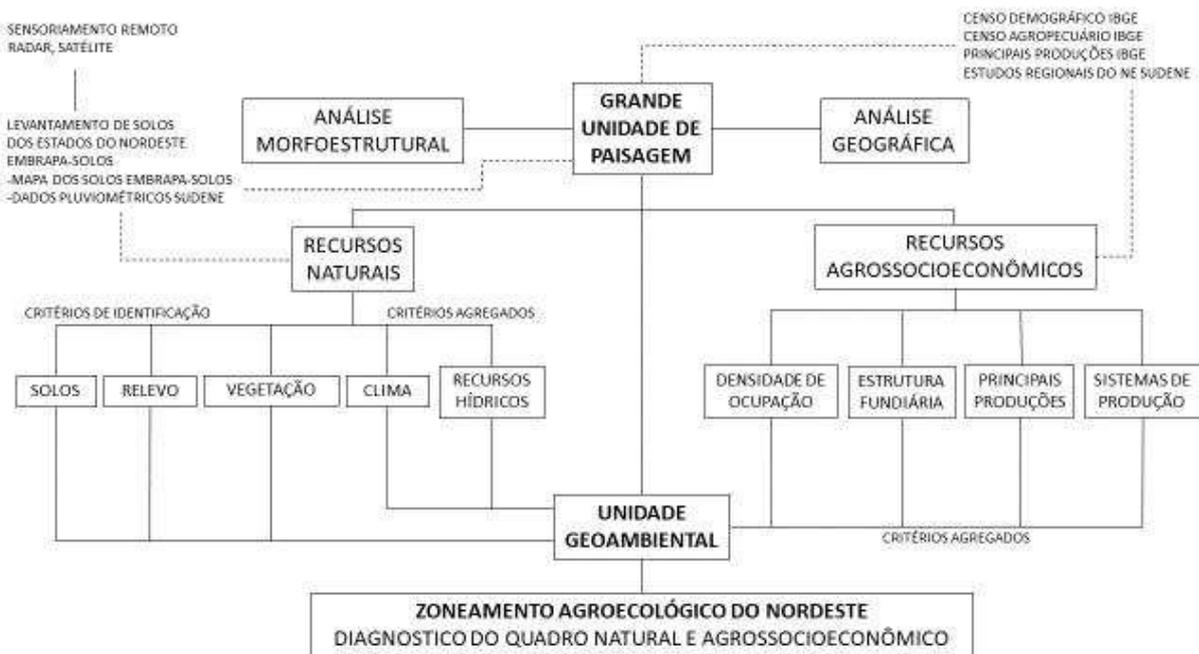
Esse processo de regionalização natural da EMBRAPA teve como base o conceito de Unidade Geoambiental, definida como uma entidade especializada, com destaque para o material geológico, a vegetação natural, o clima, o relevo, e a sequência de solos formando o conjunto da paisagem. Cabe destacar que primeiramente foram classificadas as Unidades Geoambientais e posteriormente

agrupadas para a formação das Grandes Unidades de Paisagem (Araujo Filho *et al.*, 1997).

O conceito de Unidade Geoambiental compreende realidades diversas, de acordo com as disciplinas contempladas (geografia, ecologia, pedologia, etc.) porém aquele que melhor se adapta às metas do desenvolvimento rural é: “Uma unidade geoambiental é definida como uma entidade especializada, na qual o substrato (material de origem do solo), a vegetação natural, o modelado e a natureza e distribuição dos solos, em função da topografia, constituem um conjunto de problemática homogênea, cuja variabilidade é mínima, de acordo com a escala cartográfica” (Riché e Tonneau, 1989 apud Rodrigues e Silva, *et al.*, 1993).

Como pode ser observado no fluxograma a seguir (Figura 10), a metodologia aplicada no ZANE possui dois eixos principais, um voltado para a análise dos componentes biofísicos (análise morfoestrutural, que inclui os recursos naturais, como solos, relevo, vegetação, clima e recursos hídricos), e outro voltado a análise dos componentes socioeconômicos (análise geográfica, que inclui os recursos agrossocioeconômicos, como densidade de ocupação, estrutura fundiária, principais produções e sistemas de produção). A partir da análise integrada desses dados observados na paisagem chegasse ao conceito de unidade geoambiental.

Figura 10 - Fluxograma do Zoneamento Agroecológico do Nordeste.



Fonte: Rodrigues e Silva *et al.* (1993).

É proposto ainda pela EMBRAPA uma classificação hierárquica que abrange desde a escala regional, passando pela escala estadual e indo à escala municipal. Na espacialização geoambiental em escala estadual (ao redor de 1:100.000), são propostos dois níveis hierárquicos (subunidades geoambientais e os segmentos geoambientais) baseados principalmente no arranjo e distribuição de solos no modelado, podendo ainda ser combinado com fases da vegetação.

Já na escala municipal (trabalhada em 1:25.000) os seus dois níveis hierárquicos (subsegmentos geoambientais e as “células” geoambientais) abrangem unidades mais “puras” com sequências de solos ou mesmo uma única unidade de solo (Araujo Filho *et al.*, 1997).

É importante salientar que as subdivisões propostas a partir da década de 1990, como esta da EMBRAPA, embora incorporem os avanços de detalhamento da superfície, propiciado pelo acesso das informações das imagens de satélite, não trouxeram consigo uma síntese genética das paisagens, seja por base geomorfológica ou geográfica, mas apenas sua descrição do estado momentâneo da paisagem e seus potenciais usos. Assim, grupos de formas geneticamente associados foram desmembrados com base unicamente nos critérios morfológicos adotados pelos operadores de cada modelo.

3.12 SOUZA *et al.* (1992)

Baseado diretamente no Zoneamento Agroecológico do Nordeste (EMBRAPA, 1991), SOUZA *et al.* (1992) trazem uma importante contribuição por meio do “Esboço Eco-geográfico do Semi-árido Brasileiro”, subdividindo o semiárido em 9 Unidades de Paisagem. Esta proposta, construída a partir da ciência geográfica, tem como referência bibliográfica principal o Zoneamento Agroecológico do Nordeste (EMBRAPA, 1991), assim como os produtos do levantamento de recursos naturais do RADAMBRASIL (1981A, 1981B, 1981C, e 1983) e do Atlas do IBGE (1985). Tendo a proposta da EMBRAPA (1991) como fonte para a revisão e (re)denominação de cada Unidade de Paisagem.

É importante frisar que das 172 Unidades Geo-ambientais tratadas pela EMBRAPA (1991), são consideradas pouco mais de setenta na proposta de SOUZA *et al.* (1992), isto ocorre devido as demais unidades não fazerem parte da área considerada até então como Semiárido Brasileiro. Assim, entre as Grandes Unidades de Paisagem da proposta original da EMBRAPA foram totalmente excluídas:

Superfícies Dissecadas dos Altos rios Gurguéia, Parnaíba, Itapecuru e Tocantins (G); Golfão Maranhense (D); Grande Baixada Maranhense (P) e Complexo de Campos Maior (R). E da mesma forma, foram excluídas algumas Unidades Geo-ambientais: dos setores ocidentais das Chapadas Altas (A) e das Chapadas Intermediárias e Baixas (B); das porções meridionais e ocidentais das Superfícies Dissecadas Diversas (H) e das Superfícies Retrabalhadas (E); dos setores norte e leste da Baixada Litorânea (M) e dos Tabuleiros Costeiros (L); dos setores sul das Superfícies Cársticas (J) e da Chapada Diamantina (C).

Dentro das 9 Unidades de Paisagem propostas por SOUZA *et al.* (1992) pode-se destacar de maneira resumida:

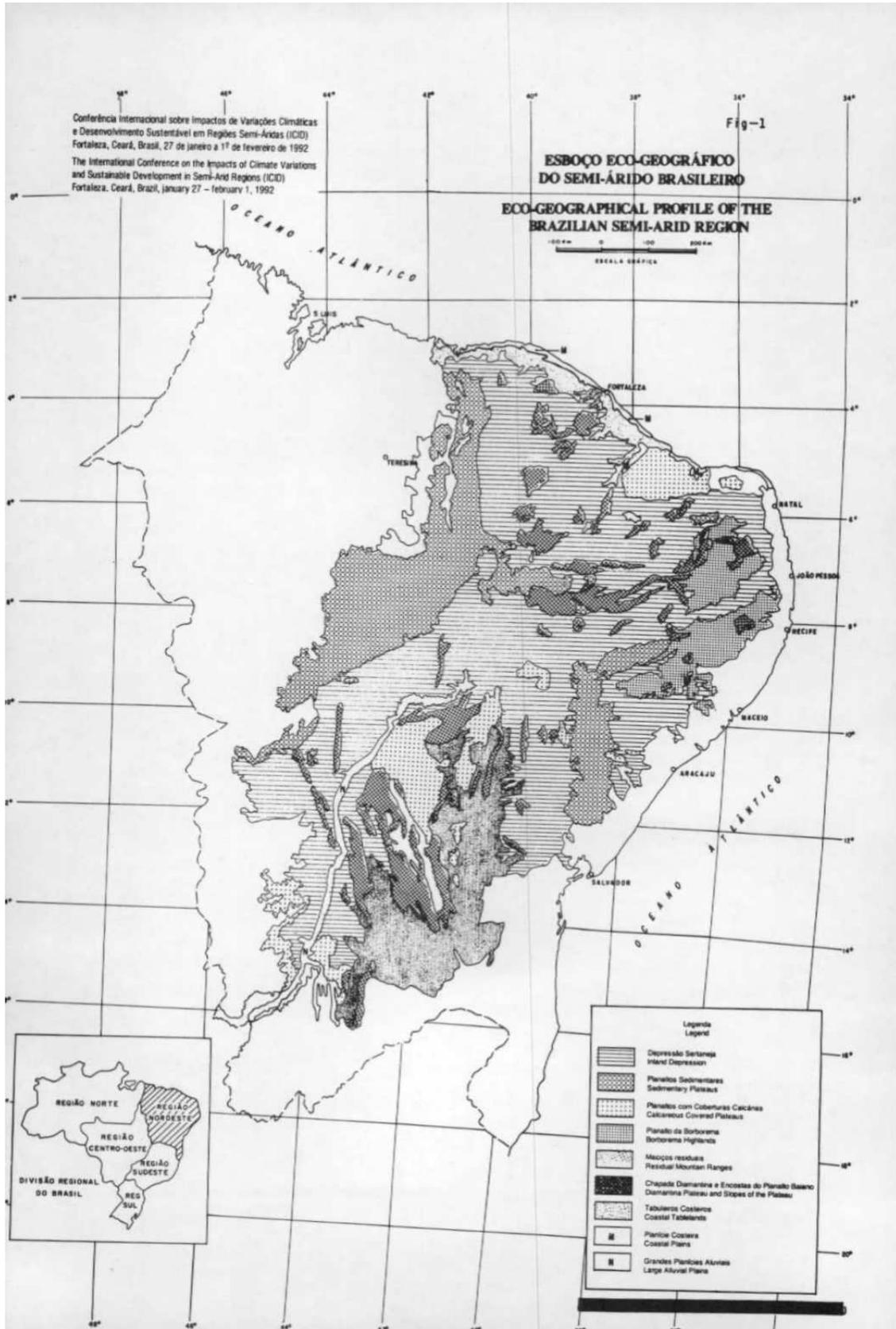
1. **Planaltos Sedimentares:** recobertos por arenitos em estruturas horizontais e sub-horizontais, são grandes extensões de áreas submetidas às condições de semi-áridéz e aos impactos das secas, a principal influência é climática, devido a irregularidade das chuvas;
2. **Depressão Sertaneja:** Sertões do Centro-Norte e Sul: superfícies de erosão desenvolvidas em rochas cristalinas, eventualmente sedimentares, entre as principais problemáticas estão as chuvas concentradas em curto período do ano, e longa estação seca, com excessiva irregularidade do regime de precipitação;
3. **Planalto da Borborema:** conjunto estrutural de maciços ou blocos falhados e dobrados ou blocos falhados em rochas do embasamento cristalino. A disposição do relevo face aos deslocamentos das massas de ar gera diferenças ambientais profundas nessa unidade, entre as principais problemáticas estão os efeitos da erosão devido a produção agropecuária;
4. **Planaltos com Coberturas Calcárias:** áreas dispersas e descontínuas de planaltos recobertos por calcários, além de afloramentos dispersos. A deficiência hídrica durante a maior parte do ano é a principal problemática;
5. **Maciços Residuais:** dispersos por todo o Nordeste Brasileiro, com níveis altimétricos variados e acima de 400-500m, modelados nos mais diferentes litotipos. Por serem parcialmente favoráveis às atividades agrícolas deve-se ter limitações destas atividades nas vertentes com maior declividade;
6. **Chapada Diamantina e Encosta do Planalto Baiano:** conjunto de extensos platôs modelados em rochas do embasamento recobertos por litologias sedimentares com altitudes médias superiores a 1000m. Nas áreas de relevos

acidentados com maior declividade os solos de base cristalina são mais susceptíveis a erosão;

7. **Tabuleiros Costeiros:** superfícies rampeadas em sedimentos areno-argilosos, dissecadas em interflúvios tabulares. Nos solos podzólicos de textura argilosa a maior dissecação do relevo pode contribuir para aceleração da erosão através do escoamento hídrico laminar;
8. **Planície Costeira:** faixa estreita do CE-RN com elevado estoque de sedimentos arenosos modelados por processos fluviais, são áreas com preponderância de campos de dunas móveis. São áreas com equilíbrio ambiental muito frágil e que precisam ser preservadas, com destaque para os mangues.
9. **Grandes Planícies Fluviais:** áreas de acumulação aluvial nas planícies do médio São Francisco e dos baixos Jaguaribe Parnaíba e Acaraú, entre outros. Os solos possuem alta fertilidade natural, porém, as limitações ao uso estão subordinadas à drenagem imperfeita. Os principais problemas estão relacionados à salinização e perda do solo.

O produto cartográfico dessa proposta, apresentado na figura da página seguinte (Figura 11), mostra as Unidades de Paisagem descritas anteriormente, e permite visualizar as diferenças de classificação das paisagens do Semiárido Brasileiro frente a obra usada como referência.

Figura 11 - Mapa do Esboço Eco-Geográfico do Semiárido Brasileiro.



Fonte: Souza et al. (1992).

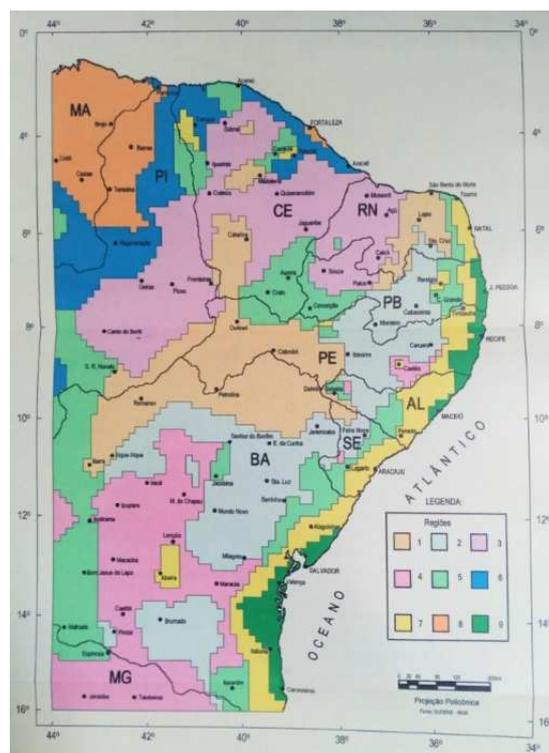
3.13 ANDRADE (1998)

Outra abordagem baseada nos pressupostos da ecologia, porém com um enfoque climático a partir da Ciência Florestal, é apresentada por Leonaldo Alves de Andrade (1998), tratando das regiões ecológicas para o Nordeste brasileiro. Nesta proposta são selecionadas pelo autor um conjunto de 34 variáveis climáticas utilizadas para a classificação ecológica, algumas destas extraídas do balanço hídrico de Thornthwaite (Thornthwaite e Mather, 1955).

A metodologia deste trabalho tem como estrutura fundante a análise estatística, fazendo uso de análise fatorial, análise de agrupamento, e análise discriminante. Algumas variáveis não foram utilizadas para as análises estatísticas, sendo essas usadas para a descrição das regiões ecológicas identificadas.

Desta forma, Andrade (1998) classifica o seu recorte espacial (o território brasileiro situado a leste do meridiano de 44° Oeste e ao norte do paralelo de 16° Sul) em 9 Regiões Ecológicas (Figura 12), com suas subdivisões em Grupos Correspondentes. O critério adotado foi a ordem crescente dos valores interpolados médios da variável PTMAN (precipitação total média anual em mm). Logo, a Região Ecológica 1 é a mais seca e a Região Ecológica 9, a mais úmida.

Figura 12 - Regiões ecológicas delimitadas no território brasileiro situado a leste do meridiano de 44° Oeste e ao norte do paralelo de 16° Sul.



Fonte: Andrade (1998).

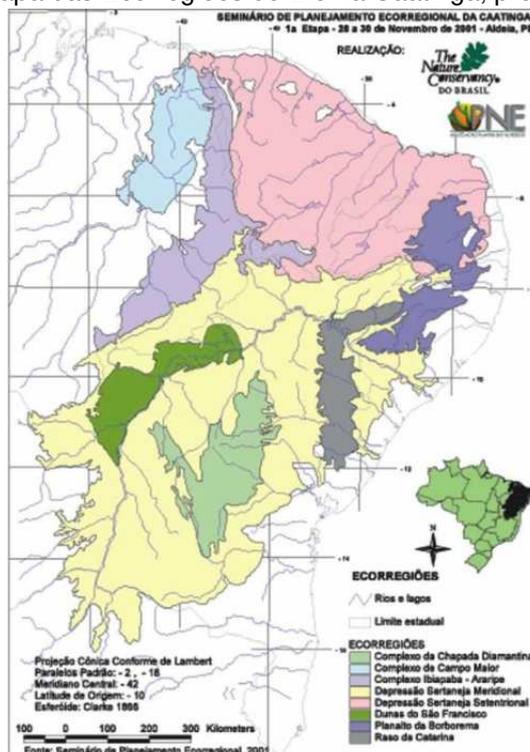
3.14 VELLOSO; SAMPAIO; PAREYN (2001)

No Seminário de Planejamento Ecorregional da Caatinga, 1ª etapa, no ano de 2001, é apresentado a proposta de classificação das Ecorregiões do Bioma Caatinga, fruto do Seminário Caatinga do PROBIO (Programa Nacional da Biodiversidade) realizado no ano de 2000.

Esta proposta é alicerçada no conceito de ecorregião, entendida enquanto “uma unidade relativamente grande de terra e água delimitada pelos fatores bióticos e abióticos que regulam a estrutura e função das comunidades naturais que lá se encontram” (Velloso; Sampaio; Pareyn, 2002, p. 3). Desta forma, os autores citados buscaram focar nos principais elementos controladores da distribuição da biodiversidade na Caatinga, que influenciam na sazonalidade, disponibilidade de água, características do solo, geomorfologia, geologia, e história da biota.

Inicialmente foram identificadas 8 Ecorregiões do Bioma da Caatinga (Figura 13): Complexo da Chapada Diamantina; Complexo de Campo Maior; Complexo Ibiapaba – Araripe; Depressão Sertaneja Meridional; Depressão Sertaneja Setentrional; Dunas do São Francisco; Planalto da Borborema; e Raso da Catarina.

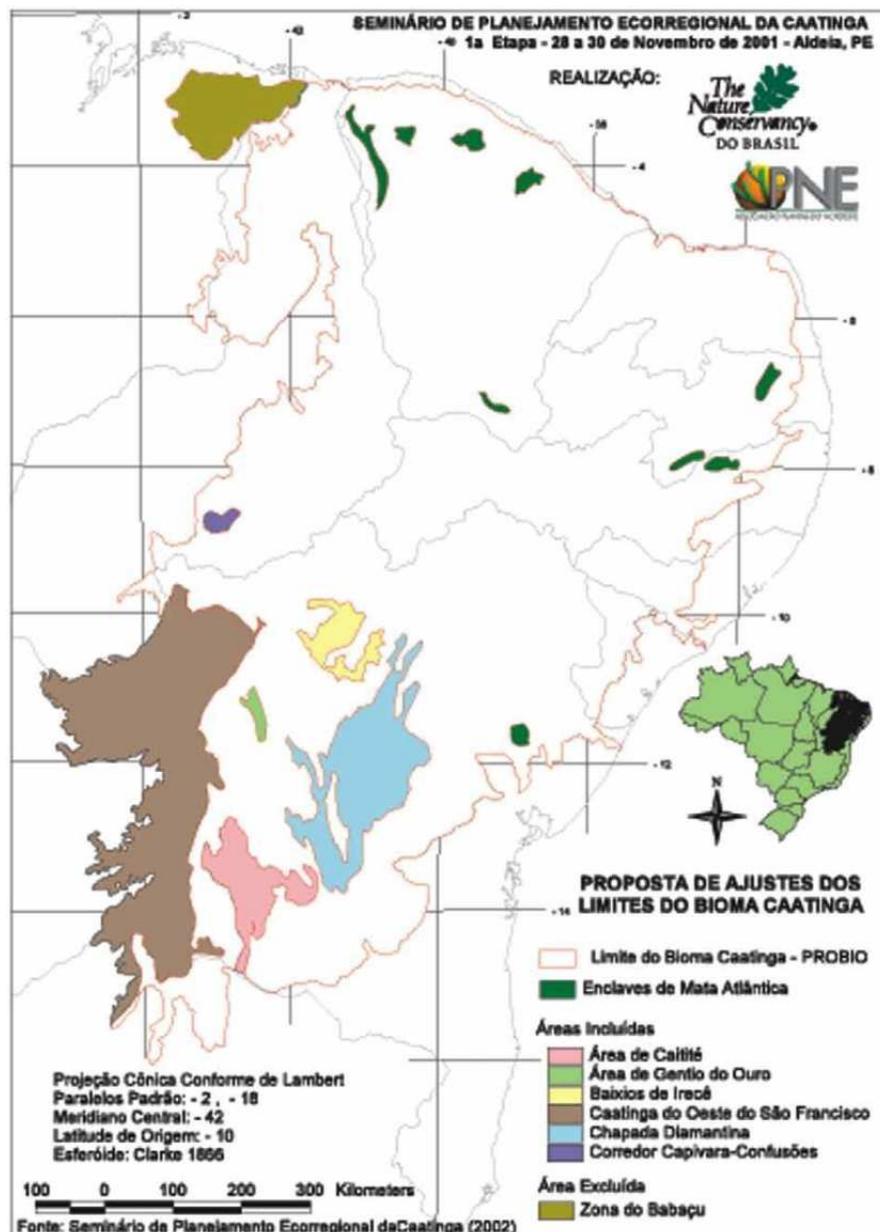
Figura 13 - Mapa das Ecorregiões do Bioma Caatinga, proposta de 2001.



Fonte: Velloso; Sampaio; Pareyn (2002).

Posteriormente, foi proposta uma nova delimitação com ajustes nos limites do bioma Caatinga (Figura 14), nesta nova proposta foram adicionadas 7 novas áreas: Enclaves de Mata Atlântica; Área de Caitité; Área de Gentio do Ouro; Baixios de Irecê; Caatinga do Oeste do São Francisco; Chapada Diamantina; Corredor Capivara-Confusões. E ainda dentro dessa nova proposta foi excluída a área da Zona do Babaçu, pois, para os autores, a mesma é uma área de transição para o Cerrado, e não para a Caatinga, e seu caráter caducifólio não é suficiente para incluí-la no bioma Caatinga (Velloso; Sampaio; Pareyn, 2002).

Figura 14 - Proposta de Ajustes dos Limites do Bioma Caatinga.



Fonte: Velloso; Sampaio; Pareyn (2002).

Velloso, Sampaio, Pareyn (2002) trazem ainda uma descrição de cada ecorregião identificada para o semiárido brasileiro, destacando suas principais características físicas, os tipos de vegetação, endemismos e espécies características (com destaque para a flora), explicação dos limites escolhidos para cada ecorregião, os fatores controladores desses sistemas ecológicos e seus estados de conservação, além de uma análise da urgência de ação para cada uma das ecorregiões.

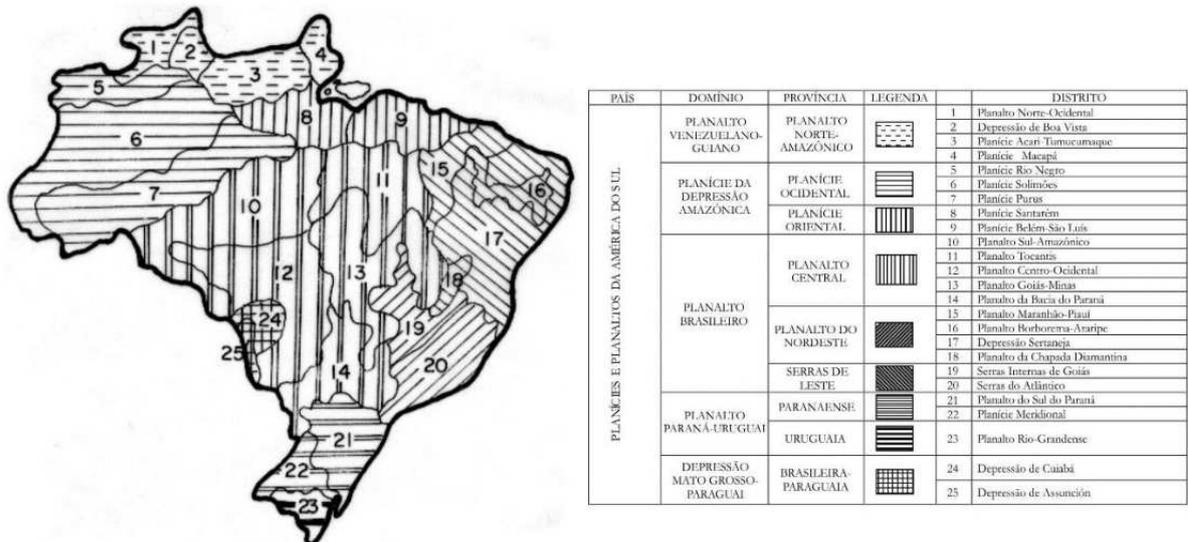
3.15 RODRIGUEZ *et al.* (2004)

No ano de 2004 foi publicado o livro "Geoecologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental" do geógrafo e professor cubano José Manuel Mateo Rodriguez juntamente com os brasileiros Edson Vicente da Silva e Agostinho Paula Brito Cavalcanti, sendo reeditado nos anos seguintes, esta obra traz grandes contribuições para o estudo da paisagem a partir da Regionalização Geoecológica (Sistema de Unidades Taxonômicas - SUT). Para além da proposta do SUT, essa obra se destaca pelas grandes contribuições teóricas, metodológicas e técnicas sobre o estudo da paisagem a partir da geoecologia.

De acordo com Rodriguez *et al.* (2017) o Sistema de Unidades Taxonômicas (SUT) da regionalização da paisagem consiste na hierarquia e taxonomia das unidades individuais. Este sistema permite determinar o nível e a subordinação das unidades individuais. E apesar de existirem diferentes versões do SUT, Rodriguez *et al.* (2017) utiliza as seguintes unidades taxonômicas: Continentes/subcontinentes; País; Domínio; Subdomínio; Província; e Distrito-Região. Seguindo a proposta de Isachenko (1991).

No mapa de regionalização e tipos de paisagens do Brasil, para uma primeira aproximação (Figura 15), os autores utilizaram um conjunto de métodos (sobreposição, fator principal, e repetibilidade) acompanhados de uma análise regional, que busca identificar os conjuntos das inter-relações e interdependências dos componentes naturais, simultaneamente com uma análise genética e evolutiva, em escala regional, para determinar os diferentes elementos genéticos e integrados, suas inter-relações e subordinações (Rodriguez *et al.*, 2017).

Figura 15 - Regionalização geocológica das unidades taxonômicas das paisagens do Brasil.



Fonte: Rodriguez *et al.* (2017).

Dentro das unidades da classificação de Rodriguez *et al.* (2017) para o território brasileiro as seguintes unidades englobam o semiárido brasileiro: Planície Belém-São Luiz; Planalto Maranhão-Piauí; Planalto Borborema-Araripe; Depressão Sertaneja; e Planalto da Chapada Diamantina.

3.16 BNB/FUNCEME (2005)

Em 2005, o Banco do Nordeste do Brasil (BNB) publicou o trabalho 'Proposta de Dimensionamento do Semi-árido Brasileiro', fruto de pesquisa realizada pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME). A versão original desta obra foi desenvolvida pela FUNCEME em 1993, posteriormente revisada, adicionando-se novas informações e aprimorando as produções cartográficas em formato analógico para formato digital.

Entre os objetivos da referida obra estão: apresentar critérios para a conceituação da semiaridez regional; e com base nos critérios estabelecidos, indicar e delimitar o espaço do semiárido brasileiro e os municípios nele incluídos. E desta forma, visava-se amparar, técnica e cientificamente, as instituições oficiais que atuassem no semiárido brasileiro.

A metodologia foi baseada na aquisição e análise de dados referentes ao clima e áreas de domínio conexo, especialmente, vegetação, geomorfologia, e domínios naturais e/ou ecológicos. Propondo uma análise baseada em critérios variados e de natureza geocológica, ao invés de utilizar apenas um único parâmetro (volume

pluviométrico). Neste trabalho o semiárido brasileiro é investigado a partir do conceito de Unidades Geossistêmicas, em uma escala de 2.500.000, em ambiente GIS Arcview.

Entre as bases cartográficas utilizadas destacam-se: Mapa do Zoneamento Agroecológico da Região Nordeste, escala 1:2.000.000 (EMBRAPA, 1991); Mapas Temáticos do Atlas Nacional do Brasil: Região Nordeste, escala 1:4.000.000 (IBGE, 1985); e imagens IVDN-NOAA (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada em imagens do satélite NOAA), passagens de 11/92 a 11/93.

A partir dessa análise, são apresentadas 7 Grandes Unidades Geossistêmicas para o semiárido brasileiro: Depressão Sertaneja (Sertões); Planaltos Sedimentares (Chapadas e Chapadões); Planalto da Borborema; Planaltos com Coberturas Calcárias; Maciços Serranos Residuais (Serras); Chapada Diamantina e Encostas do Planalto Baiano; e Tabuleiros Pré-Litorâneos e Parte da Planície Costeira.

3.17 CPRM (2006)

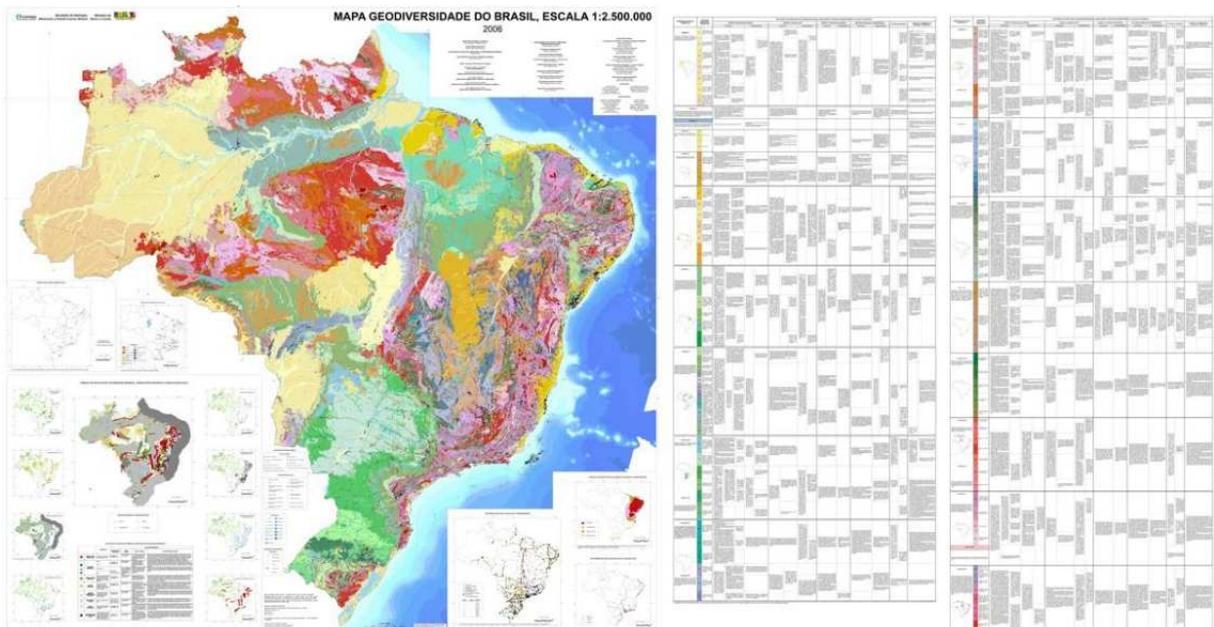
Outra produção importante que abrange as paisagens do semiárido brasileiro são os levantamentos da geodiversidade do Brasil realizados pela CPRM (Serviço Geológico do Brasil), esses tiveram início em 2006 com a elaboração do Mapa Geodiversidade do Brasil, em escala de 1:2.500.000. Posteriormente esses mapeamentos foram realizados em escala regional (variando entre 1:500.000 e 1:1.000.000). Nesta escala regional a metodologia de mapeamento foi baseada na análise integrada do meio físico, tendo a geologia e os padrões de relevo como critérios de destaque para a classificação das unidades de paisagem. Conforme a CPRM, esta metodologia demonstrou ser uma ferramenta eficiente para grandes áreas, que apresentam notável geodiversidade.

Nesta abordagem são ainda levados em consideração, como critérios para a identificação das unidades de paisagem, as características geotécnicas, as coberturas de solos, o potencial e a disponibilidade de recursos hídricos, as vulnerabilidades, as capacidades de suporte à implantação das diversas atividades antrópicas dependentes dos fatores geológicos e, finalmente, a disponibilidade de recursos minerais essenciais para o desenvolvimento social e econômico do estado ou região (CPRM, 2020).

O mapa de Geodiversidade do Brasil (Figura 16) abrange um total de 23 Domínios Geológico-Ambientais (D1 a D23) subdivididos em Unidades Geológico-

Ambientais. Dentre estes cabem destacar 12 domínios para o Semiárido Brasileiro: Os Domínios D1, D4, D5, D6, D7 e D8 que correspondem às Coberturas Sedimentares e aos Sedimentos Inconsolidados, com suas respectivas características particulares. Os Domínios D15 e D16, referentes às sequencias metassedimentares. E os Domínios D20, D21, D22 e D23, referentes aos Complexos Granitóides com suas variações particulares.

Figura 16 - Mapa de Geodiversidade do Brasil.



Fonte: CPRM (2006).

3.18 SAYRE *et al.* (2014)

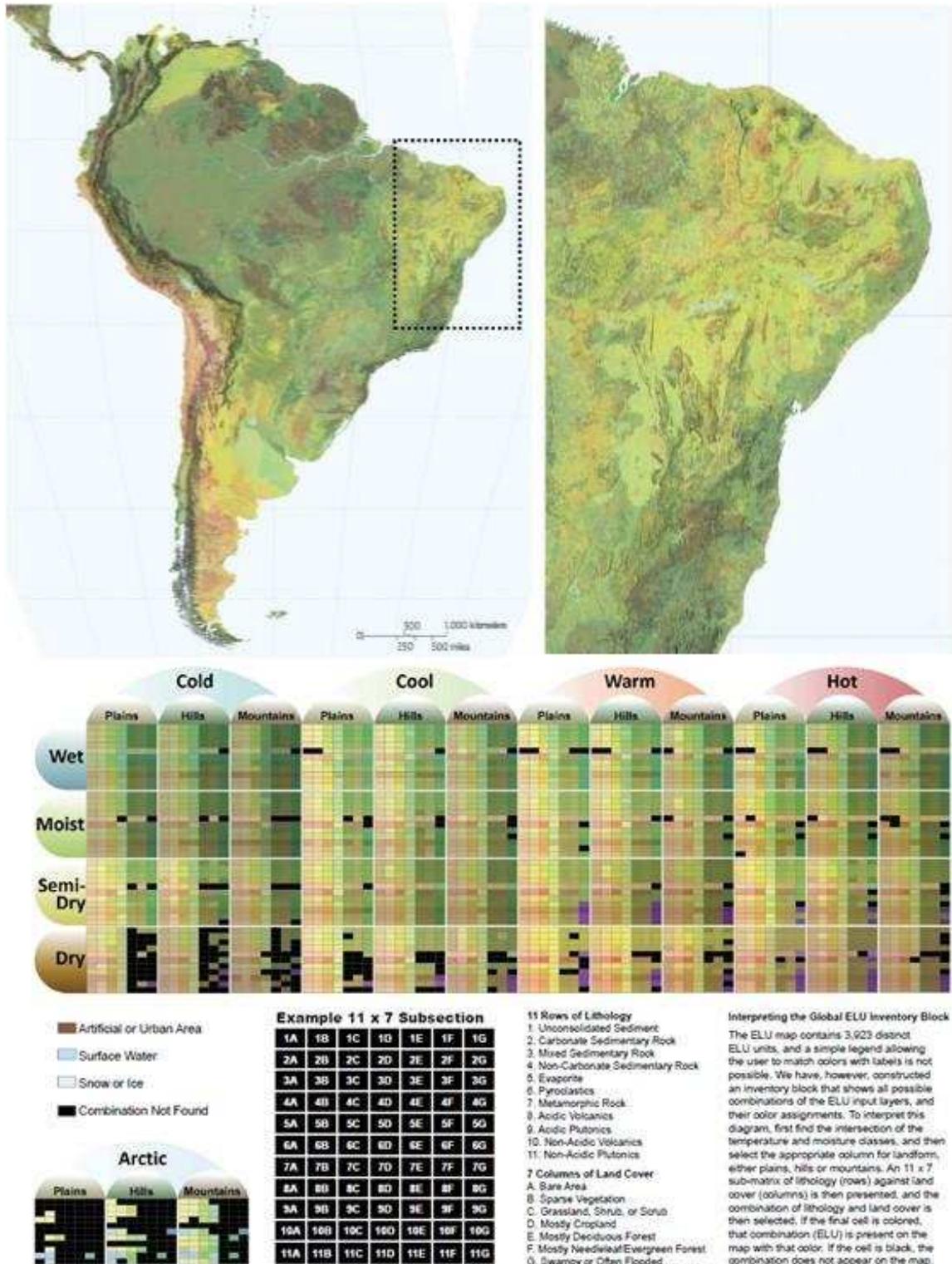
Em resposta à necessidade de mapas globais de alta resolução sobre os ecossistemas globais e a superfície terrestre., Sayre *et al.* (2014) apresentam a obra 'Um Novo Mapa de Unidades Ecológicas Terrestres Globais - Uma Abordagem de Estratificação Ecofisiográfica'. Baseado no conceito de Ecossistema, traz uma classificação global das paisagens, a partir de uma abordagem que busca relacionar uma abordagem ecológica com uma abordagem fisiográfica.

A metodologia dessa obra consiste na análise dos dados de quatro camadas de informações (regiões bioclimáticas, formas de relevo, litologia, e cobertura dos solos), o que permitiu a identificação de 3.923 Unidades Ecológicas Terrestres (Terrestrial Ecological Land Units - ELUs) e 47.650 Facetas Ecológicas (Ecological Facets - EFs) para toda a superfície terrestre.

Os dados bioclimáticos consistem em uma versão modificada da Estratificação Ambiental Global (GEnS) conjunto de dados recentemente produzido por Metzger *et al.* (2013) em outro esforço comissionado pelo GEOSS (*Global Earth Observation System of Systems*). A respeito das formas de relevo, não se tinha acesso a nenhum conjunto de dados em resolução de 250 m, portanto os pesquisadores desenvolveram esses dados a partir de dados do Modelo Digital de Elevação USGS-GMTED2010 (*United States Geological Survey - Global Multi-resolution Terrain Elevation Data*). Os dados referentes a litologia são fruto do trabalho de Hartmann e Moosdorf (2012), 'Mapa da Litologia Global' (GLiM - *Global Lithology Map*). E finalmente, os dados a respeito da cobertura do solo, são provenientes do GlobCover 2009.

Esta obra resultou em um rico banco de dados, que permite a identificação e análise de qualquer área do planeta, com resolução de pixel de 250 m, com informações a respeito das Unidades Ecológicas Terrestres e dados sobre clima, relevo, litologia e solos, que podem ser uteis para outras pesquisas e propostas de classificação das paisagens em todo o planeta. O mapa referente à América do Sul, que abrange o semiárido brasileiro, pode ser observado na página seguinte (Figura 17).

Figura 17 - Mapa das Unidades Ecológicas Terrestres da América do Sul e destaque para o Nordeste do Brasil.



Fonte: Sayre *et al.* (2014).

3.19 CAVALCANTI (2016)

Cavalcanti (2016) apresenta a Carta das Paisagens do Semiárido Brasileiro, com o objetivo de refinar os limites das unidades e ampliar a informação acerca da

organização natural das paisagens para o semiárido brasileiro. Trabalhando com a ideia de limites naturais (Isachenko, 1973; 1991), este conceito sugere que os principais contrastes paisagísticos ocorrem associados a transições ou mudanças abruptas na configuração de fatores condicionantes, como as rochas, o relevo e o clima.

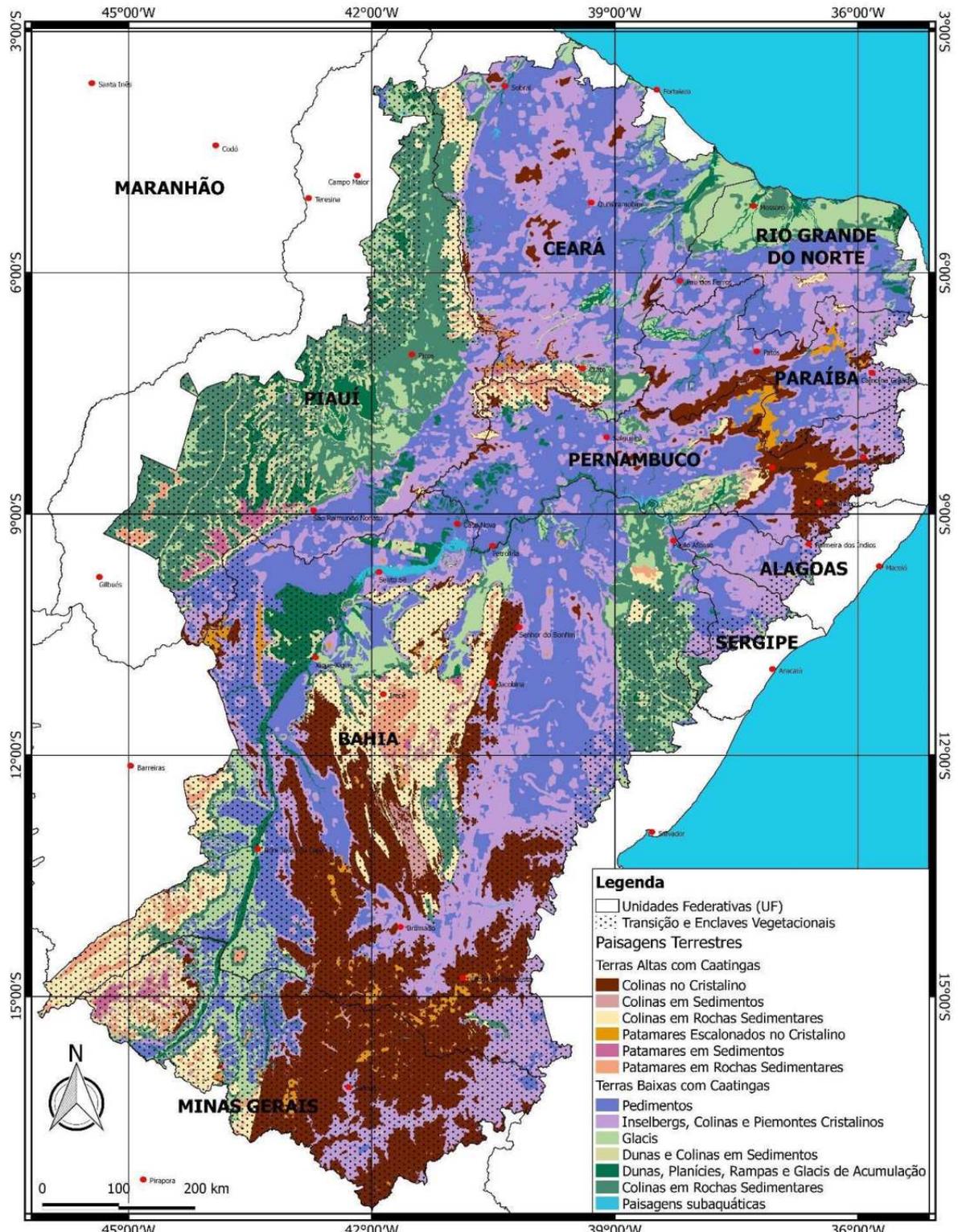
O autor supracitado enaltece ainda que as demandas por trabalhos como o Zoneamento Ecológico-Econômico só têm a ganhar com mapas de contornos mais precisos e cujas unidades sejam definidas, de fato, com base nas relações entre os diferentes componentes ambientais, o que tem se tornado cada vez mais alcançável com os avanços das geotecnologias.

Para essa classificação Cavalcanti (2016) utiliza três variáveis: relevo, geologia e vegetação. Foram identificadas as Terras Altas (acima de 600 m) e Terras Baixas do semiárido brasileiro, tendo em vista que o clima e a composição florística são reconhecidamente variáveis em áreas elevadas do semiárido brasileiro (Ab'Sáber, 1964). A respeito da geologia, a mesma foi classificada em 3 grupos de litotipos do Semiárido Brasileiro: Rochas Cristalinas; Rochas Sedimentares; e Sedimentos (Material Superficial). Quanto à vegetação, foi utilizado o mapa de vegetação do IBGE, recortado nos limites oficiais do semiárido brasileiro.

A partir dessas variáveis é concebida a carta das paisagens do semiárido brasileiro (Figura 18) composta de: Terras Altas com Caatingas Hipoxerófilas; Terras Altas com Transição e/ou Enclaves Vegetacionais; Terras Baixas com Caatingas Hiperxerófilas e; Terras Baixas com Transição e/ou Enclaves Vegetacionais. Além dos seus respectivos subgrupos. Para o autor a heterogeneidade paisagística do semiárido brasileiro é marcada por esses quatro grupos naturais e diversos subgrupos.

Para Cavalcanti (2016) sua proposta da carta de paisagens do semiárido brasileiro traz avanços no detalhamento e precisão dos limites das unidades em relação a outras propostas já citadas (Velloso, Sampaio, Pareyn, 2002; Vasconcelos Sobrinho, 1970; Andrade, 1998). Apresentando também um refinamento nos limites de subunidades, dentro da taxonomia trabalhada, se comparada à outras propostas (James, 1952; Isachenko e Shliapnikov, 1989).

Figura 18 - Carta das Paisagens do Semiárido Brasileiro.



Carta das Paisagens do Semiárido Brasileiro		
SRC: SIRGAS2000	Escala 1:4.000.000	Cartografia: Lucas Costa de Souza Cavalcanti
Base de Dados: Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, Folhas SA24, SB23, SB24, SB25, SC23, SC24, SC25, SD23, SD24, SE23, SE24. Escala 1:1.000.000; ETOPO1 Global Relief Model, resolução 1 minuto de arco (aprox. 2,94 km); Limite do Semiárido Brasileiro.		
PROJETO CNPq: 472137/2014-0 - Integração de Modelos para Análise Multinível dos Geossistemas do Semiárido Brasileiro. Coordenação: Dr. Lucas Costa de Souza Cavalcanti Equipe: Antonio Marcos dos Santos, Luiz Henrique de Barros Lyra, Fredson Pereira da Silva, Kallia Pereira dos Santos, Robinson Guaniere de Lima Barros, Wilson Gonçalves Ferreira Júnior. Grupo de Pesquisas sobre Paisagem e Patrimônio Natural (GT-Paisagem)		

Fonte: Cavalcanti, 2016.

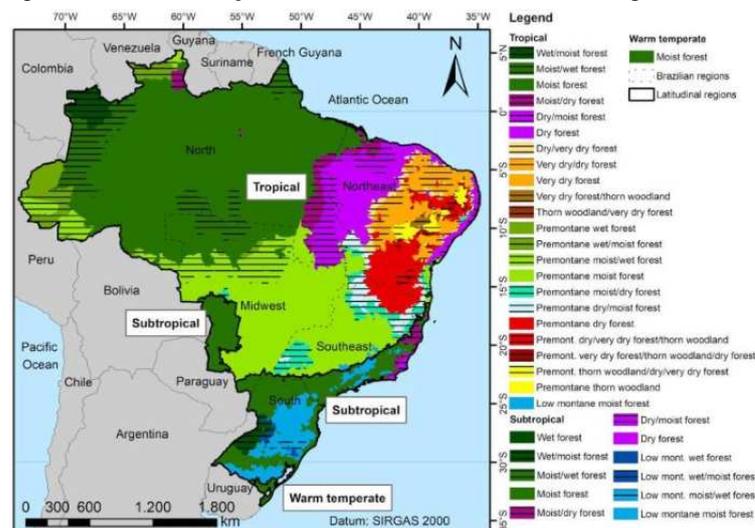
3.20 TRES *et al.* (2020)

Dentro das perspectivas da ecologia, é proposto por Tres *et al.* (2020) a classificação das paisagens brasileiras a partir das Zonas de Vida, metodologia desenvolvida por Holdridge (2000). Nesse sistema de classificação bioclimático baseado em parâmetros climáticos (biotemperatura e precipitação) e parâmetros não climáticos (latitude e altitude) são definidas as Zonas de Vida (Life Zones - LZs), que tem por objetivo agrupar associações ecológicas semelhantes. Em vez de usar a temperatura do ar, como outras classificações climáticas, neste caso usa-se a biotemperatura para representar o fator de "calor" no sistema das Zonas de Vida.

A biotemperatura é o intervalo de temperatura em que ocorre o crescimento eficaz das plantas, 0 a 30 ° C. Abaixo desse intervalo, a planta paralisaria seus processos e, acima dele, a fotossíntese seria zero devido às altas taxas de respiração. O uso da biotemperatura, bem como das informações de latitude e altitude, é a razão pela qual alguns autores consideram as Zonas de Vida como um sistema ecológico de classificação climática. Esta metodologia necessita como dados de entrada os valores médios mensais de temperatura, precipitação anual, latitude e altitude. Com esses dados, pode-se calcular a biotemperatura anual média e a biotemperatura anual média corrigida, usada para determinar a zona de vida, a região latitudinal e o nível altitudinal (Tres *et al.*, 2020).

São classificadas nessa proposta 35 Zonas de Vida para o Brasil (Figura 19), essas são divididas entre Florestas Tropicais, Subtropicais, Temperada, Pré-montanas, Baixa-Montana, com Espinhos, Úmidas, Secas, e Muito Secas.

Figura 19 - Distribuição das zonas de vida de Holdridge no Brasil.



Fonte: Tres *et al.* (2020).

Tres *et al.*, (2020) esclarecem ainda que o Nordeste se apresenta como a região mais heterogênea do Brasil, onde foram identificados uma variedade de 21 Zonas de Vida. Em geral, as zonas de vida mais úmidas localizavam-se na região norte do estado do Maranhão e litoral sul do estado da Bahia. A Floresta Tropical Seca foi a Zona de Vida mais comum naquela região (23,29%), enquanto a Floresta de Espinhos, a Zona de Vida mais seca do Brasil, ocorre apenas no Nordeste.

3.21 ROSS *et al.* (2022)

A vasta obra intitulada 'Ordenamento Territorial do Brasil: Potencialidades Naturais e Vulnerabilidades Sociais' apresentada por Ross *et al.* (2022), tem por objetivo propor diretrizes para o ordenamento territorial baseado no macrozoneamento ecológico-econômico do território nacional. As análises geográficas buscam articular informações entre natureza e sociedade a fim de assinalar as potencialidades e fragilidades naturais como as potencialidades e vulnerabilidades socioeconômicas do para todo o território brasileiro.

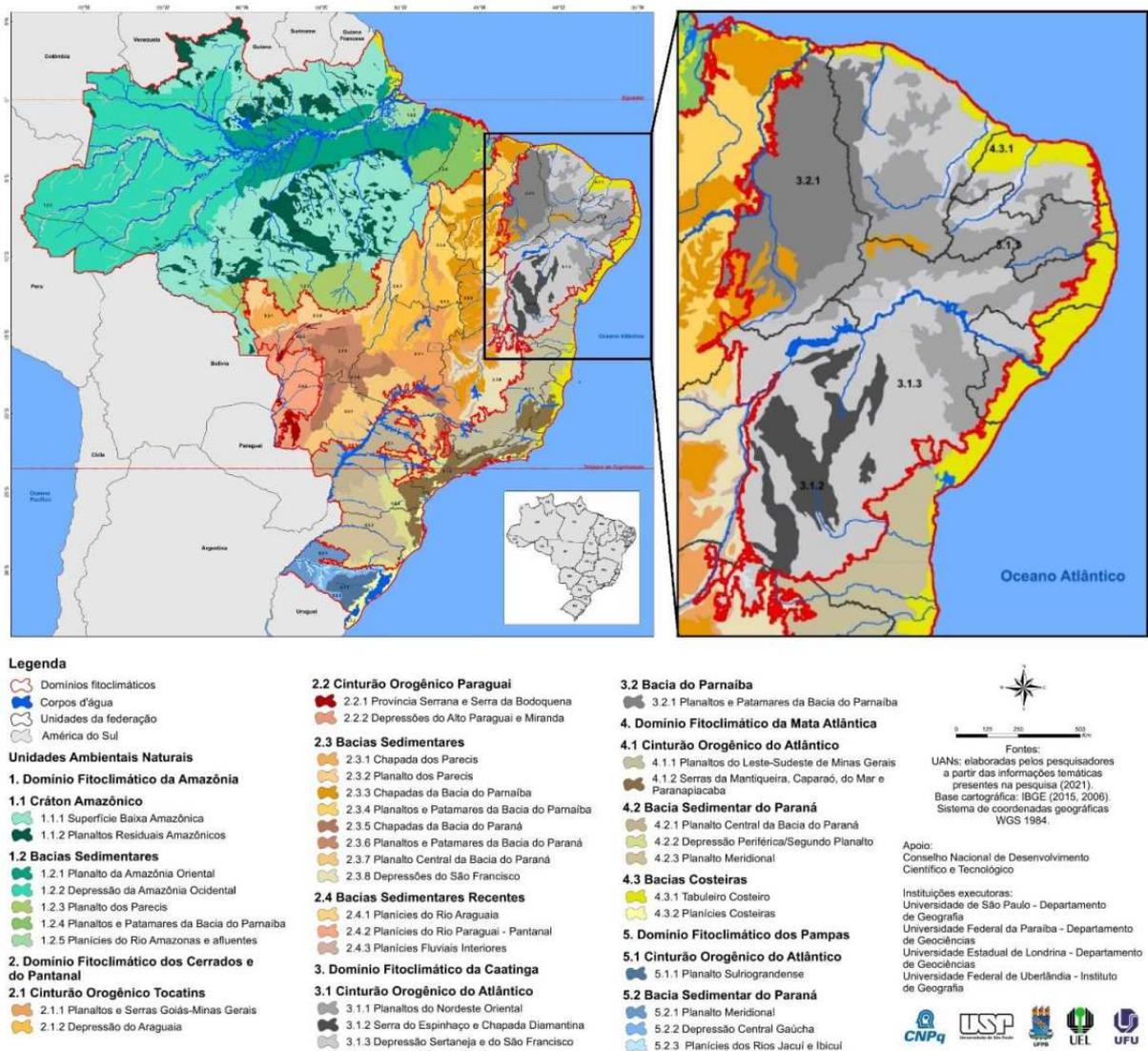
Entre os diversos produtos destes estudos podem-se destacar o mapa de Unidades Ambientais Naturais, que serão discutidas com mais profundidade durante este tópico, o mapa de Unidades Socioeconômicas na perspectiva da sociodiversidade, Unidades das Terras Protegidas a respeito de unidades de conservação e proteção ambiental, e Unidades de Terras na perspectiva ecológico-econômica, além de diagnósticos socioambientais focados nos processos de desenvolvimento.

As Unidades Ambientais Naturais (UANs) correspondem a relação das características dos componentes da geodiversidade e da biodiversidade, utilizando principalmente as variáveis referentes a geologia, geomorfologia, pedologia, clima e vegetação. Essas informações são organizadas em 3 níveis taxonômicos (dos superiores aos inferiores) em: Domínios Fitoclimáticos, contendo as Unidades Morfoestruturais, e estas por sua vez contendo as Unidades Morfoesculturais.

Este produto cartográfico, em escala de 1:5.000.000, está baseado no Mapa Geológico do Brasil (IBGE, 1990), Mapa da Vegetação do Brasil (IBGE,1991), Mapa de Solos do Brasil (EMBRAPA, 2011), Mapa das Unidades do Relevo do Brasil (IBGE,1993) e do Mapa Geomorfológico do Brasil (Ross, 2006). Além de produções próprias do estudo, como o Mapa Geomorfológico do Brasil e o Mapa das Unidades Climáticas do Brasil.

São apresentados no mapa de Unidades Ambientais Naturais do Brasil, um total de 5 Domínios Fitoclimáticos, 13 Unidades Morfoestruturais, e 38 Unidades Morfoesculturais (Figura 20).

Figura 20 - Unidades Ambientais Naturais do Brasil (UANs), com destaque para o Domínio Fitoclimático da Caatinga.



No que diz respeito ao Domínio Fitoclimático da Caatinga, na caracterização de Ross *et al.*, (2022), o mesmo se apresenta como uma área de terras no interior da região Nordeste sobre influência do clima tropical semiárido. Com vegetação xerófila, predominantemente arbustiva e com forte presença de cactáceas. São paisagens que ocupam as estruturas dobradas do cinturão orogênico do ciclo brasileiro, onde

prevalecem as litologias metamórficas e ígneas. Com chuvas escassas que variam entre 300 e 700 mm/ano, apresentando períodos secos de 6 a 9 meses.

As Unidades Morfoesculturais que compõem este domínio são: Planaltos do Nordeste Oriental; Serra do Espinhaço e Chapada Diamantina; Depressão Sertaneja e do São Francisco; Planícies Fluviais Interiores; Planaltos e Patamares da Bacia do Parnaíba.

3.22 ESTADO DA ARTE DAS PAISAGENS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Ao realizar uma análise das diversas obras apresentadas neste capítulo é notória a influência de determinados estudos em diversas propostas, como é o caso de Cailleux e Tricart (1957), que influenciou a proposta de Vasconcelos Sobrinho (1970) e Ab'Sáber (1984). Ab'Sáber por sua vez é uma importante referência nos trabalhos de Coelho (1988), Cavalcanti (2016), entre outros. Assim como a proposta da EMBRAPA (1991) influenciou os trabalhos de Souza *et al.* (1992), Andrade (1998), BNB/FUNCEME (2005), entre outros casos de estudos que utilizaram o ZANE em propostas realizadas posteriormente. No que diz respeito a produção de dados para pesquisas posteriores, assim como o ZANE da EMBRAPA, o Projeto RADAMBRASIL se destaca por fornecer informações utilizadas por outras propostas como Coelho (1988), e Andrade (SUDENE, 1989).

No que diz respeito a cartografia das paisagens, essa revisão mostra que os avanços tecnológicos na área do processamento de dados geoespaciais contribuíram para o detalhamento desses mapeamentos, geralmente realizados na escala de 1:1.000.000. As bases de dados principais são mapas e cartas militares, imagens LANDSAT, o Projeto RADAM Brasil, e bases cartográficas ao milionésimo.

Entre os diversos critérios de classificação, a geomorfologia, a vegetação, e a litologia são os que mais se expressam como unanimidade entre os pesquisadores. Já no que diz respeito aos principais conceitos existe um quadro muito mais diversificado, indo desde o conceito de zona, passando por regiões, paisagem, domínio, ecossistemas, geossistemas, entre outros.

No que tange ao referencial teórico das propostas apresentadas, destacam-se as influências de Cailleux e Tricart (1957), Tricart (1958), e Bertrand (1968). No caso de Sochava (1978), o mesmo é uma referência importante para a proposta de Cavalcanti (2016), porém não utilizada em outras propostas. E as Zonas de Vida

Ecológica de Holdridge estão presentes na proposta de Tres *et al.* (2020) para as Zonas de Vida Ecológica do Brasil.

Entre os objetivos das propostas, as mesmas se dividem entre aquelas preocupadas com a distribuição das características ambientais dessas paisagens (James, 1952; Isachenko e Shliapnikov, 1989; Andrade, 1998; Velloso, Sampaio, Pareyn, 2001; Rodriguez, Silva, Cavalcanti, 2004; CPRM, 2006; Sayre *et al.*, 2014; Cavalcanti, 2016). E aquelas que têm como preocupação principal os potenciais de exploração econômica (potencial de uso) desses ambientes, como é o caso, por exemplo, do Projeto RADAMBRASIL (1973), e o ZANE da EMBRAPA (1991).

A respeito dos métodos, fica clara a dominância do pensamento sistêmico, classificando a paisagem a partir de regiões com características homogêneas, levando-se em consideração os componentes biofísicos. Notam-se correntes alicerçadas na ecologia, na ideia de unidade ambiental, no conceito de zona, e nos geossistemas. E no campo das metodologias, esses trabalhos partem de técnicas de campo tradicionais, representações cartográficas, análise de fotografias aéreas, e análise de imagens de satélite.

É importante reafirmar que o avanço tecnológico, proveniente das imagens de satélite em alta resolução, não significa necessariamente um avanço na classificação genética e funcional das paisagens. A preocupação com o potencial de uso da paisagem por vezes pode se sobrepor ao entendimento geográfico da sua configuração evolutiva. Isto ressalta a importância dos estudos que se preocupam com a base teórica de entendimento da paisagem enquanto um conjunto de elementos que possuem uma história evolutiva natural, para além da exploração antrópica. Evidente que a interferência antrópica é crucial para o planejamento ambiental, entretanto, para planejar o ambiente é preciso conhecer sua estrutura e evolução histórica. E esta é a importância das classificações tipológicas e de estrutura da paisagem e suas unidades taxonômicas.

Essas características apresentadas até aqui demonstram que o pensamento acerca das paisagens do semiárido brasileiro têm mantido um aprimoramento no entendimento desse objeto de estudo, com influências diretas das propostas anteriores, e avanços individuais em cada novo estudo. Seja na cartografia, pela escala dos mapeamentos, devido aos avanços tecnológicos, seja pelo aprimoramento das questões teóricas, nota-se um refinamento das propostas pelas pesquisas posteriores que utilizam desses conhecimentos prévios.

Desta forma, espera-se que ao desenvolver novas propostas de classificação das paisagens do semiárido brasileiro, seja levado em consideração esse horizonte de conhecimentos elaborados ao longo de décadas.

No quadro seguinte (Quadro 9) pode-se observar uma síntese das principais características dos estudos do semiárido brasileiro destacados neste capítulo. São evidenciados as principais referências, objetivos, base de dados, escala, metodologia, principais conceitos, critérios de classificação, unidades mapeadas, e área de aplicação das propostas.

Quadro 9 - Características das diferentes propostas de estudo das paisagens que abrangem o semiárido brasileiro.

Características da Proposta Título e Ano da Proposta	Objetivos	Principais Referências	Base de Dados	Escala	Metodologia	Principais Conceitos	CrITÉrios de Classificação	Unidades Mapeadas	Área de Aplicação da Proposta
Zonas e Subzonas Naturais do Nordeste. James, 1952.	Conhecimento da distribuição das características ambientais do Nordeste do Brasil.	Ferraz (1925); Morize (1927); Freyre (1937); Serra (1945).	Mapa Internacional do Mundo; Mapa Aeronáutico Mundial; Atlas Pluviométrico	Escala Regional 1:1.000.000	Técnicas de campo geográfico.	Zonas	Formas de relevo; solo; água.	Zonas da Mata (Litoral, Tabuleiros, Terras Montanhosas, Planícies de Inundações); Zonas das Caatingas (Litoral, Tabuleiros, Planície Larga com Restos de Erosão, Maciços, Planaltos de Arenito, Bacia Sedimentar da Bahia, Várzea do São Francisco, Drenagem de Itapicuru).	Nordeste do Brasil
As Zonas Morfoclimáticas do Nordeste Brasileiro. Tricart, 1959.	Estudar a região dos contatos brutais e os tipos de zonas de transição.	Não Utiliza	Trabalho de Campo	Escala Regional	Viagem de estudos (estado da Bahia).	Zonas Morfoclimáticas	Vegetação; solo; clima; litologia; geomorfologia.	Unidades descritas (não mapeadas): A Região dos Contatos Brutais (Zona da Mata, Zona do Agreste, Zona do Sertão). Zonas de Transição (Zona de Transição do Piauí, Zona de Transição da Mata de Cipó (Bahia)).	Nordeste do Brasil
Regiões Bioclimáticas do Brasil. Galvão, 1967.	Representar, para cada região brasileira, uma síntese dos elementos e fatores do clima que têm importância sobre os seres vivos em geral e sobre a vegetação em particular.	Gausson e Bagnouls (1953); Bagnouls e Gausson (1957).	Através do estudo de 602 estações meteorológicas.	Escala Nacional 1:7.500.000	O método de Gausson e a utilização dos elementos do clima	Regiões Bioclimáticas	Temperatura; precipitação e o número de dias de chuva; umidade relativa, e o número de dias de orvalho e de nevoeiro.	6 Regiões Bioclimáticas para o Brasil: Hemierêmica (Subdesértica quente); Xerotérica (Mediterrânea); Xeroquimêmica (Tropical); Bixérica (Transição tropical-mediterrânea); Termaxérica (Equatorial); Mesaxérica (Temperada).	Brasil
As Regiões Naturais do Nordeste, o Meio e a Civilização. Vasconcelos Sobrinho, 1970.	Tem por motivação o estudo do meio nordestino e sua potencialidade para uso do homem.	Andrade (1968); Bigarella e Andrade (1964); SUDENE (1968); Caldas Lins e Andrade (1960); Cailleux e Tricart (1957).	Andrade (1968); Santos (1962); SUDENE (1968);	Escala Regional	Abordagem a partir da Geografia Ecológica	Regiões Naturais	Fatores Primários: geológicos; Fatores Secundários: climáticos, edáficos, bióticos. Fatores Recentes: traumáticos e econômicos.	Sete Regiões Naturais: Região Natural das Formações Litorâneas e Marítimas; Região Natural das Formações Norte-Hiléianas; Região Natural das Formações da Hiléia "Naiades"; Região Natural das Formações Sul-Hiléianas ou Intermediárias; Região Natural das Formações Atlânticas "Driades"; Região Natural das Formações Campestres "Oreades". Região Natural das Formações Degradadas "Hamadrias".	Nordeste, e o Brasil em linhas gerais.
PROJETO RADAMBRASIL. Ministério de Minas e Energia, 1973.	Implementar um Programa de Sensoriamento Remoto por Satélite para análise do potencial de uso da terra.	Cada volume apresenta um conjunto de referências para cada área estudada.	Sistema imageador GEMS (Goodyear Mapping System 1000).	550 mosaicos na escala 1:250.000.	Considerar a delimitação de áreas geográficas com características homogêneas sobre o ponto de vista de seu potencial produtivo.	Uso Potencial	Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, e uso potencial da terra.	Não utiliza. O projeto apresenta 38 volumes de levantamento dos recursos naturais, abrangendo todo o território brasileiro.	Inicialmente Amazônia, e a partir de 1975 todo o território brasileiro.
Ecosistemas Continentais. Ab'Sáber, 1984.	Avaliar processos diferenciais de degradação da natureza nos vários domínios morfoclimáticos e fitogeográficos brasileiros.	Cailleux e Tricart (1957); Tricart (1958); Bertrand (1968).	Não específica	Escala Nacional	Estudo preliminar dos processos diferenciais de degradação da natureza; revisão dos tipos predominantes de processos antrópicos de degradação.	Domínio Morfoclimático	Clima; geologia; geomorfologia; vegetação; solos.	Unidades descritas (não mapeadas): Domínio Morfoclimático da Amazônia; Domínio Morfoclimático Semiárido do Nordeste; Domínio Morfoclimático dos Cerrados e Cerradões; Domínio Morfoclimático dos Planaltos de Araucárias; Domínio das Pradarias Mistas, com Florestas Galerias Subtropicais.	Brasil

Continua.

Características da Proposta Título e Ano da Proposta	Objetivos	Principais Referências	Base de Dados	Escala	Metodologia	Principais Conceitos	Critérios de Classificação	Unidades Mapeadas	Área de Aplicação da Proposta
Unidades Ambientais. IBGE, 1985.	Oferecer um conjunto de informações visando o conhecimento da dimensão espacial dos elementos naturais e dos aspectos sócio-econômicos da região nordestina, e subsídios para a compreensão de sua organização regional.	Brasil (1973); Kuhlmann (1954); Luetzelburg (1923);	Imagem LANDSAT – 1:1.000.000 preto e branco canais 5 e 7 e publicações	Escala Regional 1:8.000.000	A representação cartográfica é uma projeção da imagem de referência, baseado no conceito de fisionomia vegetal.	Unidades Ambientais	Geomorfologia; Vegetação.	Litoral Norte (Ceará R. Grande do Norte, Lençóis Maranhenses, Golfão Maranhense, Rios e Manguezais); Litoral Oriental; Litoral Sul-Baiano; Mata e Agreste; Superfícies Elevadas da Borborema; Chapada do Araripe; Superfícies Sertanejas; Depressão do São Francisco; Chapada Diamantina; Superfícies Aplainadas (Caatinga, Mata do Cipó, Floresta Úmida); Chapada Ocidental do São Francisco; Encostas Orientais do Meio Norte; Chapada do Apodi; Brejos de Altitude; Chapada e Chapadões do Meio-Norte; Depressão Central do Maranhão; Depressão da Guiana Maranhense.	Região Nordeste
Grandes Ecossistemas do Nordeste Brasileiro: Problemas e Soluções. Coelho, 1988.	A caracterização dos grandes ecossistemas regionais tem por objetivo difundir as condições fisiográficas atuais do meio ambiente em cada um deles, bem como apontar as mudanças que vêm ocorrendo em consequência da ação antrópica.	Ab'Sáber (1977B); Beltrão e Lamour (1984); Vasconcelos Sobrinho (1973).	RADAM BRASIL; EMBRAPA / SUDENE Levantamento exploratório, reconhecimento de solos 1971/79.	Escala Regional 1:1.000.000	Abordagem ecológica. Estudo das principais características fisiográficas dos recursos naturais dos ecossistemas do Nordeste.	Ecossistemas	Clima, solo e vegetação.	Ecossistemas do Norte Maranhense e Extremo Norte Piauiense; Ecossistemas do Meio Norte; Ecossistemas do Sertão e Litoral Setentrional; Ecossistemas dos Agrestes; Ecossistemas do Sertão e Litoral Setentrional; Ecossistemas dos Agrestes; Ecossistemas do Litoral e Mata Oriental do Nordeste; Ecossistemas dos Cerrados.	Região Nordeste
Paisagens. Isachenko e Shliapnikov, 1989.	Compreender a organização natural das paisagens.	Bernhard-Reversat (1969); Ovington (1962); Troll (1959).	Atlas de Geografia Física do Mundo, (Guerasimov, 1964)	Escala Planetária	Paisagem entendida como Geossistema. Relação das unidades zonais e azonais.	Tipos, Subtipos e Grupos de Paisagens	Identificação: Clima. Delimitação: Vegetação, Geomorfologia.	Destaca-se para o Nordeste do Brasil: Floresta Tropical Úmida; Savana Seca Subequatorial; e Savana Seca Tropical. Em contextos de Planaltos, Depressões, Platôs, Bacias Sedimentares e Planícies.	Toda Superfície Terrestre
Ecossistemas e Potencialidades dos Recursos Naturais do Nordeste. Andrade (SUDENE), 1989.	Estabelecer uma regionalização dos diversos ecossistemas da ampla área da região Nordeste do Brasil, incluindo o norte mineiro do Polígono das Secas.	Andrade (1980); Duque (1980); Mabesoone (1977); Sampaio (1977);	MME - Projeto RADAM BRASIL 1972; EMBRAPA / SUDENE Levantamento exploratório, reconhecimento de solos 1971/79.	Escala Regional 1:1.000.000	Abordagem ecológica. Enfoque multidisciplinar.	Ecossistemas	Regiões fitoecológicas, fatores fisiográficos (relevo e drenagem), variações da reflexão (tom e textura), e solos.	Ecossistemas do Norte Maranhense e Extremo Norte Piauiense; Ecossistemas do Meio Norte; Ecossistemas do Sertão e Litoral Setentrional; Ecossistemas dos Agrestes; Ecossistemas do Litoral e Mata Oriental do Nordeste; Ecossistemas dos Cerrados.	Região Nordeste e Norte Mineiro do Polígono das Secas
Zoneamento Agroecológico do Nordeste (ZANE). EMBRAPA, 1991.	Caracterizar e especializar os diversos ambientes em função da diversidade dos recursos naturais e agrossocioeconômicos.	Andrade (1977); Beltrão (1970); SUDENE (1977); Riché e Tonneau (1989).	Mapa de Solos do Nordeste (1:2.000.000.) SNLCS-EMBRAPA.	Escala Regional 1:2.000.000	Metodologia de diagnóstico do meio natural e agrossocioeconômico, tendo como base a "Unidade Geoambiental".	Unidade Geoambiental	Critérios de identificação: Vegetação; relevo; solos. Critérios de agregação: clima, recursos hídricos e quadro agrossocioeconômico.	20 Grandes Unidades de Paisagem: Chapadas Altas; Chapadas Intermediárias e Baixas; Chapada Diamantina; Planalto da Borborema; Superfícies Retrabalhadas; Depressão Sertaneja; Superfícies Dissecadas dos Vales dos Rios Gurguéia, Parnaíba, Itapecuru e Tocantins; Superfícies Dissecadas Diversas; Bacias Sedimentares; Superfícies Cársticas; Tabuleiros Costeiros; Baixada Litorânea; Grandes Áreas Aluviais; Golfão Maranhense; Grande Baixada Maranhense; Dunas Continentais; Complexo de Campo Maior; Maciços e Serras Altas; Maciços e Serras Baixas; e Serrotes, Inselbergues e Maciços Residuais. Que por sua vez agrupam 172 unidades geoambientais.	Todo o Nordeste e a parte Norte de Minas Gerais

Continua.

Características da Proposta Título e Ano da Proposta	Objetivos	Principais Referências	Base de Dados	Escala	Metodologia	Principais Conceitos	Critérios de Classificação	Unidades Mapeadas	Área de Aplicação da Proposta
Condições geo-ambientais do Semiárido Brasileiro. Souza <i>et al.</i> , 1992.	Proposta de revisão e (re)denominação das Unidades de Paisagem do ZANE.	Bertrand (1968); EMBRAPA (1991); Major (1951);	Mapa do ZANE (EMBRAPA, 1991).	Escala Regional 1:2.000.000	Adaptações da proposta de Zoneamento da EMBRAPA (1991).	Unidades de Paisagem	Clima, vegetação, geologia, recursos hídricos, solos, ocupação das terras.	9 Unidades de Paisagem: Planaltos Sedimentares; Depressão Sertaneja; Sertões do Centro-Norte e do Sul; Planalto da Borborema; Planaltos com Coberturas Calcárias; Maciços Residuais; Chapada Diamantina e Encosta do Planalto Baiano; Tabuleiros Costeiros; Planície Costeira; e Grandes Planícies Fluviais.	Semiárido Brasileiro
Regiões Ecológicas do Nordeste. Andrade, 1998.	Estudo de classificação ecológica, propõe identificar áreas homogêneas, denominadas de regiões ecológicas.	Thorntwaite e Mather (1955); Nimer (1972); Martins <i>et al.</i> (1992); EMBRAPA (1991). Reis <i>et al.</i> (1993).	Normais Climatológicas (INEMET-BRASIL, 1992); Thorntwaite e Mather (1955); Dados Pluviométricos (SUDENE).	Escala Regional	Abordagem ecológica/climática com base em estatísticas. Análise fatorial, análise de agrupamento, e análise discriminante.	Regiões Ecológicas	34 Variáveis Climáticas	9 Regiões Ecológicas: As Regiões Ecológicas foram numeradas de 1 a 9, com suas subdivisões em Grupos Correspondentes.	Território brasileiro situado a leste do meridiano de 44° Oeste e ao norte do paralelo de 16° Sul
Ecorregiões do bioma Caatinga. Velloso; Sampaio; Pareyn, 2001.	Chegar a um consenso sobre uma proposta das grandes subdivisões reais da biodiversidade da caatinga.	Bailey (1976, 1996); PROBIO (2000); Rodrigues e Silva <i>et al.</i> (1993); EMBRAPA (2001); Olson <i>et al.</i> (2001);	Embrapa Monitoramento por Satélite (2001); Mapa do ZANE-EMBRAPA, (Rodrigues e Silva <i>et al.</i> , 1993, 2000).	Escala Regional 1:8.000.000	Foco nos principais fatores controladores da distribuição da biodiversidade na caatinga.	Ecorregião	Solos, Clima, Vegetação, Geomorfologia, Geologia.	8 Ecorregiões para o Bioma Caatinga: Complexo da Chapada Diamantina; Complexo de Campo Maior; Complexo Ibiapaba – Araripe; Depressão Sertaneja Meridional; Depressão Sertaneja Setentrional; Dunas do São Francisco; Planalto da Borborema; Raso da Catarina. Posteriormente são sugeridas novas áreas para inclusão no bioma Caatinga: Caatinga do oeste do São Francisco; Chapada Diamantina; Outras Áreas de “Cerrado” na Depressão Sertaneja Meridional; Área do Corredor Serra da Capivara – Serra das Confusões; Brejos de Altitude (Enclaves de Mata Atlântica). Exclusão da Zona do Babaçu.	Bioma da Caatinga
Regionalização geoecológica (Sistema de Unidades Taxonômicas – SUT). Rodriguez; Silva; Cavalcanti, 2004.	Apresentar os elementos conceituais, teóricos, metodológicos e práticos da Geoecologia da Paisagem.	Ab’Saber (1969, 1996); Isachenko (1991); Caldeiron (1993); Fernandes e Bezerra (1990); IBGE (1985, 1992); Nimer (1984); Novaes Pinto (1993); Projeto Radambrasil (1979-1987); Ross (1985, 1995).	Atlas Nacional do Brasil (IBGE, 1985); Projeto Radambrasil (1979-1987).	1:2.000.000 (escala regional) A proposta estabelece diferentes escalas nos diferentes níveis da taxonomia.	Método de sobreposição das regionalizações parciais; método do fator principal; método da repetibilidade. análise regional; análise genética e evolutiva, em escala regional.	Unidades Taxonômicas	Variáveis físico-geográficas (climática, geomorfológica, edáfica, etc.).	25 Distritos para o território brasileiro: Planalto Norte-Occidental; Depressão de Boa Vista; Planície Acari-Tumucumaque; Planície Macapá; Planície Rio Negro; Planície Solimões; Planície Purus; Planície Santarém; Planície Belém-São Luís; Planalto Sul-Amazônico; Planalto Tocantins; Planalto Centro-Occidental; Planalto Goiás-Minas; Planalto da Bacia do Paraná; Planalto Maranhão-Piauí; Planalto Borborema-Araripe; Depressão Sertaneja; Planalto da Chapada Diamantina; Serras Internas de Goiás; Serras do Atlântico; Planalto do Sul do Paraná; Planície Meridional; Planalto Rio-Grandense; Depressão de Cuiabá; Depressão de Assunción.	Brasil

Continua.

Características da Proposta Título e Ano da Proposta	Objetivos	Principais Referências	Base de Dados	Escala	Metodologia	Principais Conceitos	Crítérios de Classificação	Unidades Mapeadas	Área de Aplicação da Proposta
Proposta de Dimensionamento do Semiárido Brasileiro. Banco do Nordeste do Brasil (BNB/FUNCEME), 2005.	Apresentar critérios para a conceituação da semiaridez regional; Com base nos critérios estabelecidos, indicar e delimitar o espaço do semiárido brasileiro e os municípios nele incluídos.	Ab'Sáber (1974); Bertrand (1968); EMBRAPA (1991); FUNCEME (1993); Major (1951); Tricart e Killian (1979).	Base Cartográfica Integrada Digital do Brasil ao Milionésimo (IBGE, 2001); Mapa das Isoietas Modais, escala 1:2.500.000 (IBGE, 1985); Mapa do ZANE (EMBRAPA, 1991). Imagens IVDN-NOAA, passagens de 11/92 a 11/93.	Escala Regional 1:2.500.000	Aquisição e análise de dados referentes ao clima e áreas de domínio conexo, especialmente, vegetação, geomorfologia e domínios naturais e/ou ecológicos.	Unidades Geossistêmicas	Clima, vegetação, geomorfologia, geologia.	Depressão Sertaneja; Planaltos Sedimentares; Planalto da Borborema; Planaltos com Coberturas Calcárias; Maciços Serranos Residuais; Chapada Diamantina e Encostas do Planalto Baiano; Tabuleiros Pré-Litorâneos e Parte da Planície Costeira.	Semiárido Brasileiro
Levantamento da Geodiversidade do Brasil. CPRM, 2006.	Auxiliar na tomada de decisões os gestores locais e a sociedade (órgãos gestores das regiões metropolitanas, associações de municípios, Governo Federal e Estadual, órgãos e associações de classe da iniciativa privada, e comunidade).	Crosta (1992); Guerra e Cunha (2001); Press e Siever (2006).	Sistema de Informações Geográficas (SIG) da Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo.	Escala Nacional 1:2.500.000	Análise integrada do meio físico.	Domínios Geológico-Ambientais; Unidades geológico-ambientais	Geologia e padrões de relevo.	23 Domínios Geológico-Ambientais, nomeados de Domínio 1 ao Domínio 23. Com suas respectivas subdivisões em Unidades geológico-ambientais.	Brasil
Unidades Ecológicas Terrestres Globais. Sayre <i>et al.</i> , 2014.	Em resposta à necessidade de mapas globais de alta resolução sobre os ecossistemas globais e a superfície terrestre.	Tansley (1935); Odum (1953); Bailey (1996); Metzger <i>et al.</i> (2013); Hartmann e Moosdorf (2012); Arino <i>et al.</i> (2008).	Estratificação Ambiental Global (GEnS), Metzger <i>et al.</i> (2013); Modelo digital de elevação USGS GMTED2010, 250 m; Mapa da Litologia Global (GLiM);	Escala Planetária, Resolução de 250 m	Abordagem ecofisiográfica, abordando o ecológico (clima, solos) e o fisiográfico (relevo, litologia).	Unidades Ecológicas Terrestres; Facetas Ecológicas	Clima, Relevo, Litologia e Solos.	São identificadas um total de 3.923 Unidades Ecológicas Terrestres e 47.650 Facetas Ecológicas para toda a superfície global.	Toda Superfície Terrestre
Carta das Paisagens do Semiárido Brasileiro. Cavalcanti, 2016.	Refinar os limites das unidades e ampliar a informação acerca da organização natural das paisagens para o semiárido brasileiro.	Ab'Sáber (1964, 1967, etc.); Isachenko e Shliapnikov (1989); Sochava (1978);	Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo; Mapa de Vegetação do Brasil; ETOPO1 Global Relief Model.	Escala Regional. 1:4.000.000	Abordagem <i>downscaling</i> através de modelagem computacional.	Paisagem, Geossistema	Relevo, Geologia, Vegetação.	Quatro grupos de paisagens principais: Terras Altas com Caatingas Hipoxerófilas; Terras Altas com Transição e/ou Enclaves Vegetacionais; Terras Baixas com Caatingas Hiperxerófilas e; Terras Baixas com Transição e/ou Enclaves Vegetacionais. Os seguintes subgrupos são identificados para as Terras Altas: em colinas sobre o cristalino; em colinas sobre sedimentos; em colinas sobre rochas sedimentares; em patamares escalonados sobre o cristalino; em patamares sobre rochas sedimentares; para as Terras Baixas, os seguintes subgrupos de paisagens figuram no mapa: em pedimentos; em inselbergs, colinas e piemontes cristalinos; em glaciais; em dunas e colinas sobre sedimentos; em dunas, planícies, rampas e glaciais de acumulação; em colinas sobre rochas sedimentares.	Semiárido Brasileiro

Continua.

Características da Proposta Título e Ano da Proposta	Objetivos	Principais Referências	Base de Dados	Escala	Metodologia	Principais Conceitos	Critérios de Classificação	Unidades Mapeadas	Área de Aplicação da Proposta
Zonas de Vida Ecológicas do Brasil Tres <i>et al.</i> , 2020.	Aplicação do sistema de classificação de Holdridge para o Brasil, que pode ser relevante para tomadas de decisão na agricultura e silvicultura.	Alvares <i>et al.</i> (2012, 2013); Holdridge (2000).	Dados Climáticos de Alvares <i>et al.</i> 2012, 2013 (INMET/DNOCS /FAO/ONU); Modelo Digital de Elevação (SRTM);	Escala Nacional	Aplicação da proposta de classificação bioclimática de Holdridge	Zonas de Vida	Biotemperatura, Precipitação, Altitude, Latitude,	35 Zonas de Vida para o Brasil: Classificadas em Florestas Tropicais, Subtropicais, Pré-montadas, Baixa-Montana, com Espinhos, Úmidas, Secas, e Muito Secas.	Brasil
Unidades Ambientais Naturais do Brasil (UANs). Ross <i>et al.</i> , 2022.	Representar as características naturais das paisagens brasileiras. Para que posteriormente, com a continuidade geral do trabalho, esclarecer as diversas fases de colonização do país e os respectivos efeitos econômicos e ambientais.	Ross (2006); Ab'Saber (1967); Ab'Saber (1977A);	Mapa Geológico do Brasil (IBGE, 1990); Mapa de Solos do Brasil (EMBRAPA, 2011); Mapa das Unidades do Relevo do Brasil (IBGE, 1993); Mapa Geomorfológico do Brasil (ROSS, 2006); Mapa da Vegetação do Brasil (IBGE, 1991); Mapa das Unidades Climáticas do Brasil (Ross <i>et al.</i> 2022).	Escala Nacional 1:5.000.000	Produção a partir de mapas temáticos na escala citada, utilizando-se como suporte as informações dos mapas do relevo, da geologia, dos solos e da vegetação.	Unidades Ambientais Naturais; Domínio Fitoclimático; Unidade Morfoestrutural; Unidade Morfoescultural.	Geologia; Solos; Geomorfologia; Vegetação; Clima.	5 Domínios Fitoclimáticos (da Amazônia, dos Cerrados e do Pantanal, da Caatinga, da Mata Atlântica, dos Pampas); 13 Unidades Morfoestruturais (Cráton Amazônico, Bacias Sedimentares da Amazônia, Cinturão Orogênico Tocantis, Cinturão Orogênico Paraguai, Bacias Sedimentares dos Cerrados e do Pantanal, Bacias Sedimentares Recentes dos Cerrados e do Pantanal, Cinturão Orogênico do Atlântico da Caatinga, Bacia do Parnaíba, Cinturão Orogênico do Atlântico da Mata Atlântica, Bacia Sedimentar do Paraná da Mata Atlântica, Bacias Costeiras, Cinturão Orogênico do Atlântico dos Pampas, Bacia Sedimentar do Paraná dos Pampas); 38 Unidades Morfoesculturais (Superfície Baixa Amazônica, Planaltos Residuais Amazônicos, Planalto da Amazônia Oriental, Depressão da Amazônia Ocidental, Planalto dos Parecis, Planaltos e Patamares da Bacia do Parnaíba, Planícies do Rio Amazonas e afluentes, Planaltos e Serras Goiás-Minas Gerais, Depressão do Araguaia, Província Serrana e Serra da Bodoquena, Depressões do Alto Paraguai e Miranda, Chapada dos Parecis, Planalto dos Parecis, Chapadas da Bacia do Parnaíba, Planaltos e Patamares da Bacia do Parnaíba, Chapadas da Bacia do Paraná, Planaltos e Patamares da Bacia do Paraná, Planalto Central da Bacia do Paraná, Depressões do São Francisco, Planícies do Rio Araguaia, Planícies do Rio Paraguai - Pantanal, Planícies Fluviais Interiores, Planaltos do Nordeste Oriental, Serra do Espinhaço e Chapada Diamantina, Depressão Sertaneja e do São Francisco, Planícies Fluviais Interiores, Planaltos e Patamares da Bacia do Parnaíba, Planaltos do Leste-Sudeste de Minas Gerais, Serras da Mantiqueira, Caparaó, do Mar e Paranapiacaba, Planalto Central da Bacia do Paraná, Depressão Periférica/Segundo Planalto, Planalto Meridional, Tabuleiro Costeiro, Planícies Costeiras, Planalto Sulriograndense, Planalto Meridional, Depressão Central Gaúcha, Planícies dos Rios Jacuí e Ibicuí).	Brasil

Fonte: James (1952); Tricart (1959); Galvão (1967); Vasconcelos Sobrinho (1970); Brasil (1973); Ab'Sáber (1984); IBGE (1985); Coelho (1988); Isachenko e Shliapnikov (1989); Andrade (1989); EMBRAPA (1991); Souza *et al.* (1992); Andrade (1998); Velloso, Sampaio, Pareyn (2001); Rodriguez, Silva, Cavalcanti (2004); BNB (2005); CPRM (2006); Sayre *et al.* (2014); Cavalcanti (2016); Tres *et al.* (2020); Ross *et al.* (2022). Organização do autor.

Entre as unidades de paisagem que apresentam uma maior consonância entre os pesquisadores estão os planaltos sedimentares, as depressões sertanejas, o planalto da Borborema, e as superfícies cársticas. Em contraparte, outras unidades de paisagens, principalmente as de ambientes costeiros, apresentam uma maior diversidade de classificações, ora por utilização de termos diversos, ora pelo fato de que algumas classificações utilizam um número maior de classes na identificação das unidades de paisagem.

Por exemplo, enquanto para EMBRAPA (1991) as três unidades de paisagem L–Tabuleiros Costeiros, M–Baixada Litorânea e N–Grandes Áreas Aluviais, são classes de paisagens distintas, para FUNCEME/BNB (2005), essas paisagens são classificadas como Tabuleiros Pré-Litorâneos e Parte da Planície Costeira, em uma única unidade de paisagem.

A taxonomia da paisagem, a partir de cada proposta, é o elemento norteador das classificações, hierarquias e nomenclaturas. Os critérios utilizados para as regionalizações das áreas com características ambientais homogêneas são determinantes para o nome dado a cada unidade de paisagem em questão. É importante também que o pesquisador leve em consideração a nomenclatura historicamente utilizada para as unidades de paisagem.

Neste sentido, é mais apropriado utilizar o termo Planalto da Borborema, que leva em consideração sua história geológica e características geomorfológicas de formação, além de ser um termo já há muito utilizado na literatura, ao invés de chamar, por exemplo, de Planalto cristalino pré-cambriano com intrusões (batólitos), com Floresta Tropical Úmida, Savana Seca Subequatorial e Savana Seca Tropical.

Assim, cabe ao pesquisador construir sua proposta com dois alicerces principais, um apoiado nas propostas tradicionais de estudo da paisagem, levando em consideração os princípios de classificação e análise sistêmica da paisagem. E outro apoiado na literatura da área em questão, que fornecerá informações a respeito da história evolutiva de cada recorte pesquisado.

Apesar dessas diferenças no número de classes e em algumas nomenclaturas nas classificações das paisagens do semiárido brasileiro, no geral o que se observa é um pensamento coeso que identifica as mesmas regiões paisagísticas em diversas abordagens.

No próximo quadro (Quadro 10) é apresentada uma correspondência simplificada das unidades de paisagem em diferentes propostas apresentadas neste

capítulo, ISACHENKO e SHLIAPNIKOV (1989), EMBRAPA (1991), SOUZA *et al.* (1992), FUNCEME/BNB (2005), CPRM (2006), e CAVALCANTI (2016). Estas propostas foram selecionadas devido sua maior compatibilidade em número de unidades identificadas e correspondências similares.

Quadro 10 - Correspondência simplificada das unidades de paisagem em diferentes propostas.

Grupos de Paisagem ISACHENKO e SHLIAPNIKOV (1989)	Grandes Unidades de Paisagem (ZANE) EMBRAPA (1991)	Unidades de Paisagem SOUZA et al. (1992)	Grandes Unidades Geossistêmicas (FUNCEME/BNB, 2005)	Domínios Geológico- Ambientais CPRM (2006)	Carta das Paisagens do Semiárido Brasileiro CAVALCANTI (2016)	Zonas de Vida Ecológicas do Brasil TRES et al. (2020)
Bacias Sedimentares com depósitos Mesozóicos e Paleozóicos Elevados ou em Planícies, com Savana Seca Subequatorial	A - Chapadas Altas; B - Chapadas Intermediárias e Baixas; I - Bacias Sedimentares	1 – Planaltos Sedimentares	2) Planaltos Sedimentares	Coberturas sedimentares	Terras Altas com Caatingas, em Colinas em Rochas Sedimentares; Terras Baixas com Caatingas, em Dunas, Planícies, Rampas e Glacis de Acumulação	Floresta Tropical Úmida/Seca, Floresta Tropical Seca/Úmida, Floresta Tropical Seca, Floresta Tropical Muito Seca, Floresta Tropical Premontana Seca, Floresta Tropical Premontana Espinhosa
Depressões no Embasamento Cristalino do Escudo Pré-cambriano com Savana Seca Subequatorial	F - Depressão Sertaneja; R – Áreas de Dunas Continentais;	2 – Depressão Sertaneja: Sertões do Centro-Norte e Sul	1) Depressão Sertaneja	Coberturas Sedimentares; Complexos Granitóides	Terras Baixas com Caatingas em Pedimentos, Inselbergs, Colinas e Piemontes Cristalinos	Floresta Tropical Seca, Floresta Tropical Muito Seca, Floresta Tropical Premontana Seca, Floresta Tropical Premontana Muito Seca, Floresta Tropical Espinhosa Seca, Floresta Tropical Premontana Seca/úmida
Planalto cristalino pré-cambriano com intrusões (batólitos), com Floresta Tropical Úmida, Savana Seca Subequatorial e Savana Seca Tropical	D – Planalto da Borborema	3 – Planalto da Borborema	3) Planalto da Borborema	Complexos Granitóides	Terras Altas com Caatingas, em Colinas do Cristalino e Patamares Escalonados no Cristalino	Floresta Tropical Seca, Floresta Tropical Muito Seca, Floresta Tropical Premontana Seca, Floresta Tropical Premontana Espinhosa Muito Seca
Depressões no Embasamento Cristalino do Escudo Pré-cambriano com Savana Seca Subequatorial; Platôs Elevados em Arenito Residual (Chapadas) com Savana Seca Subequatorial	I – Superfícies Cársticas	4 – Planaltos com Coberturas Calcárias	4) Planaltos com Coberturas Calcárias	Coberturas Sedimentares Clástico-carbonáticas	Terras Altas com Caatingas, em Colinas de Sedimentos e Colinas em Rochas Sedimentares. Terras Baixas com Caatingas, em Glacis, Dunas, Planícies, Rampas, Glacis de Acumulação, e Colinas em Rochas Sedimentares.	Floresta Tropical Muito Seca, Floresta Tropical Premontana Seca/Úmida, Floresta Tropical Premontana Úmida
Platôs Elevados em Arenito Residual (Chapadas) com Savana Seca Subequatorial	S – Maciços e Serras Altas; T – Maciços e Serras Baixas; U – Serrotes, “Inselbergues” e Maciços Residuais;	5 – Maciços Residuais;	5) Maciços Serranos Residuais	Complexos Granitóides; Sequências Metassedimentares	Terras Altas e Baixas com Caatingas, em Colinas no Cristalino, Colinas em Sedimentos, Colinas em Rochas Sedimentares e Patamares Escalonados no Cristalino, e Dunas e Colinas em Sedimentos	Floresta Tropical Premontana Seca, Floresta Tropical Premontana Muito Seca, Floresta Tropical Premontana Muito Seca Espinhosa
	C – Chapada Diamantina; E – Superfícies Retrabalhadas	6 – Chapada Diamantina e Encostas do Planalto Baiano	6) Chapada Diamantina e Encostas do Planalto Baiano	Coberturas Sedimentares Detríticas; Sequências Metassedimentares; Complexos Granitóides		Floresta Tropical Premontana Seca
Planícies Aluviais (e Costeiras) Rebaixadas com Floresta Tropical Úmida	L – Tabuleiros Costeiros	7 – Tabuleiros Costeiros	7) Tabuleiros Pré-Litorâneos e Parte da Planície Costeira.	Sedimentos Arenosos; Depósitos Inconsolidados	Terras Baixas com Caatingas em Dunas, Planícies, Rampas e Glacis de Acumulação	Floresta Tropical Seca, Floresta Tropical Seca/Úmida
	M – Baixada Litorânea	8 – Planície Costeira		Coberturas Sedimentares		
	N – Grandes Áreas Aluviais	9 – Grandes Planícies Fluviais		Sedimentos Arenosos Inconsolidados		

Fonte: Isachenko e Shliapnikov (1989), EMBRAPA (1991), Souza *et al.* (1992), BNB (2005), CPRM (2006), Cavalcanti (2016), Tres *et al.*, (2020). Organização do autor.

4 TIPOLOGIA E REGIÕES PAISAGÍSTICAS DO DOMÍNIO SEMIÁRIDO DA CAATINGA

A presente pesquisa está alicerçada pelo método experimental, a partir da observação, identificação, e descrição da área pesquisada. Resultando em mapeamento produzido através do raciocínio lógico associado à experimentação prática por meio do geoprocessamento.

Os procedimentos metodológicos para o levantamento de obras da revisão teórica-metodológica buscaram englobar àquelas que utilizam o geoprocessamento para o estudo da paisagem a partir de variáveis biofísicas, com destaque para as bibliografias referentes ao Nordeste do Brasil, e mais especificamente no Semiárido Brasileiro.

Dentro dos estudos das paisagens, a taxonomia tem estado presente principalmente nas pesquisas que buscam propor sínteses naturalistas, normalmente associada a diferentes classificações, hierarquizações e nomenclaturas para as paisagens. Após revisão de diversas abordagens biofísicas que tratam das paisagens do semiárido brasileiro de maneira integrada buscou-se desenvolver uma proposta que trouxesse avanços para o entendimento do conjunto dessas paisagens, uma proposta apoiada no processamento de dados geoespaciais que visa não apenas um novo mapeamento desses geossistemas, mas também a criação de novos dados que podem ser utilizados em pesquisas futuras.

Os dados espaciais foram processados por meio dos *softwares* QGIS (Versão 3.10) e ArcGIS (*Student Program*). A metodologia utilizada está apoiada na álgebra de mapas, que visa correlacionar diferentes variáveis biofísicas para a criação de novas informações a respeito das paisagens do semiárido brasileiro.

Conforme esclarece Klijn (1994), dentro das propostas de hierarquizações das paisagens, o mais importante é se concentrar no que é cientificamente útil. Pensar em organizações hierárquicas implica pensar que os níveis superiores estabelecem condições/restrições aos níveis inferiores, e estes por sua vez ajudam a explicar, mesmo que parcialmente, o comportamento dos níveis superiores.

Para a presente proposta de classificação da paisagem optou-se por usar um sistema de classificação com caráter *upscaling*, identificando inicialmente as unidades menores (tipos de paisagens), e posteriormente os contextos maiores dos elementos que compõem as paisagens (regiões paisagísticas), levando em consideração as

características biofísicas dos elementos que compõem as paisagens em estudo. O objetivo dessa abordagem é formular uma proposta de classificação das paisagens do Domínio Semiárido da Caatinga.

Antes de elencar as unidades de paisagem deve-se ter em mente que, por se tratar de um ambiente semiárido, têm-se critérios a priori que devem ser levados em consideração no entendimento dessas paisagens. Esses critérios a priori são estabelecidos a partir do clima semiárido, e da fitofisionomia da Caatinga, elementos básicos que são esperados para o ambiente em questão, semelhante a proposta de Isachenko e Shliapnikov (1989), que apresenta o clima como critério de identificação da paisagem. No tópico seguinte são apresentados os procedimentos para a delimitação da área de estudo, chamada de Domínio Semiárido da Caatinga.

4.1 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO: O DOMÍNIO SEMIÁRIDO DA CAATINGA

Inicialmente planejava-se utilizar a delimitação do Semiárido Brasileiro de 2017 como área de estudo, entretanto, durante a realização do presente trabalho, essa delimitação sofreu alterações nos municípios que compõem a referida área. A proposta de 2021 incluiu 215 municípios aos 1212 que já integravam a delimitação vigente até então.

A nova delimitação proposta em 2021 sofreu ainda com questões políticas que dificultaram a validação definitiva da versão, o que tornou a mesma, inicialmente, uma versão preliminar.

Entre as problemáticas desta delimitação pode-se destacar os critérios questionáveis levados em consideração. E o fato de que a busca por integrar municípios ao semiárido se tornou uma forma de acessar recursos públicos, deixando de lado os critérios ambientais. Além disso, a delimitação final segue os limites municipais políticos.

A respeito da delimitação do semiárido, Da Silva e Bezerra (2020) esclarecem que as relações de poder desempenharam um papel significativo, sendo associadas aos agentes políticos e econômicos responsáveis por moldar a nova regionalização estabelecida para o semiárido. Essa análise conduz a um recorte que abrange áreas desprovidas das características naturais típicas do semiárido, evidenciando, contudo, a incorporação dessas áreas sob a influência de grupos econômicos de poder.

Devido a estas problemáticas metodológicas na definição oficial do semiárido, buscou-se delimitar a área de estudo a partir de variáveis ambientais.

Para chegar na delimitação da área de estudo foram levadas em consideração 4 (quatro) informações ambientais. A primeira é a delimitação do Bioma Caatinga feita pelo IBGE (2019). A segunda é o limite do índice de aridez definido para ambientes semiáridos (0,5) do *Global Aridity Index* (Global-AI). A terceira são as informações a respeito da coleta de espécies de plantas da caatinga disponíveis no *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF). E a quarta são os dados fornecidos pelo índice MSAVI2 (*Modified Soil-adjusted Vegetation Index 2* – Índice de Vegetação Ajustado ao Solo Modificado 2), elaborados para a região em questão. O conjunto desses dados, apresentados no fluxograma a seguir (Figura 21), resultaram na delimitação do Domínio Semiárido da Caatinga.

Figura 21 - Fluxograma das variáveis de delimitação do Domínio Semiárido da Caatinga.



Fonte: O autor (2024).

De acordo com a metodologia do IBGE (2019) um bioma pode ser entendido como um conjunto de tipos de vegetação, identificável em escala regional, associado com suas flora e fauna características. Além das características das suas condições físicas predominantes, sejam climáticas, litológicas, geomorfológicas, pedológicas e sua história evolutiva.

A delimitação do Bioma Caatinga, dentro do Mapa de Biomas do Brasil, foi construída a partir das informações do Banco de Dados de Informações Ambientais (BDiA), contendo dados dos elementos do meio físico (geologia, pedologia, geomorfologia e clima) e do meio biótico (vegetação). Nas áreas de contato (tensão ecológica), assim como encaves dentro do bioma, a vegetação primária dominante é que define a qual bioma a área estaria relacionada. Desta forma, o mapa de biomas apresenta polígonos individuais para cada bioma, sem apresentar as áreas de contato ou áreas de exceção (IBGE, 2019). Está é a primeira fonte de informação para a delimitação da área de estudo.

O Índice de Aridez Global (*Global Aridity Index - Global-AI*), em sua Versão 3, fornece um conjunto de dados globais sobre aridez, referentes ao período de 1970-2000, a partir de informações de precipitação, temperatura e evapotranspiração (Zomer e Trabucco, 2022).

O cálculo para definição do índice de aridez é definido pela seguinte fórmula:

$$\text{Global-Aridity Index (AI)} = \text{MA-Pr} / \text{MA-ET}_0$$

Onde: MA-Pr = Precipitação Média Anual

MA-ET₀ = Evapotranspiração Média Anual de Referência

Os valores médios anuais de precipitação (MA-Pr) são originários do *WorldClim2 Global Climate* (versão dos dados 2.1), para os anos de 1970-2000. E a camada de evapotranspiração é estimada em uma base média mensal pelos dados Global-ET₀ proveniente do método PM-FAO (*Penman-Monteith* da FAO-56⁷). Os valores do índice de aridez são então classificados a partir da proposta do Atlas de Desertificação (UNEP, 1997), essa classificação pode ser observada no quadro a seguir:

Quadro 11 - Esquema de classificação climática generalizada para os valores de Índice de Aridez.

Valor do Índice de Aridez	Classe Climática
< 0,03	Hiperárido
0,03 – 0,2	Árido
0,2 – 0,5	Semiárido
0,5 – 0,65	Subúmido Seco
> 0,65	Úmido

Fonte: UNEP (1997).

⁷ O método *Penman-Monteith* faz a estimativa da evapotranspiração média anual de referência a partir da relação entre radiação, temperatura, velocidade do vento, pressão, a relação entre pressão parcial da água no ar com a temperatura do ar (constante psicrométrica), resistência da superfície, e resistência aerodinâmica. A mesma é descrita em detalhes por Zomer e Trabucco (2022).

O limite estipulado para ambientes semiáridos (0,5 do índice de aridez), é por sua vez, a segunda informação utilizada para a definição do Domínio Semiárido da Caatinga.

A terceira informação levada em consideração são os dados do GBIF (*Global Biodiversity Information Facility* – Fundo Mundial de Informação sobre Biodiversidade), a respeito das espécies de plantas presentes na Caatinga. Foram consideradas duas listas de espécies, sendo a primeira lista referente às 50 espécies mais comuns da Caatinga, e a segunda a respeito das espécies endêmicas da Caatinga, com 452 diferentes espécies endêmicas.

Essas informações foram espacializadas a partir de arquivos *shapefiles* (em pontos georreferenciados), ilustrando os pontos de coleta. Esses dados foram obtidos por meio de *script* utilizado no *software* R (Apêndice A). Assim, essas informações são o terceiro elemento considerado para delimitação da área em questão.

E o quarto elemento analisado para delimitação do Domínio Semiárido da Caatinga foi a cobertura da vegetação, examinada com imagens *Landsat 8*, a partir do Índice de Vegetação Ajustado ao Solo Modificado 2 (MSAVI2). A escolha deste índice se deve ao fato de que o mesmo já tem apresentado bons resultados para pesquisas em ambientes semiáridos (Cavalcanti e Santos, 2021). E diferentemente do MSAVI tradicional que faz uso da variável L, estimada com base na quantidade de vegetação existente, a segunda versão não necessita desta variável, tornando o resultado do índice mais independente, eliminando a necessidade de encontrar a linha do solo a partir de um gráfico de espaço de feições ou mesmo especificar explicitamente o fator de correção de brilho do solo (Qi *et al.*, 1994).

O índice de vegetação ajustado ao solo modificado 2 (MSAVI2) foi calculado utilizando a fórmula a seguir:

$$\text{MSAVI2} = (2 * \text{NIR} + 1 - \sqrt{((2 * \text{NIR} + 1)^2 - 8 * (\text{NIR} - \text{R}))}) / 2$$

Onde: NIR é o valor da banda do infravermelho próximo (banda 5 *Landsat 8*)

R é o valor da banda do vermelho (banda 4 *Landsat 8*).

Os dados do MSAVI2 foram obtidos na plataforma do *Google Earth Engine* (GEE) (<https://code.earthengine.google.com/>), com imagens do satélite *Landsat 8*, por meio do *script* presente no Apêndice B. O processamento abrangeu as imagens entre

2013 a 2021, que apresentavam no máximo 20% de sua área com cobertura de nuvens, totalizando 5.712 imagens examinadas durante esse recorte temporal de nove anos. Esse recorte temporal se deve a disponibilidade de imagens do satélite *Landsat 8*. Foi então calculada a média do MSAVI2 para o conjunto dessas imagens. Esses dados resultaram em um arquivo *raster* (formato .tif), com resolução espacial de 250 m o pixel.

A utilização desse índice apoiado no GEE permitiu mapear a densidade da vegetação, dentro do período referido, para toda área em questão. Abrangendo um grande conjunto de informações em termos espaciais e temporais. As informações provenientes do MSAVI2 auxiliaram na identificação visual dos limites da densidade da cobertura vegetal, principalmente na visualização da gradação da densidade da vegetação em áreas de transição. Essa informação também será importante, posteriormente, para a classificação e definição dos limites das regiões paisagísticas.

Na análise comparativa das informações foi observado que o limite posto para o Bioma Caatinga não abarcava por completo as áreas com o índice de aridez de 0,5 (semiárido), e que este por sua vez não alcançava por completo o bioma em questão. Desta forma, a união dessas informações (união dos *shapes* em polígonos) contribui para uma melhor delimitação deste ambiente semiárido.

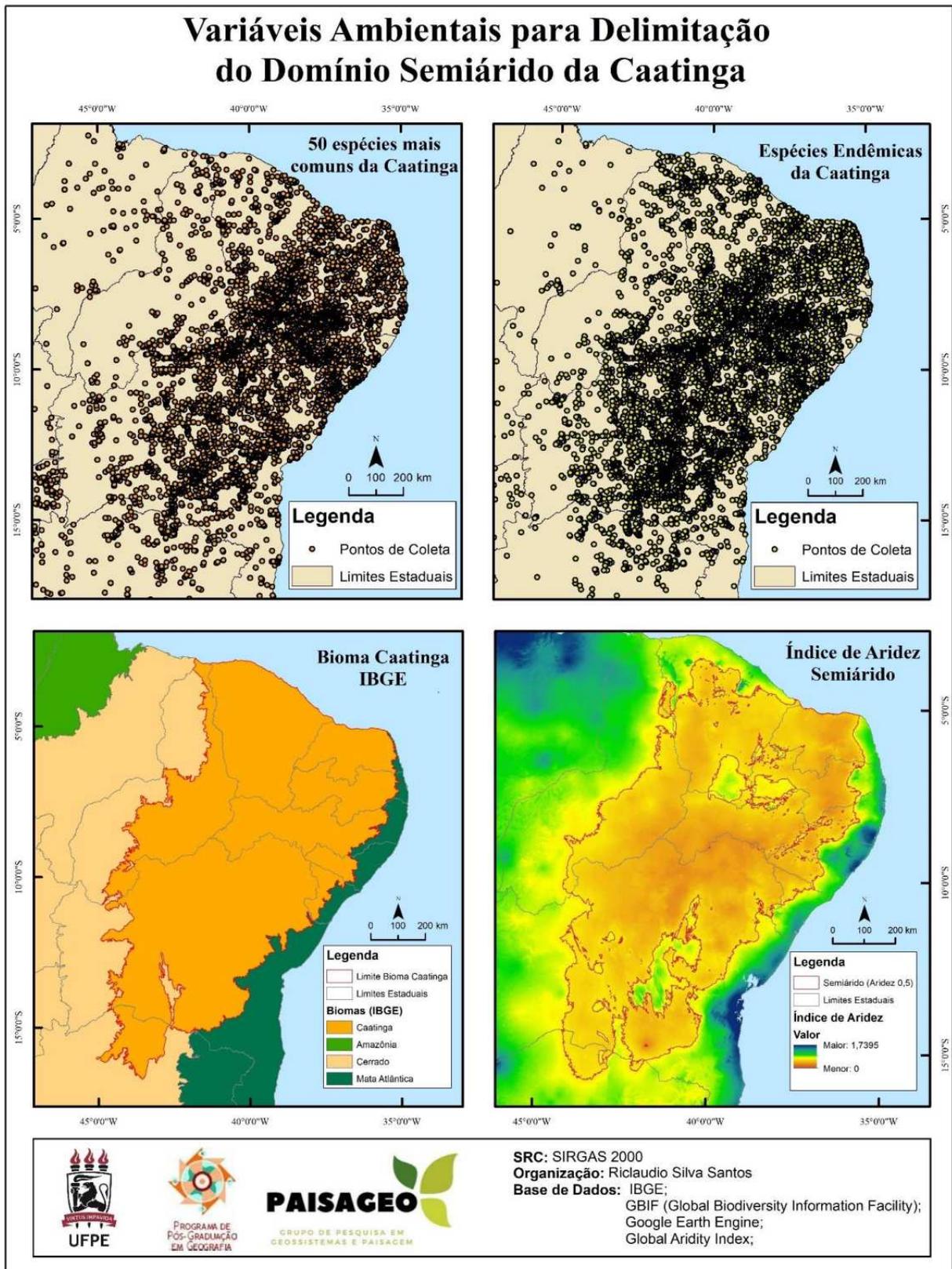
Foram observados também núcleos de espécies da Caatinga fora da delimitação dessas duas informações citadas no parágrafo anterior. A presente proposta buscou então criar um *buffer* de 5 km, a partir da junção dos polígonos das variáveis anteriores, para englobar esses núcleos das espécies comuns e endêmicas da Caatinga. O *buffer* de 5 km se apresenta enquanto uma área nova, uma camada de informação vetorial do tipo polígono, gerado como área de influência em torno das geometrias dos elementos vetoriais dos polígonos referentes ao Bioma da Caatinga e do Índice de Aridez de 0,5.

A partir desse conjunto de informações apresentadas foi possível delimitar o Domínio Semiárido da Caatinga, levando em consideração os limites reais das variáveis ambientais. Essa proposta leva em consideração diretamente as 4 informações citadas, e indiretamente contém um vasto conjunto de variáveis ambientais que foram utilizadas pelo IBGE para construir o limite do Bioma Caatinga, que, por sua vez, leva em consideração informações climáticas, litológicas, geomorfológicas, e pedológicas, assim como os dados do Índice de Aridez Global, formados por um amplo conjunto de variáveis climáticas.

Essa delimitação permite então englobar o conjunto das paisagens que compõem os ambientes do Nordeste do Brasil que relacionam clima semiárido com a fitofisionomia da Caatinga.

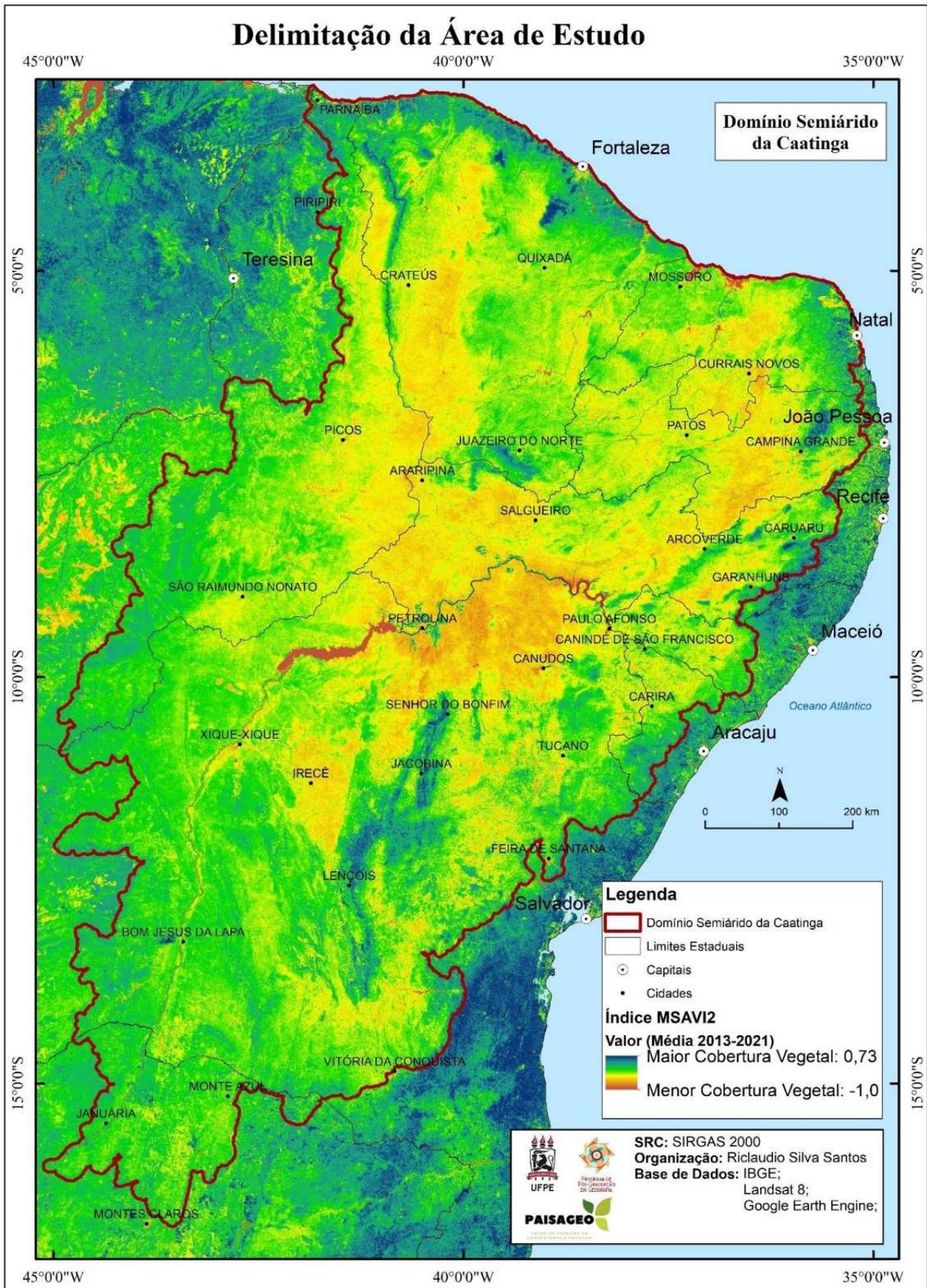
Nas figuras seguintes (Figura 22) podem ser observados os pontos de coleta das espécies da caatinga, proveniente do GBIF, o limite do Bioma Caatinga do IBGE, e o limite semiárido (0,5) do Índice de Aridez Global. E em seguida (Figura 23) é apresentado o limite da área de estudo, o Domínio Semiárido da Caatinga, sobre os dados do MSAVI2.

Figura 22 - Variáveis ambientais para delimitação do Domínio Semiárido da Caatinga.



Fonte: O autor (2023).

Figura 23 - Delimitação da Área de Estudo, o Domínio Semiárido da Caatinga.



Fonte: O autor (2023).

4.2 TIPOLOGIA E REGIONALIZAÇÃO FÍSICO-GEOGRÁFICA DA PAISAGEM

O estudo da paisagem tradicionalmente tem se preocupado com sua classificação e com a relação e similaridade entre diferentes paisagens para o entendimento da superfície terrestre. Desde as construções teóricas até o mapeamento das unidades de paisagens nos diferentes contextos ambientais, os conceitos de tipologia e regionalização apresentam-se como fundamentais para os constructos e aplicações metodológicas da Ciência da Paisagem.

Enquanto a análise tipológica preocupa-se principalmente com a identificação e nomeação dos tipos de paisagem levando em consideração a(s) característica(s) representativa(s) do tipo identificado (Bertrand, 1972), a regionalização físico-geográfica tem por objetivo principal a divisão de áreas em regiões distintas levando em consideração a afinidade territorial/físico-geográfica das seções individuais do terreno (Isachenko, 1973).

A tipologia, dentro do campo das ciências naturais, preocupa-se com a identificação (tipificação) e categorização de objetos e fenômenos com base em determinadas características significativas que permita sua diferenciação. No estudo da paisagem, a análise tipológica irá se preocupar com a classificação da paisagem levando em consideração elementos que as distinguem das demais, esse fator de diferenciação pode ser a vegetação (Bertrand, 1972), temperatura e precipitação (Köppen, 1948), tipo de rocha (Fenneman, 1917), ou um conjunto de fatores analisados simultaneamente.

A regionalização, por sua vez, lida com objetos territoriais individuais e independente do nível da regionalização, cada uma de suas unidades, seja em um nível superior ou inferior, é um elemento concreto e individual do terreno regionalizado. Neste sentido, a regionalização avança a classificação da tipologia, pois atribui e distingue uma afinidade territorial inter-relacionada de cada região geográfica. Sendo o fator da posição geográfica e associação espacial fundamental no processo de regionalização.

Nem todo tipo de classificação físico-geográfica do terreno pode ser chamado de regionalização, e certamente nem toda fronteira mostrada em um mapa representa uma região, ou seja, um resultado da regionalização. Essencialmente, a regionalização constitui uma classificação da superfície terrestre na qual as regiões isoladas mantêm sua homogeneidade territorial e unidade interna devido à sua história comum de desenvolvimento, posição

geográfica, processos geográficos comuns e associação espacial de constituintes individuais (Isachenko, 1973, p. 210, tradução nossa).⁸

Assim, cabe frisar que a tipologia foca na identificação de tipos e categorização, e a regionalização preocupa-se principalmente com o fator de similaridade qualitativa e interrelação espacial das unidades. As características básicas de ambas podem ser observadas no quadro a seguir.

Quadro 12 - Características da Análise Tipológica e da Regionalização Físico-Geográfica das Paisagens.

Características da Análise Tipológica e da Regionalização Físico-Geográfica das Paisagens	
Tipologia	Regionalização
Se concentra na classificação de tipos específicos de paisagens naturais.	Se concentra na divisão de áreas (regiões geográficas) em regiões distintas.
A tipologia leva em conta as características individuais de cada tipo de paisagem com base em características físicas e bióticas distintas.	A regionalização leva em conta a similaridade qualitativa de seções individuais do terreno.
Unidades representam espécies ou tipos de áreas e não distinguem a afinidade territorial.	As unidades de uma entidade regional devem constituir um sistema geneticamente homogêneo e territorial inter-relacionado.
Classificação e categorização.	Processo de subdivisão e unificação.
Variedade de Tipos.	Hierarquia de Escalas.
Conceito utilizado em diversas ciências com objetivo de definir categorias.	Conceito com fator espacial, mais próximo da categoria geográfica de Região.

Fonte: O autor (2023).

No estudo da paisagem, cada região apresenta um caráter complexo, que se dá pela relação entre os processos atmosféricos, a estrutura do embasamento rochoso, formas de relevo, tipos de solos, e padrões de distribuição de fauna e flora. De uma maneira geral a distribuição espacial desses elementos está relacionada a dois princípios geográficos básicos: de zonalidade e azonalidade (Sochava, 1978).

⁸ “Not every kind of physical-geographic classification of terrain may be called a regionalization; and certainly not every boundary show on a map represents a region, i.e. a result of regionalization. Essentially, regionalization constitutes a classification of the earth’s surface in which the isolated regions retain their territorial homogeneity and internal unity due to their common history of development, geographic position, common geographic processes and spatial association of individual constituents.”

A combinação entre a tipologia e a regionalização físico-geográfica permite catalogar plenamente as condições naturais e recursos ambientais, fornecendo uma base científica natural importante para o planejamento. E ao mesmo tempo contribui com abordagens teóricas e aplicações metodológicas da ciência geográfica e da ciência da paisagem (Isachenko, 1973).

De acordo com o autor citado no parágrafo anterior, as problemáticas relacionadas com a regionalização físico-geográfica podem ser divididas em dois grupos. O primeiro grupo inclui àquelas de ordem teórica, ou seja, os princípios subjacentes à prática, e o segundo grupo referente aos métodos de regionalização e a implementação prática. As questões básicas podem ser observadas na figura a seguir (Figura 24).

Figura 24 - Teoria e Método da Regionalização.



Fonte: Elaboração do autor, a partir de Isachenko (1973).

Desta forma, cabe destaque na regionalização o caráter genético/histórico no reconhecimento das unidades a partir dos fatores zonais e azonais. Apesar de ambos

interagirem continuamente, os mesmos possuem independência uns dos outros. Enquanto nos fatores azonais se destacam componentes mais antigos com destaque para tectogênese e do macro-relevo, nos fatores zonais, por sua vez, se destacam componentes de processos contemporâneos como os climáticos, geoquímicos, biogeográficos, e etc.

Uma regionalização baseada em características azonais é tão unilateral como a regionalização puramente zonal. O conjunto desses fatores podem ser observados em interação a partir da paisagem, que para Sochava (1978) é a unidade básica na classificação natural da superfície terrestre.

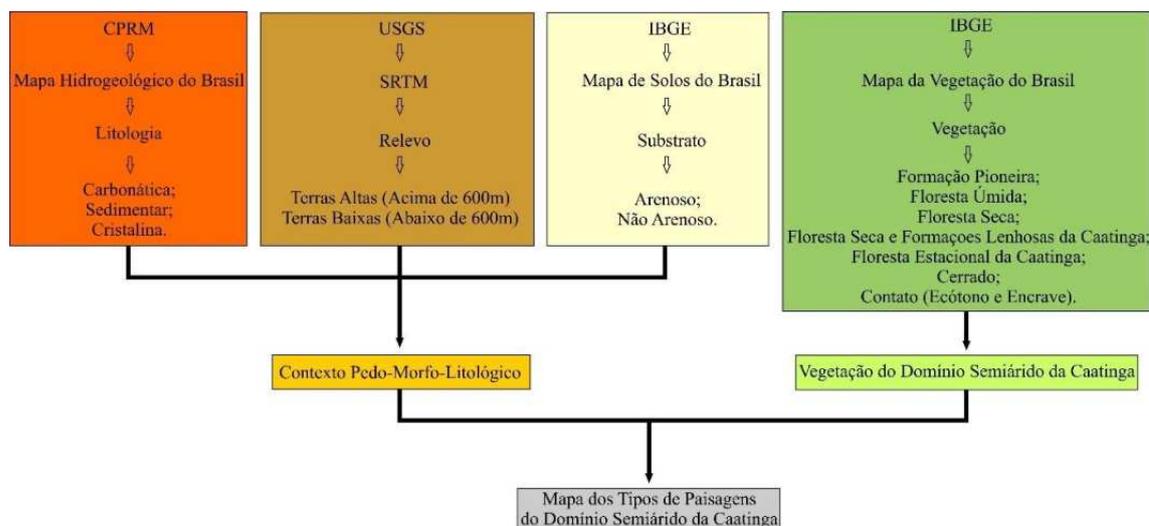
A presente proposta de classificação e regionalização da paisagem está alicerçada nos pressupostos apresentados anteriormente, que buscam o entendimento da paisagem a partir do seu contexto regional. Cabe destaque ainda para os trabalhos que utilizaram a metodologia de *upscaling* para extrapolar dados de biodiversidade de parcelas pequenas para paisagens maiores e avaliar a relação entre a diversidade de espécies e a heterogeneidade da paisagem (Turner; Gardner; O'Neill, 1989). Entre outros autores citados durante a descrição detalhada da metodologia ao longo deste item.

Como fica evidente, metodologias de *upscaling* têm sido usadas como uma ferramenta para regionalização, ajudando a entender como as características das regiões menores se relacionam com as características de escalas menores na paisagem.

A classificação dos tipos de paisagens buscou integrar informações de diferentes fontes a respeito da litologia, relevo, substrato e vegetação. O objetivo é trabalhar com a concepção de limites naturais, seguindo a metodologia já aplicada no semiárido brasileiro por Cavalcanti (2016), com algumas alterações, proveniente das considerações de que os contrastes paisagísticos ocorrem em transições ou mudanças nas configurações de fatores condicionantes, como as rochas, o relevo e o clima (Isachenko, 1973; 1991).

O fluxograma a seguir (Figura 25) demonstra a metodologia utilizada para o mapeamento, destacando as fontes dos dados, e quais características foram levadas em consideração para a construção do mapa dos tipos de paisagens.

Figura 25 - Fluxograma do mapeamento dos Tipos de Paisagens.



Fonte: O autor (2023).

Inicialmente, para a investigação da litologia, foram obtidos dados da CPRM (Serviço Geológico do Brasil), a partir do Mapa Hidrogeológico do Brasil (2014). Com informações provenientes dos Programas da CPRM - GIS Brasil e PLGB (Programa de Levantamento Geológico Básico). As informações foram organizadas em três classes, de acordo com a natureza das rochas, em carbonáticas, sedimentares e cristalinas.

Essa classificação da paisagem a partir dos litotipos está relacionada com a variação de caatingas que ocorrem em ambientes de rochas cristalinas e em áreas de rochas sedimentares, particularmente as arenosas e carbonáticas. Essas diferenciações de grupos de rochas resultam também na formação de relevos distintos, e subsequentes contextos pedológicos e hidrológicos diferenciados (Corrêa; Souza; Cavalcanti, 2014). Assim, os contatos cristalino-sedimentar, sedimentar-carbonático, ou cristalino-carbonático, marcam contrastes paisagísticos gerais (Cavalcanti, 2013).

Os dados a respeito do relevo foram obtidos a partir do SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), fornecidos gratuitamente pelo USGS (*United States Geological Survey*). As informações foram classificadas em Terras Altas (acima de 600m de altitude) e Terras Baixas (abaixo de 600m de altitude). Seguindo as indicações de Vasconcelos Sobrinho (1941) e Cavalcanti (2016), a variação na altitude tem efeito sobre o clima local, em termos de variação do regime pluviométrico, temperatura e

umidade do ar, e conseqüentemente, na composição florística, resultando na diferenciação das paisagens dentro do ambiente semiárido.

Durante a realização da pesquisa foi observado que os limites das áreas íngremes coincidiam com os mesmos limites da cota de 600m, desta forma, optou-se por considerar apenas esta última, visando melhorar a apresentação dos dados cartográficos, entendendo que essa cota altimétrica equivale, por vezes, às áreas de relevo íngreme. Essas diferenciações no relevo impactam na circulação de substâncias químicas que é um dos fundamentais fatores diferenciadores dos solos e que podem afetar a distribuição das plantas (Corrêa; Souza; Cavalcanti, 2014).

É importante destacar ao leitor que a escolha de classificar o relevo em duas categorias, Terras Altas e Terras Baixas, foi uma opção metodológica com o objetivo de generalização necessária para a regionalização da paisagem. Ao utilizar termos geomorfológicos mais precisos, tais como depressão, tabuleiro, platô, planalto, entre outros, a identificação dos tipos de paisagens superou centenas de variações da paisagem, o que dificultou a delimitação das regiões paisagísticas.

Assim, a opção por generalizar o relevo em duas variáveis contribuiu para a classificação dos tipos de paisagens e deixou mais claros, em termos espaciais e cartográficos, os limites da taxonomia superior. Independentemente disso, durante a construção do texto de cada região paisagística, foram utilizados os termos geomorfológicos adequados de acordo com as unidades geomorfológicas apropriadas. No quadro a seguir, podem ser observados exemplos da relação entre os termos de Terras Altas e Terras Baixas e sua correspondência em conceitos geomorfológicos.

Quadro 13 - Correspondência entre os termos de Terras Altas e Terras Baixas e os conceitos geomorfológicos.

Terras Altas	Terras Baixas
Planalto	Depressão
Maciço	Planície Costeira
Platô	Planície Fluvial
Cristas	Tabuleiro Costeiro

Fonte: O autor (2023).

As informações a respeito do substrato dessas paisagens foram adquiridas a partir do Mapa de Solos do Brasil, fornecido pelo IBGE, esses solos foram classificados em Arenosos e Não Arenosos, tendo em vista que as áreas sedimentares, principalmente de substrato arenoso apresentam características distintas para o desenvolvimento da caatinga (Cardoso; Queiroz, 2010). Áreas de substrato arenoso podem se apresentar como excessivamente drenadas ou fortemente drenadas. Os contrastes marcados por mantos de alteração, ora argilosos, ora arenosos, também marcam limites entre tipos de paisagens, evidenciando ambientes com predomínio de infiltração sobre escoamento superficial ou o contrário (Cavalcanti, 2013).

Como procedimento básico das etapas do geoprocessamento, antes da sobreposição das informações, todos os mapas citados foram reprojetados para o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000).

A análise integrada dessas três informações (litologia, relevo, substrato) permitiu estabelecer o contexto pedo-morfo-litológico do domínio semiárido da caatinga. Por meio da álgebra de mapas (união de polígonos) foram estabelecidas as seguintes classes: Terras Altas Arenosas; Terras Baixas Arenosas; Terras Altas Carbonáticas; Terras Baixas Carbonáticas; Terras Altas em Bacias Sedimentares; Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares; Terras Altas no Cristalino; Terras Baixas no Cristalino; Terras Altas no Cristalino com Sedimentos Arenosos; e Terras Baixas no Cristalino com Sedimentos Arenosos. Essas informações são apresentadas no mapa do Contexto Pedo-morfo-litológico do Domínio Semiárido da Caatinga (Figura 26). As classes que não apresentam a litologia referem-se a ambientes que podem conter litologia sedimentar ou cristalina.

Posteriormente a essa classificação, foram analisadas as informações a respeito da vegetação da área de estudo. Adquiridas a partir do Mapa da Vegetação do Brasil, fornecido pelo IBGE, a vegetação foi reclassificada da seguinte forma: Formação Pioneira; Floresta Úmida; Floresta Seca; Floresta Seca e Formações Lenhosas da Caatinga; Floresta Estacional da Caatinga; Cerrado; e Contato (Ecótono e Enclave).

Essas informações a respeito da vegetação são fundamentais para a diferenciação das paisagens pelo critério da cobertura vegetal, auxiliando na identificação e diferenciação de áreas core (núcleos de tipicidade), enclaves ou áreas de exceção, e faixas de transição.

Áreas core são aquelas onde as condições ambientais estão de acordo com os critérios apriorísticos do ambiente em questão (semiárido), semelhante aos conceitos de 'Paisagem Nativa' de Sochava (1978) e de 'Zonobiomas' apresentado por Walter (1986).

Enclaves, ou áreas de exceção, que se apresentam como núcleos ou "ilhas" com condições diferentes daquelas esperadas para a área core, por vezes relacionado a diferenciação da altitude.

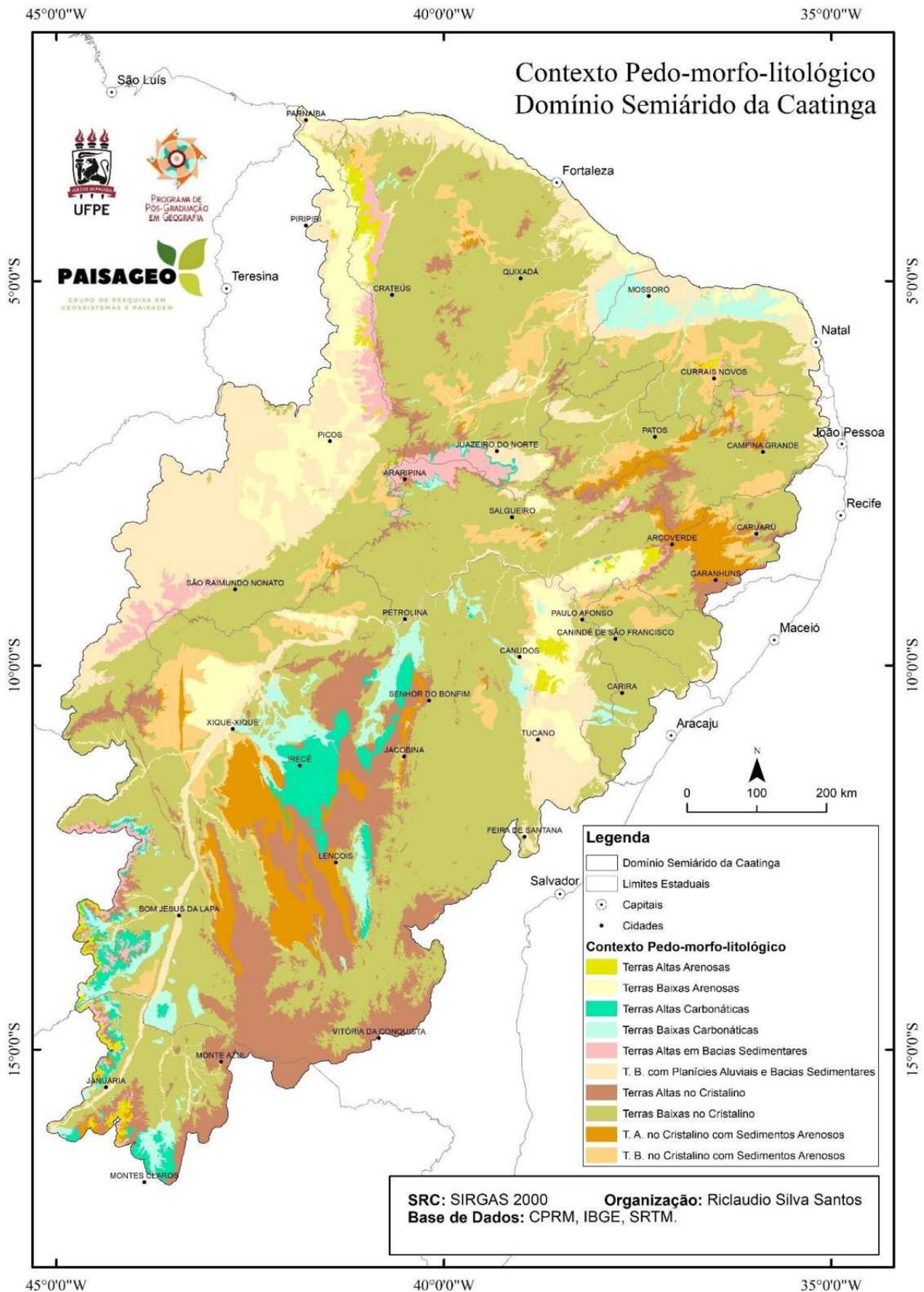
E as faixas de transição, presentes em ambientes de gradação de precipitação pluvial, aridez, e temperatura, marcadas pelas bordas das áreas core, ora apresentando transições entre mata atlântica e caatinga, ora entre caatinga e cerrado. Essas informações podem ser observadas no mapa de Vegetação do Domínio Semiárido da Caatinga (Figura 27).

Após o ordenamento dessas duas bases de informações, uma reportando a litologia, relevo, e substrato, e outra tratando da vegetação, ambas foram reunidas, por meio de álgebra de mapas, para a criação do mapa de tipos de paisagens.

Inicialmente foram identificados 83 (oitenta e três) tipos de paisagens, entretanto, parte desses se apresentaram como polígonos residuais, decorrente de alguns limites dos dados ambientais utilizados, e que não eram visíveis na escala regional. O critério utilizado para a dissolução dos polígonos residuais foi a seleção daqueles que apresentaram área menor que 1 km² (um quilômetro quadrado). Essas áreas são então anexadas ao tipo de paisagem mais próximo e dominante, esse procedimento segue a metodologia utilizada pelo IBGE (2019) para mapeamento dos biomas do Brasil.

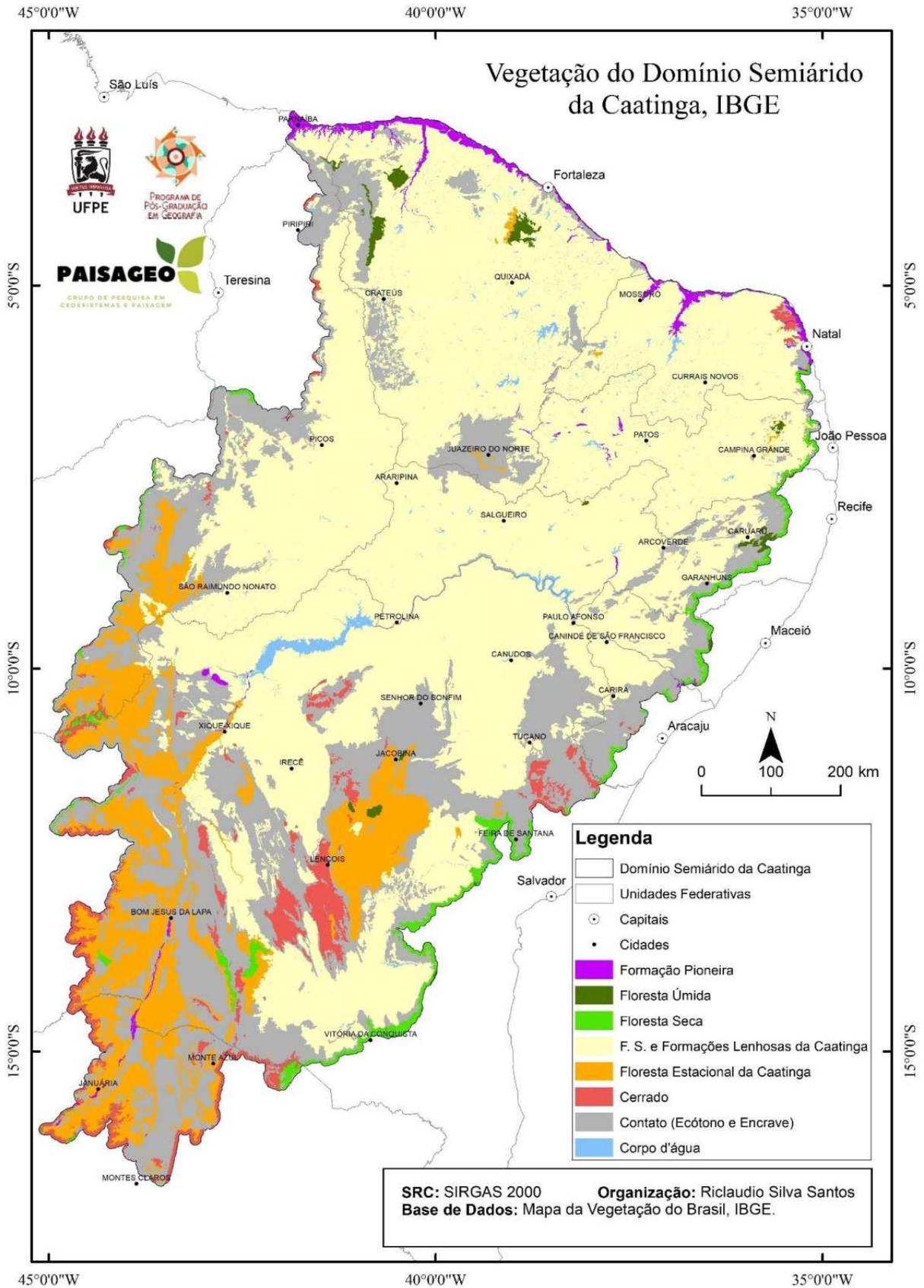
Após a dissolução dos polígonos residuais foram obtidos 43 (quarenta e três) tipos de paisagens para o Domínio Semiárido da Caatinga (Figura 28). O quadro 14 apresenta as informações da legenda do mapa dos Tipos de Paisagens mapeados.

Figura 26 - Mapa do Contexto Pedo-morfo-litológico do Domínio Semiárido da Caatinga.



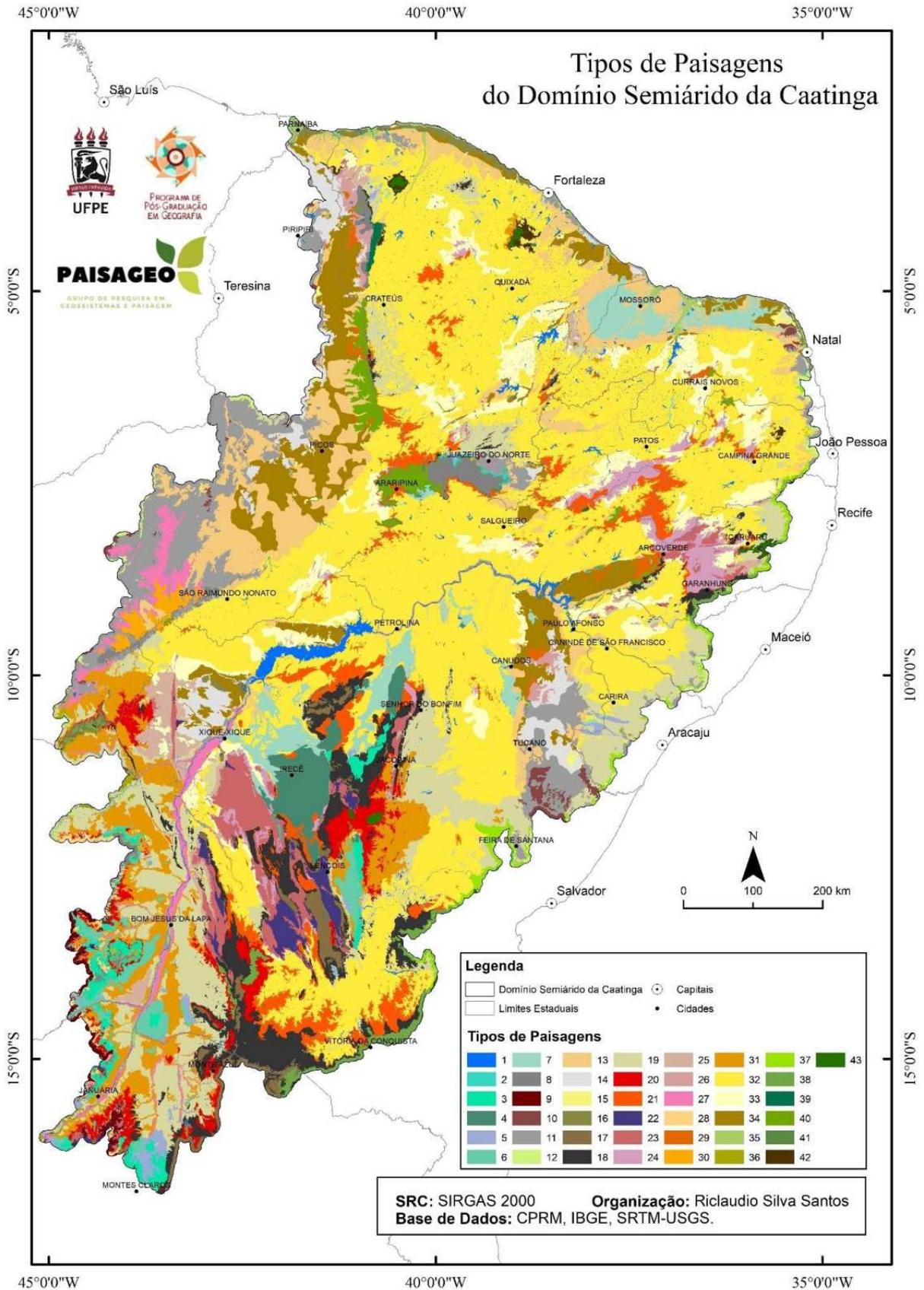
Fonte: O autor (2023).

Figura 27 - Mapa da vegetação do Domínio Semiárido da Caatinga, IBGE.



Fonte: O autor (2023).

Figura 28 - Mapa dos Tipos de Paisagens do Domínio Semiárido da Caatinga.



Fonte: O autor (2023).

Quadro 14 - Legenda do mapa de Tipos de Paisagens do Domínio Semiárido da Caatinga.

ID	Tipo de Paisagem	Cor
1	Corpo d'água	Blue
2	Terras Altas Carbonáticas com Cerrado	Cyan
3	Terras Altas Carbonáticas com Contato (Ecótono e Enclave)	Light Cyan
4	Terras Altas Carbonáticas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	Dark Green
5	Terras Baixas Carbonáticas com Contato (Ecótono e Enclave)	Light Blue
6	Terras Baixas Carbonáticas com Floresta Estacional da Caatinga	Teal
7	Terras Baixas Carbonáticas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	Light Teal
8	Terras Altas em Bacias Sedimentares com Contato (Ecótono e Enclave)	Grey
9	Terras Altas Arenosas com Cerrado	Dark Red
10	Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Cerrado	Dark Red
11	Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Contato (Ecótono e Enclave)	Grey
12	Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta Seca	Light Green
13	Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	Orange
14	Terras Baixas Arenosas com Contato (Ecótono e Enclave)	Light Grey
15	Terras Baixas Arenosas com Cerrado	Yellow
16	Terras Baixas Arenosas com Formação Pioneira	Olive Green
17	Terras Altas no Cristalino com Cerrado	Brown
18	Terras Altas no Cristalino com Contato (Ecótono e Enclave)	Dark Grey
19	Terras Baixas no Cristalino com Contato (Ecótono e Enclave)	Light Green
20	Terras Altas no Cristalino com Floresta Estacional da Caatinga	Red
21	Terras Altas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	Orange
22	Terras Altas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Cerrado	Dark Blue
23	Terras Altas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Contato (Ecótono e Enclave)	Red
24	Terras Altas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	Pink
25	Terras Baixas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Contato (Ecótono e Enclave)	Brown
26	Terras Altas Arenosas com Contato (Ecótono e Enclave)	Red
27	Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta Estacional da Caatinga	Pink
28	Terras Altas em Bacias Sedimentares com Cerrado	Orange
29	Terras Altas Arenosas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	Orange
30	Terras Altas em Bacias Sedimentares com Floresta Estacional da Caatinga	Orange
31	Terras Baixas no Cristalino com Floresta Estacional da Caatinga	Orange
32	Terras Baixas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	Yellow
33	Terras Baixas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	Light Yellow
34	Terras Baixas Arenosas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	Brown
35	Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Formação Pioneira	Light Green
36	Terras Baixas no Cristalino com Cerrado	Olive Green
37	Terras Baixas no Cristalino com Floresta Seca	Light Green
38	Terras Altas no Cristalino com Floresta Seca	Light Green
39	Terras Altas em Bacias Sedimentares com Floresta Úmida	Dark Green
40	Terras Altas em Bacias Sedimentares com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	Light Green
41	Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta Úmida	Dark Green
42	Terras Baixas no Cristalino com Floresta Úmida	Brown
43	Terras Altas no Cristalino com Floresta Úmida	Dark Green

Fonte: O autor (2023).

As áreas de cada um dos Tipos de Paisagens, assim como a porcentagem referente a área total do Domínio Semiárido da Caatinga, podem ser observadas na tabela a seguir:

Tabela 1 - Áreas dos Tipos de Paisagens do Domínio Semiárido da Caatinga.

ID	Tipos de Paisagens	Área km ²	Porcentagem da Área Total
1	Corpo d'água	10.151	1,11 %
2	Terras Altas Carbonáticas com Cerrado	521	0,05 %
3	Terras Altas Carbonáticas com Contato (Ecótono e Enclave)	8.730	0,95 %
4	Terras Altas Carbonáticas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	11.337	1,24 %
5	Terras Baixas Carbonáticas com Contato (Ecótono e Enclave)	4.263	0,46 %
6	Terras Baixas Carbonáticas com Floresta Estacional da Caatinga	8.270	0,90 %
7	Terras Baixas Carbonáticas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	22.231	2,43 %
8	Terras Altas em Bacias Sedimentares com Contato (Ecótono e Enclave)	7.320	0,80 %
9	Terras Altas Arenosas com Cerrado	2.490	0,27 %
10	Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Cerrado	3.382	0,37 %
11	Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Contato (Ecótono e Enclave)	41.455	4,53 %
12	Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta Seca	2.708	0,29 %
13	Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	58.081	6,35 %
14	Terras Baixas Arenosas com Contato (Ecótono e Enclave)	16.266	1,77 %
15	Terras Baixas Arenosas com Cerrado	974	0,10 %
16	Terras Baixas Arenosas com Formação Pioneira	3.230	0,35 %
17	Terras Altas no Cristalino com Cerrado	9.402	1,02 %
18	Terras Altas no Cristalino com Contato (Ecótono e Enclave)	33.955	3,71 %
19	Terras Baixas no Cristalino com Contato (Ecótono e Enclave)	80.454	8,80 %
20	Terras Altas no Cristalino com Floresta Estacional da Caatinga	15.626	1,70 %
21	Terras Altas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	32.186	3,52 %
22	Terras Altas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Cerrado	6.246	0,68 %
23	Terras Altas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Contato (Ecótono e Enclave)	18.639	2,03 %
24	Terras Altas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	12.855	1,40 %
25	Terras Baixas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Contato (Ecótono e Enclave)	11.886	1,30 %
26	Terras Altas Arenosas com Contato (Ecótono e Enclave)	3.336	0,36 %
27	Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta Estacional da Caatinga	11.653	1,27 %
28	Terras Altas em Bacias Sedimentares com Cerrado	1.852	0,20 %
29	Terras Altas Arenosas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	2.906	0,31 %
30	Terras Altas em Bacias Sedimentares com Floresta Estacional da Caatinga	4.247	0,46 %
31	Terras Baixas no Cristalino com Floresta Estacional da Caatinga	39.455	4,31 %
32	Terras Baixas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	311.765	34,11 %
33	Terras Baixas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	46.114	5,04 %
34	Terras Baixas Arenosas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	41.144	4,50 %
35	Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Formação Pioneira	4.422	0,48 %
36	Terras Baixas no Cristalino com Cerrado	1.218	0,13 %
37	Terras Baixas no Cristalino com Floresta Seca	5.056	0,55 %
38	Terras Altas no Cristalino com Floresta Seca	5.762	0,63 %
39	Terras Altas em Bacias Sedimentares com Floresta Úmida	653	0,07 %
40	Terras Altas em Bacias Sedimentares com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	8.160	0,89 %
41	Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta Úmida	187	0,02 %
42	Terras Baixas no Cristalino com Floresta Úmida	1.765	0,19 %
43	Terras Altas no Cristalino com Floresta Úmida	1.476	0,16 %

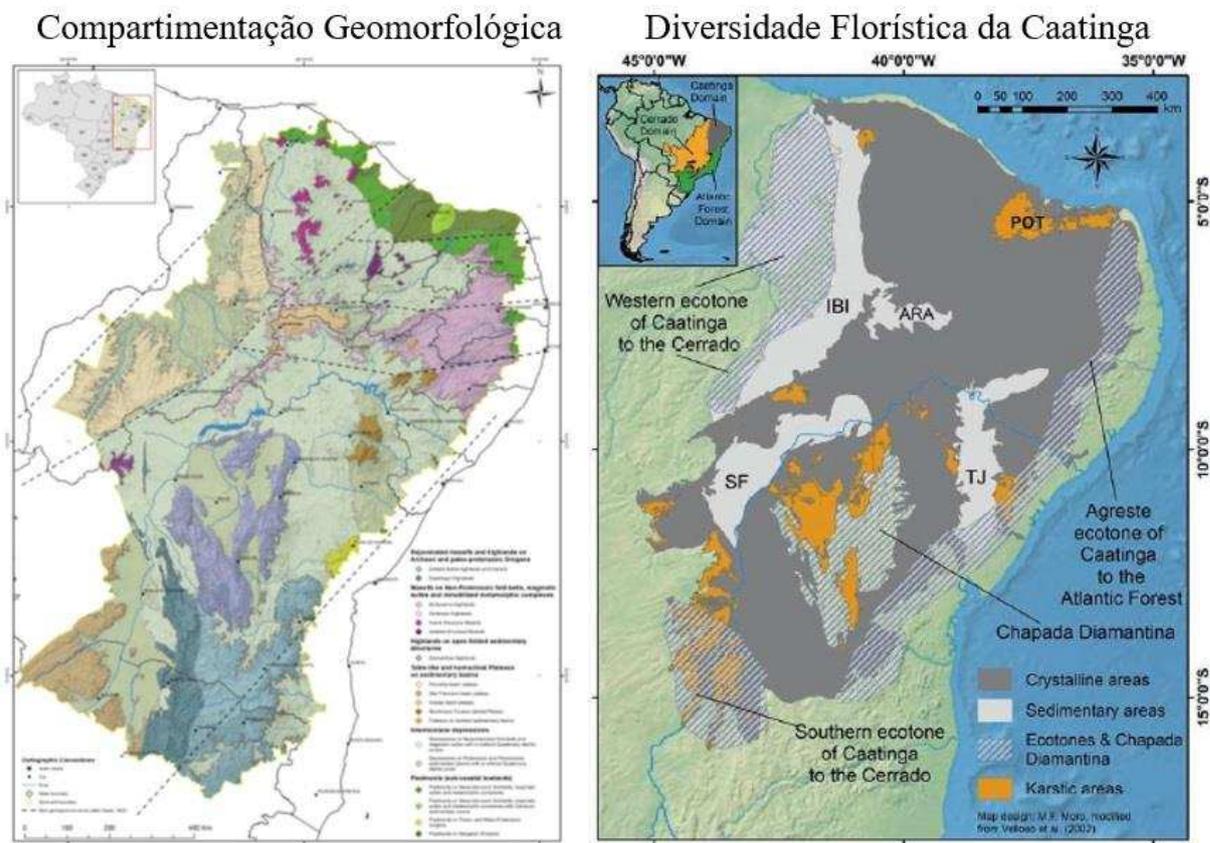
Fonte: O autor (2023).

Após o mapeamento dos tipos de paisagens buscou-se identificar o nível hierárquico superior, referente às Regiões Paisagísticas do Domínio Semiárido da Caatinga. Para isso, os critérios de regionalização da paisagem levaram em consideração os seus fatores genéticos, referentes principalmente à geologia, geomorfologia e vegetação. Assim como critérios geográficos, parametrizados na posição e localização dessas regiões. Por exemplo, em alguns casos, o limite entre litologias cristalinas e sedimentares podem marcar a divisão entre determinadas regiões. Esses elementos, analisados de forma conjunta, buscando a característica que diferencia cada conjunto de paisagens, compõem o constructo metodológico para a referida regionalização.

Em relação ao processamento dos dados geoespaciais, a regionalização buscou identificar os limites de cada região respeitando os limites dos polígonos dos Tipos de Paisagens, objetivando uma delimitação tendo como base os limites reais dos objetos investigados.

Entre as principais referências para essa regionalização, além de outras referências específicas para cada região que serão apresentadas posteriormente, pode-se destacar, no campo da geomorfologia e geologia principalmente, o trabalho de Corrêa *et al.* (2019), que demonstra como o relevo do semiárido brasileiro reflete sua morfo-estrutura, geologia regional e quadro tectônico, além de abordar diversos aspectos ambientais das paisagens do semiárido brasileiro. E no campo da florística, a partir das informações de Queiroz *et al.* (2017), que faz a diferenciação das formações vegetais, diferenciando, por exemplo, os ambientes de caatingas com embasamento cristalinos daquelas em litologia sedimentar. Ambos os mapas são apresentados a seguir (Figura 29).

Figura 29 - Mapas de Compartimentação Geomorfológica e Diversidade Florística da Caatinga.

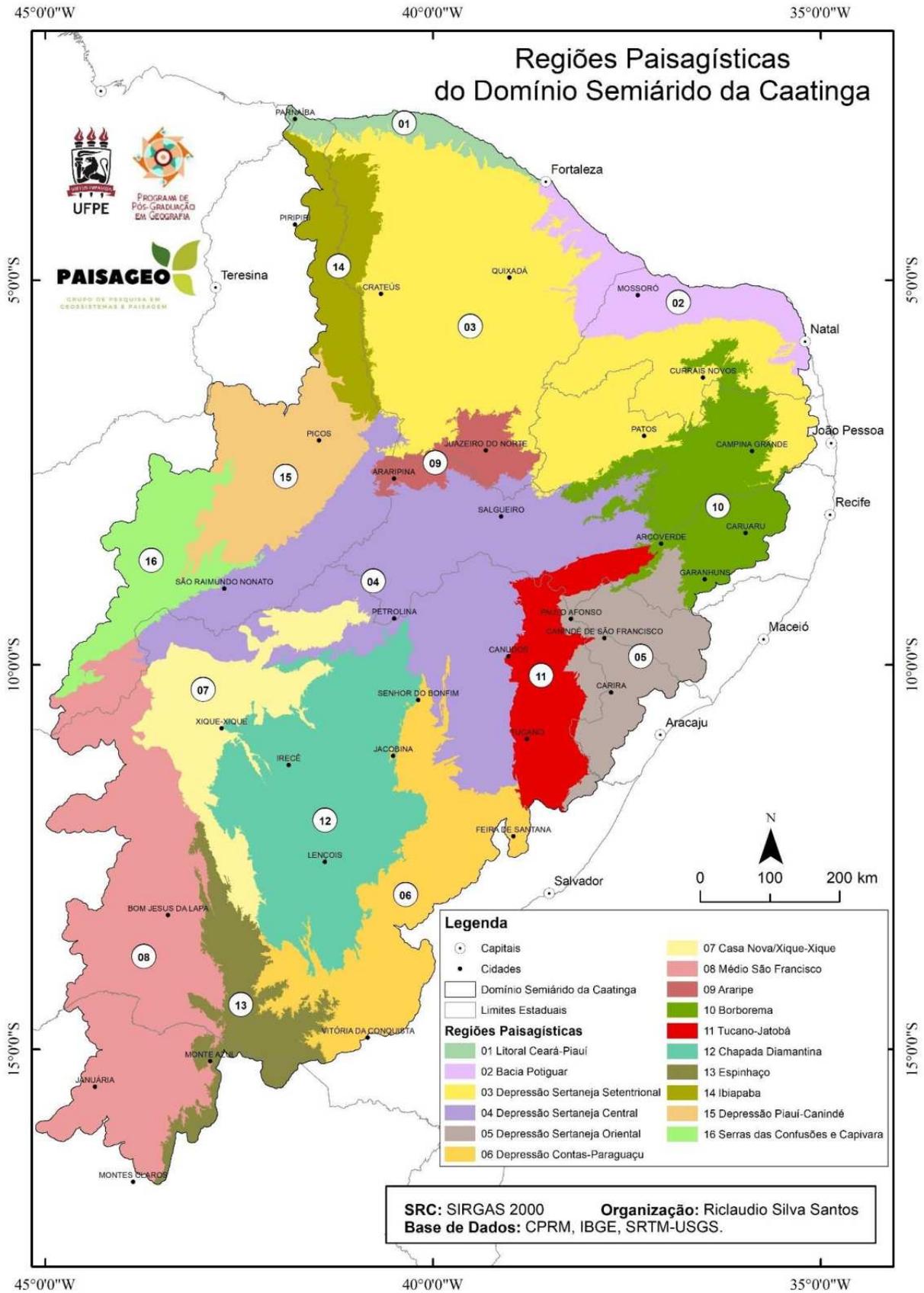


Fonte: Corrêa *et al.* (2019) e Queiroz *et al.* (2017).

A nomenclatura das regiões buscou utilizar termos simples, por vezes já existentes dentro da literatura, ou quando necessário a partir de elementos geográficos no contexto da localização das mesmas. A identificação também buscou utilizar nomes de municípios que serviram como referência de localização regional, assim como de rios ou bacias hidrográficas. O objetivo é tornar a localização de cada região de fácil assimilação pelo leitor a partir da sua nomenclatura.

Assim, foram identificadas 16 Regiões Paisagísticas: Litoral Ceará-Piauí; Bacia Potiguar; Depressão Sertaneja Setentrional; Depressão Sertaneja Central; Depressão Sertaneja Oriental; Depressão Contas-Paraguaçu; Casa Nova/Xique-Xique; Médio São Francisco; Araripe; Borborema; Tucano-Jatobá; Chapada Diamantina; Espinhaço; Ibiapaba; Depressão Piauí-Canindé; e Serras das Confusões e Capivara. O mapa das Regiões Paisagísticas do Domínio Semiárido da Caatinga pode ser observado na figura a seguir (Figura 30).

Figura 30 - Mapa das Regiões Paisagísticas do Domínio Semiárido da Caatinga.



Fonte: O autor (2023).

As áreas de cada uma das regiões, assim como a porcentagem referente a área total do Domínio Semiárido da Caatinga, podem ser observadas na tabela a seguir:

Tabela 2 - Áreas das Regiões Paisagísticas do Domínio Semiárido da Caatinga.

ID	Região Paisagística	Área em km ²	Porcentagem da Área Total
01	Litoral Ceará-Piauí	10.347	1,13 %
02	Bacia Potiguar	30.816	3,37 %
03	Depressão Sertaneja Setentrional	166.005	18,16 %
04	Depressão Sertaneja Central	132.630	14,51 %
05	Depressão Sertaneja Oriental	38.547	4,21 %
06	Contas-Paraguaçu	61.977	6,78 %
07	Casa Nova/Xique-Xique	43.951	4,8 %
08	Médio São Francisco	107.593	11,77 %
09	Araripe	14.756	1,61 %
10	Borborema	50.731	5,55 %
11	Tucano-Jatobá	32.781	3,58 %
12	Chapada Diamantina	87.356	9,55 %
13	Espinhaço	30.796	3,36 %
14	Ibiapaba	30.210	3,3 %
15	Parnaíba	43.985	4,81 %
16	Serra das Confusões/Gurguéia	31.363	3,43 %

Fonte: O autor (2023).

As regiões que ocupam maior parte do Domínio Semiárido da Caatinga são as Depressões Sertanejas, correspondendo principalmente ao Tipo de Paisagem referente às Terras Baixas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga, tipo de paisagem predominante.

Dentre as regiões identificadas, algumas já são consolidadas enquanto unidades ambientais dentro da literatura sobre as paisagens do Semiárido Brasileiro, como é o caso, por exemplo, do Araripe, Borborema, Tucano-Jatobá, Chapada Diamantina, e as Depressões Sertanejas. Essas nomenclaturas já estão presentes em propostas como IBGE (1985), EMBRAPA (1991), Souza *et al.* (1992), entre outras.

Entretanto, apesar da identificação das mesmas unidades ambientais, os limites propostos em cada mapeamento variam conforme os dados utilizados e os procedimentos metodológicos do geoprocessamento dessas informações. Assim, o presente resultado tem como ponto positivo a utilização dos polígonos dos tipos de paisagens que refletem os limites reais dos objetos investigados.

São as características da paisagem representadas por esses limites que permitem a identificação de cada região. Tal como nos casos do Litoral Ceará-Piauí e da Bacia Potiguar, onde seus limites ao sul são observados a partir do início do embasamento cristalino da Depressão Sertaneja Setentrional que refletem nas formações lenhosas da caatinga. Essas modificações nos elementos principais das paisagens é que demarca o encerramento de determinada região paisagística e início da próxima.

A gênese das paisagens também contribuiu para a identificação das diferentes regiões, onde ambientes de formação sedimentar se diferem dos cristalinos não apenas na litologia, mas também na consequente formação dos solos e vegetação resultantes dos processos de evolução da paisagem. Onde a maior presença de sedimentos, solos mais profundos, e maior densidade da cobertura vegetal diferencia os ambientes sedimentares dos cristalinos.

No caso específico das Depressões Sertanejas identificadas, o componente geográfico da localização também foi levado em consideração para a diferenciação de cada uma delas, já que as mesmas, de forma geral, apresentam a mesma composição paisagística de embasamento cristalino com formações lenhosas da caatinga. Assim, o limite da Depressão Sertaneja Setentrional com a Depressão Sertaneja Central é marcado pelos planaltos sertanejos localizados a oeste da Borborema, e arredores do Araripe (Corrêa *et al.*, 2019; Tavares, 2015), e a Depressão Sertaneja Oriental, que está localizada a leste da bacia sedimentar do Tucano-Jatobá e ao sul da Borborema.

Os limites do extremo oeste da Ibiapaba, Depressão Piauí-Canindé, Serras das Confusões e Capivara, e Médio São Francisco demarcam a divisão entre o domínio da caatinga e o domínio do cerrado, assim como o sul do Médio São Francisco e Espinhaço, apresentando na paisagem uma gradação das espécies vegetais dos dois ambientes. Enquanto os limites do extremo leste das regiões da Depressão Sertaneja Setentrional, Borborema, Depressão Sertaneja Oriental, e Contas-Paraguaçu marcam a transição entre o domínio da caatinga e o domínio da mata-atlântica. Já o Araripe e

a Chapada Diamantina se apresentam como variações intradominais do Domínio Semiárido da Caatinga.

As características de todas as Regiões Paisagísticas são apresentadas de forma detalhada no item 6 deste trabalho.

5 RESILIÊNCIA DAS PAISAGENS NO DOMÍNIO SEMIÁRIDO DA CAATINGA

O caráter dinâmico é uma das principais características da paisagem, a constante interação dos seus componentes resulta em alterações nos sistemas ambientais, em alguns momentos esses eventos de maior intensidade podem iniciar alterações nas paisagens. Entretanto, a resiliência da paisagem é justamente a capacidade de resistir a essas mudanças e manter suas características fundamentais.

O conceito de resiliência tem ganhado mais notoriedade nas pesquisas geográficas a partir do ano de 2010, mais precisamente dentro das pesquisas em idioma português. Apesar de que um número maior de pesquisas esteja presente em idioma inglês, e com foco na Geografia Humana. Dentro dos estudos da Geografia Física, o conceito de resiliência está associado as pesquisas que discutem vulnerabilidade, sustentabilidade, e estudo dos ecossistemas, atrelado ao planejamento ambiental (Oliveira e Aquino, 2020).

Christofoletti (1999) aborda a resiliência do sistema ambiental a partir da sua capacidade em absorver e se adaptar às mudanças, voltando ao estágio inicial, ou próximo a ele. Como ocorre no Semiárido Brasileiro, onde a vegetação da Caatinga está sujeita a eventos climáticos extremos que podem coloca-la sob estresse hídrico. São exemplos dessas dinâmicas naturais os períodos de influência do El Niño e La Niña (El Niño-Oscilação Sul - ENOS), que podem promover secas devastadoras ou eventos de intensas precipitações no Nordeste do Brasil.

Sobre a temática da seca na região Nordeste do Brasil, diversos estudos se debruçam para refletir sobre suas problemáticas (Pinto, 1999). O componente antrópico também dispõe de uma alta capacidade de alteração da paisagem, perceptível nas mudanças de uso e cobertura da terra. No contexto do Semiárido Brasileiro, com o desmatamento das áreas de caatinga e conseqüente avanço das atividades agropecuárias, principalmente pastagens. De acordo com Noutcheu *et al.* (2024), a aridez das paisagens altera a composição das espécies da Caatinga, principalmente os indivíduos de pequeno porte que são mais suscetíveis a esses distúrbios e às condições adversas. Os distúrbios causados pela presença da população (interferência antrópica) somados a períodos de estiagem intensos podem causar impactos ainda mais fortes nos mecanismos de regeneração.

Essas dinâmicas nos sistemas, que podem ou não se manter dentro dos limiares críticos de manutenção do próprio sistema, são fundamentais para os estudos

de resiliência, adaptação e capacidade de recuperação dos padrões naturais desses ambientes (Cretney, 2014). Apesar do termo resiliência ainda apresentar uma conceituação diversificada mesmo dentro das aplicações na Geografia, o mesmo é útil para análises espaciais e temporais e para o gerenciamento socioambiental.

Assim, o objetivo do presente item é detalhar a resiliência do Domínio Semiárido da Caatinga, sejam de ordem natural (tratando das dinâmicas climáticas) ou de ordem antrópica (evidenciadas nas mudanças do uso e cobertura da terra). Essas informações serão elementos importantes para a caracterização das Regiões Paisagísticas, que será apresentada no item final deste trabalho.

5.1 SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUANTES NO DOMÍNIO SEMIÁRIDO DA CAATINGA

Os agentes atmosféricos que sistematizam as chuvas no Domínio Semiárido da Caatinga (DSC) se organizam em mecanismos com complexos arranjos espaço-temporais. A atuação desses sistemas no semiárido gera determinado condicionamento no desenvolvimento da vegetação, e conseqüentemente, na dinâmica das paisagens. A variabilidade das chuvas se dá em distintas distribuições espaciais (ao longo do espaço, em diversas escalas), assim como temporais (ao longo do tempo, com variabilidade interanual e intra-anual).

Entre os sistemas de macroescala (escala sinótica) pode-se destacar a Circulação das células de Hadley e Walker, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), o El Niño-Oscilação Sul (ENOS), o Dipolo de Temperatura da Superfície do Mar (TSM), os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCANs), e as Frentes Frias (FF). Entre aqueles de mesoescala destacam-se os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs), as Linhas de Instabilidade (LIs), e os Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOLs). E àqueles de microescala relacionados a diferença de altitude (chuvas orográficas) e posição do relevo (vertentes a barlavento ou sotavento). É importante destacar que esses sistemas, por vezes, estão relacionados, onde um sistema pode influenciar a dinâmica do outro.

Além da dinâmica espacial, os sistemas apresentam variabilidade temporal, seja de ordem interanual, que trata da variação ao longo dos anos, representada por anos secos e anos úmidos, assim como a variação intra-anual, ao longo dos meses, que determina os meses de chuva ao longo do ano.

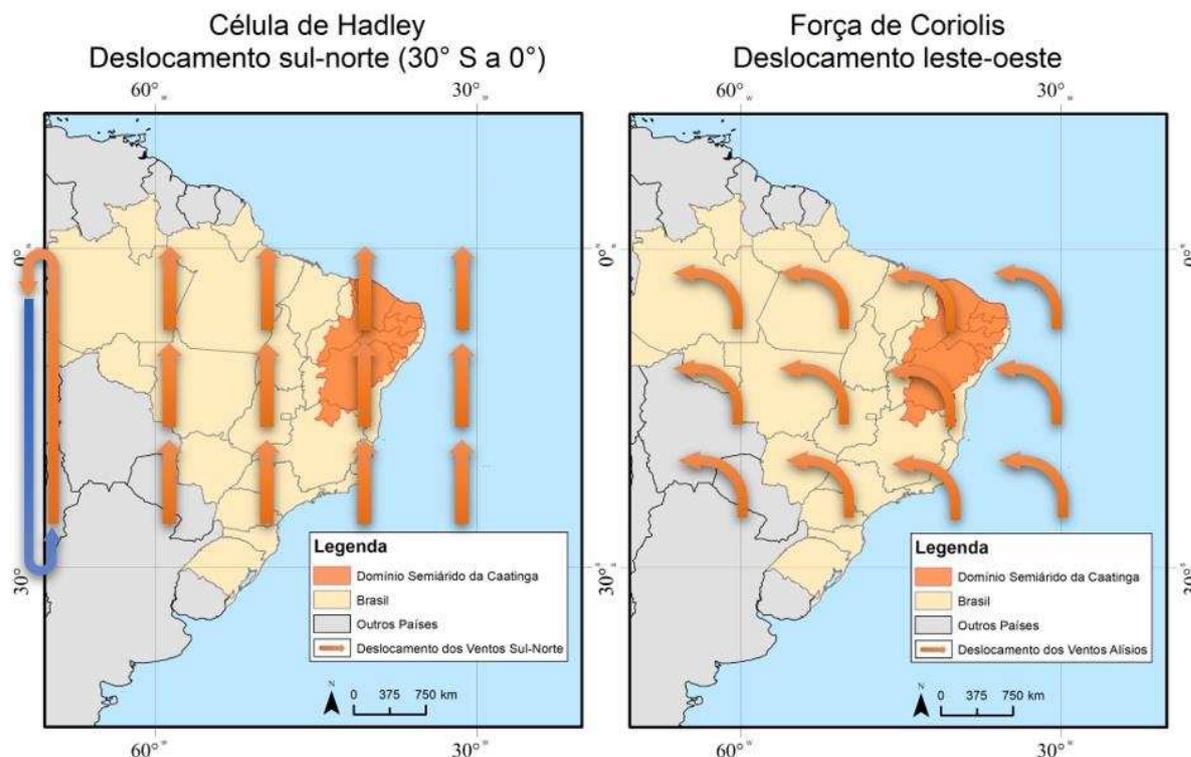
É importante ressaltar que os modelos básicos sobre os sistemas atmosféricos são elaborados com o objetivo de facilitar o entendimento desses mecanismos, entretanto, a atmosfera real é complexa. A superfície da Terra formada por oceanos, continentes, e diferenças de temperatura, gera particularidades na distribuição dos ventos. Além disso, a variação sazonal da temperatura fortalece ou enfraquece a potência desses sistemas.

Os mecanismos básicos que regem o sistema atmosférico global estão relacionados a Força do Gradiente de Pressão (FGP) que movimenta as massas de ar de áreas de maior pressão (mais frias) em direção a áreas com menor pressão (mais quentes), e a Força de Coriolis, gerada a partir do movimento de rotação da Terra.

No caso da região onde está inserido o DSC, a célula de Hadley atua movendo os ventos de superfícies do Trópico de Capricórnio em direção a Linha do Equador, posteriormente esses ventos ascendem, e a partir daí, ao alcançar determinadas altitudes, se resfriam e descem a superfície (subsistência). Esse movimento de sul para norte dos ventos é somado ao efeito de coriolis, gerado a partir do movimento de rotação do planeta. No caso da região tropical do hemisfério sul, onde o DSC está inserido, a deflexão desse movimento de rotação adiciona um movimento de leste a oeste aos ventos, a esses dá-se o nome de alísios de sudeste, também chamados de *trade winds* (Ahrens, 2015). Essa movimentação simplificada pode ser observada na figura a seguir (Figura 31).

Figura 31 - Formação dos Alísios de Sudeste.

Atuação da Célula de Hadley e da Força de Coriolis na Formação dos Alísios de Sudeste



Fonte: O autor (2023).

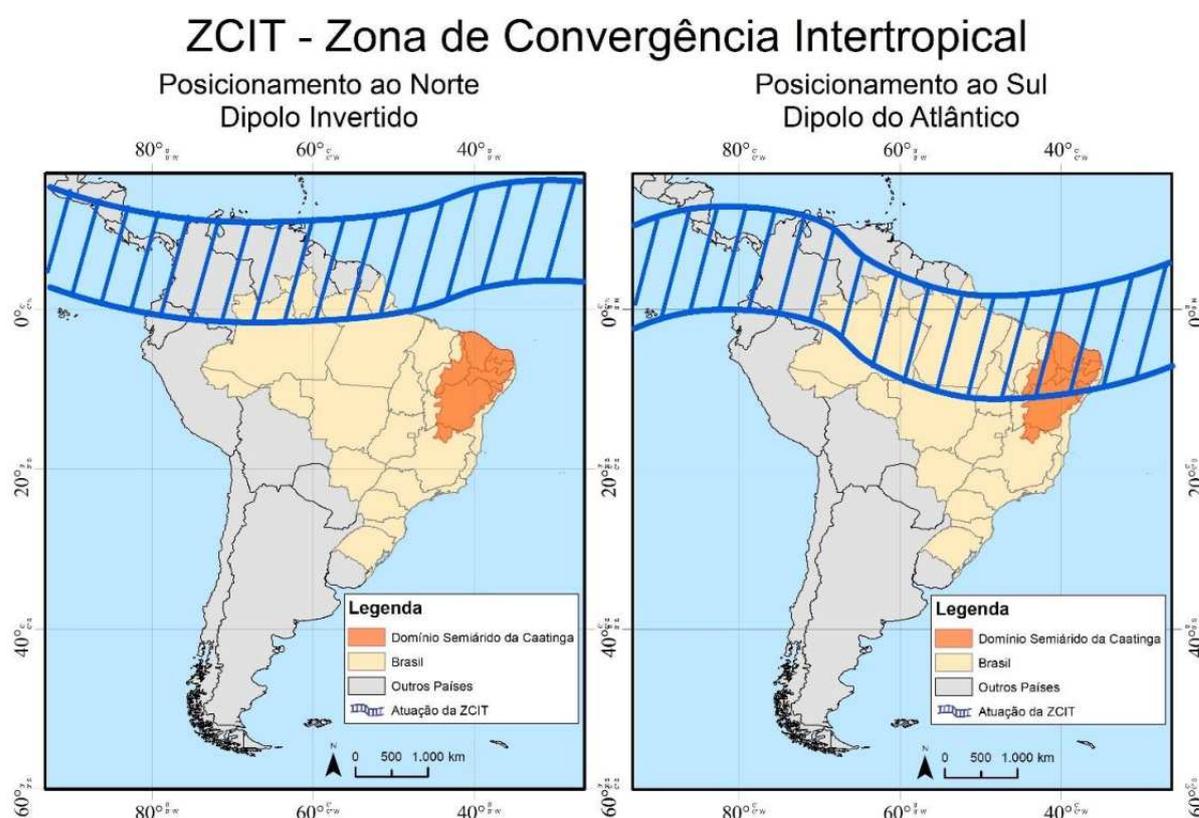
A convergência dos ventos alísios de sudeste, juntamente com os ventos alísios de nordeste do hemisfério norte, propicia o surgimento de nuvens com grande desenvolvimento vertical, que se prolongam até a alta troposfera. Essa faixa de alta nebulosidade é reconhecida como Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Esse sistema atmosférico tem destaque na faixa equatorial em todo o globo, gerando grandes volumes de chuvas em direção aos trópicos.

No caso específico do Domínio Semiárido da Caatinga a ZCIT está relacionada a importantes regimes de chuvas em sua porção setentrional, concentradas principalmente no período de março a abril. Apesar de predominante ação na porção mais ao norte do SAB, a ZCIT pode alcançar latitudes mais ao sul, levando chuvas até o paralelo 8°S em eventos extremos, e raros, relacionados às variações da Temperatura de Superfície do Mar (TSM).

O Dipolo de TSM abrange a diferença entre as anomalias da bacia norte e bacia sul do Oceano Atlântico. Quando ocorrem anomalias positivas no Atlântico Norte e negativas no Atlântico Sul (Dipolo Invertido), observa-se um deslocamento mais ao

norte da ZCIT, e uma condição desfavorável a presença de nuvens, e consequentemente de chuvas, no DSC. No cenário oposto, quando o ocorrem anomalias negativas no Atlântico Norte e positivas no Atlântico Sul (Dipolo do Atlântico), observa-se um deslocamento mais ao sul da ZCIT, com condições favoráveis para o surgimento de nuvens e maior regime de chuvas no DSC (Monteiro, 2022). Esta dinâmica pode ser observada, de maneira simplificada, na Figura 32.

Figura 32 - Área de atuação da ZCIT.



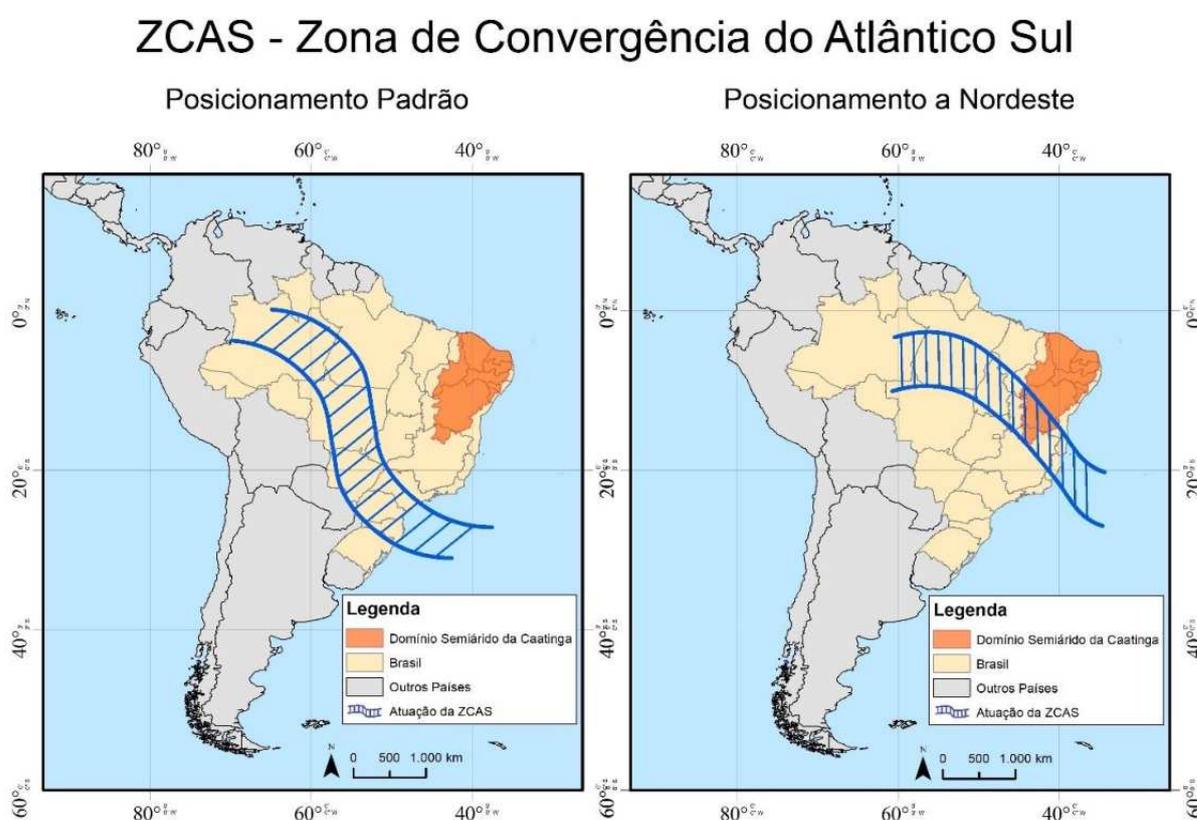
Fonte: O autor (2023).

Enquanto a ZCIT tem maior atuação na porção setentrional do Domínio Semiárido da Caatinga, a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) pode atuar na região centro-meridional deste conjunto de paisagens semiáridas. A ZCAS é uma banda de nebulosidade semiestacionária com orientação noroeste-sudeste que ocorre deste a Amazônia até o Sudeste brasileiro, podendo chegar até o Atlântico Tropical. A formação desse corredor de umidade está relacionada ainda com a presença da Alta da Bolívia (sistema de alta pressão), um cavado entre o Nordeste do Brasil e o Oceano Atlântico (que por vezes pode formar um VCAN), e a presença da

Frente Fria no Oceano Atlântico Sul. Esse conjunto de sistemas fornecem a condição ideal para a formação da ZCAS (Monteiro, 2022).

Todavia, esse sistema pode influenciar o Nordeste do Brasil, quando flutuações de maior abrangência espacial permitem o deslocamento para leste da ZCAS, desencadeando chuvas no DSC. Nos ambientes influenciados por esse sistema, predominam maiores precipitações no mês de dezembro (final da primavera e início do verão). A área de atuação da ZCAS pode ser observada na Figura 33.

Figura 33 - Área de atuação da ZCAS.



Fonte: O autor (2023).

Outro importante mecanismo que interfere na ocorrência de chuvas para a área em discussão, caracterizado como um fenômeno de escala global, é o El Niño Oscilação Sul (ENOS). A oscilação do ENOS está associada às fases de circulação da Célula de Walker, e a variação da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) sobre o Pacífico Meridional e o Pacífico Ocidental (Barry e Chorley, 2009). O clima da região discutida neste trabalho é fortemente influenciado pela ocorrência dos eventos de El

Niño, associado a ocorrência de secas rigorosas. As características básicas do ENOS podem ser observadas na figura a seguir (Figura 34).

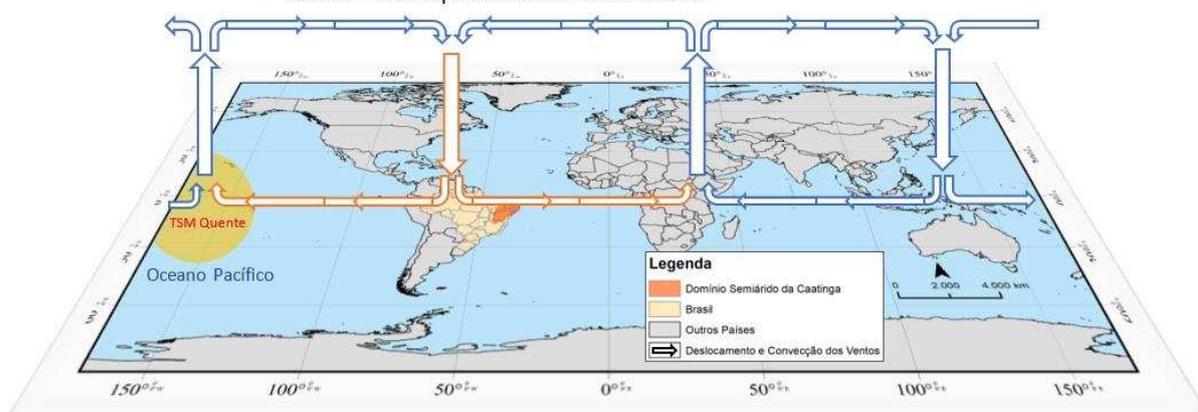
Figura 34 - El Niño Oscilação Sul - ENOS.

El Niño Oscilação Sul - ENOS

Célula de Walker em condições de El Niño e La Niña e a ocorrências de chuva no Domínio Semiárido da Caatinga

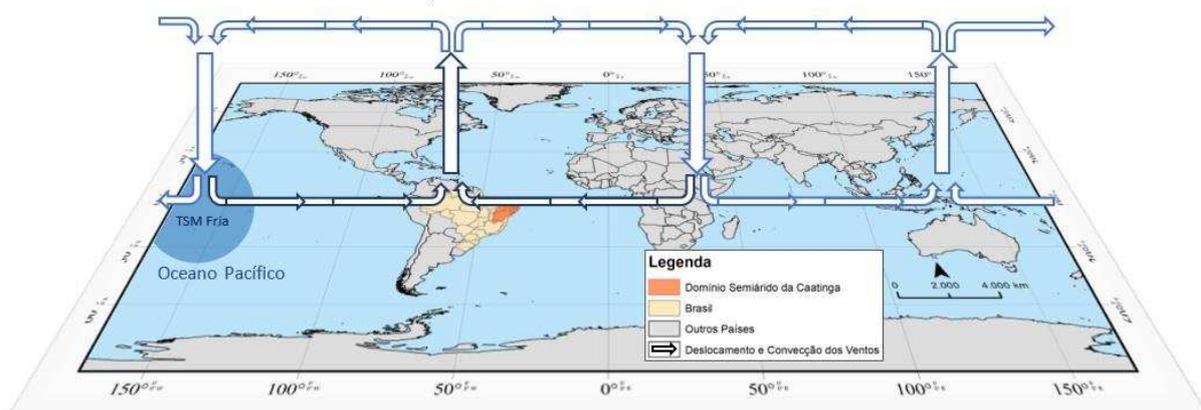
Cenário de El Niño

- TSM Quentes sobre o Pacífico;
- Ramo Descendente da Célula de Walker sobre a porção Setentrional do Brasil;
- Inibe a Atividade Convectiva no Semiárido Brasileiro;
- Menos Chuvas para o Nordeste do Brasil.



Cenário de La Niña

- TSM Frias sobre o Pacífico;
- Ramo Ascendente da Célula de Walker sobre a porção Setentrional do Brasil;
- Favorece a Atividade Convectiva no Semiárido Brasileiro;
- Mais Chuvas para o Nordeste do Brasil.



Fonte: O autor (2023).

Como mostrado na figura, o El Niño é um episódio que ocorre quando estão presentes anomalias quentes de TSM no Oceano Pacífico, nesse cenário há uma maior convecção nesta área, gerando um ramo ascendente da Célula de Walker, e um conseqüente ramo descendente sobre o Brasil setentrional, isso dificulta a

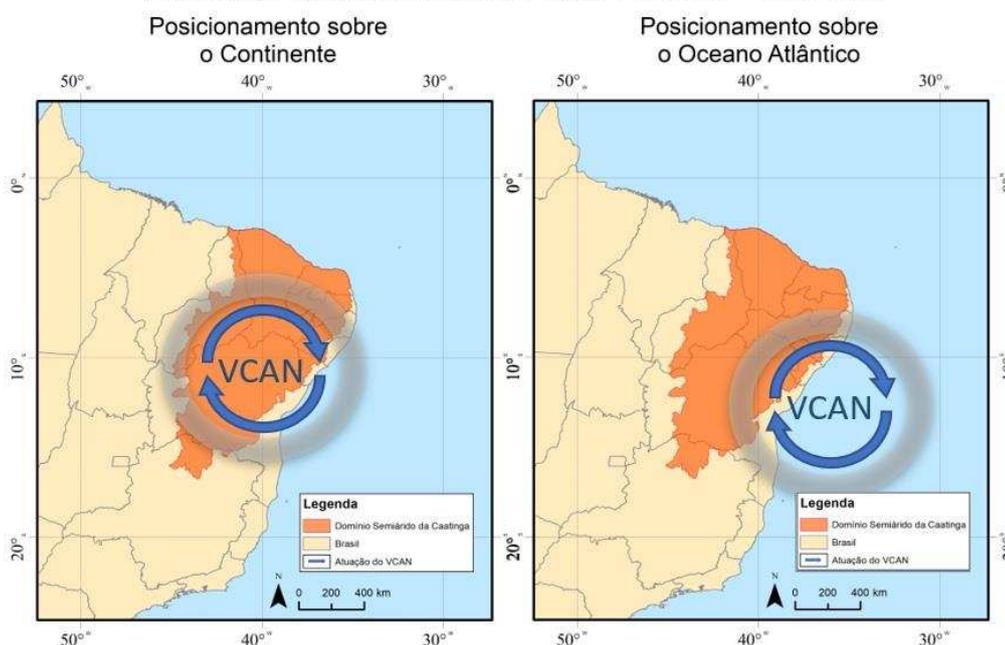
convecção e formação de chuvas sobre o Nordeste do Brasil. Inversamente, quando ocorre um resfriamento abaixo da média da TSM da mesma porção do Pacífico, têm-se um ramo ascendente da Célula de Walker na porção setentrional do Brasil, favorecendo a convecção e formação de nuvens no Nordeste brasileiro. Enquanto a ocorrência de El Niño está associada a presença de secas, o cenário oposto de La Niña está associado a uma maior oferta de precipitações.

Outro mecanismo já citado, que também é importante para a formação de nebulosidade do SAB são os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCANs), sistemas quase estacionários caracterizados por uma área com ar descendente, que não permite a formação de nuvens em seu núcleo. Há a dificuldade formação de nuvens no núcleo do VCAN, entretanto, é facilitada em sua borda. Sendo assim, o seu posicionamento em relação ao Domínio Semiárido da Caatinga é o que irá favorecer ou dificultar a ocorrência de chuvas.

O posicionamento do VCAN sobre o DSC dificulta a formação de nuvens nessa região, em contrapartida, quando o centro do mesmo se encontra sobre o Oceano Atlântico e sua borda sobre o continente, as nuvens de chuvas são formadas sobre essa periferia do vórtice. Em alguns casos, o posicionamento continental do VCAN pode favorecer a formação de nuvens em sua periferia em determinadas regiões do DSC, como pode ser observado na figura a seguir (Figura 35).

Figura 35 - Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis.

Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis - VCANs



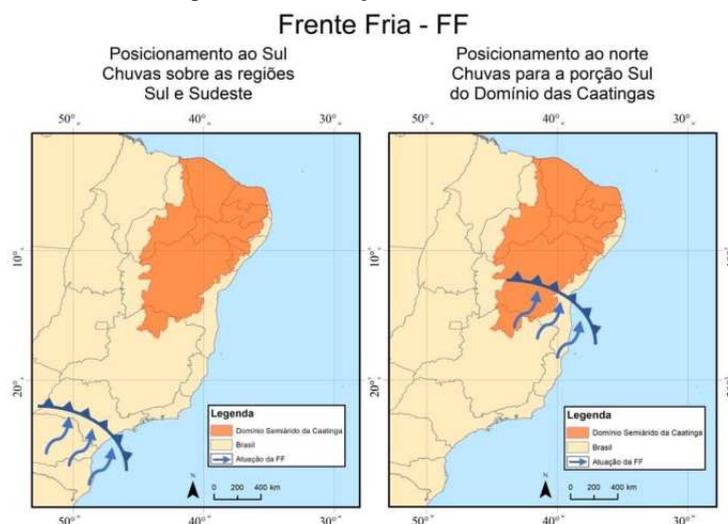
Fonte: O autor (2023).

O verão e a primavera são os períodos de maior ocorrência dos VCANs, principalmente em janeiro. O VCAN pode ainda interagir com outros sistemas, tendo importante papel no deslocamento da ZCAS para o semiárido brasileiro, como já citado. Além disso, se relaciona com o avanço da Frente Fria, e a circulação da Alta da Bolívia, a junção desses sistemas permite a intensificação do Cavado em Altos Níveis (CAN) fortalecendo-o e contribuindo para que o mesmo adquira uma circulação fechada, formando o VCAN propriamente dito (Monteiro, 2022).

A maioria dos VCANs sobre o DSC apresentam um ciclo de vida relativamente curto, a maioria dura apenas entre 2 a 4 dias, em alguns casos mais raros podem perdurar por 11 dias. Como já citado, a ocorrência desses vórtices predomina nas estações quentes, são nessas estações que a distância percorrida também é maior, frequentemente percorrendo 2000 km durante seu ciclo, podendo chegar a 6000 km em casos raros (Morais e Gan, 2016).

Outro importante sistema para o Domínio Semiárido da Caatinga são as Frentes Frias (FF), compostas por uma área de confluência entre uma massa de ar frio e uma massa de ar quente. Nesse processo a massa de ar frio faz com que o ar quente e úmido suba, formando nuvens de chuva. Normalmente esse sistema afeta a região sul e sudeste do Brasil, entretanto, o mesmo pode deslocar-se mais ao norte, atingindo a região nordeste, como pode ser observado na figura a seguir (Figura 36). No caso do DSC, esse sistema afeta a sua porção sul, gerando chuvas principalmente durante os meses de novembro a fevereiro.

Figura 36 - Atuação da Frente Fria.



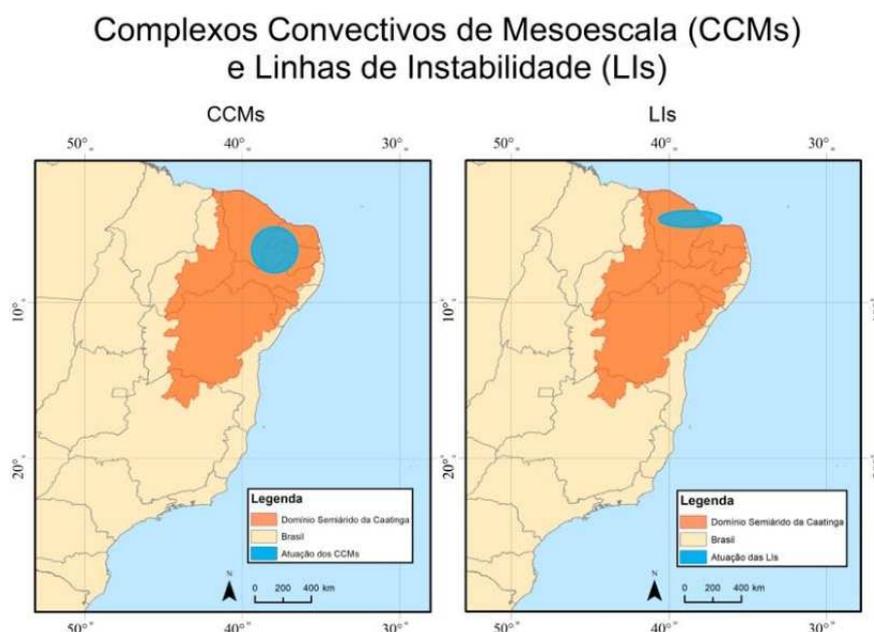
Fonte: O autor (2023).

Os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs) são formados por uma densa camada de nuvens cúmulos nimbos cobertas por cirros. Esses sistemas geralmente causam chuvas intensas e de curta duração, por vezes relacionado a condições locais de relevo elevado, temperatura ou pressão atmosférica. São classificados a partir da sua extensão em torno de 100.000 km², e sua duração, superior a seis horas. Quando não ocorrem estas condições o sistema pode ser classificado como um Sistema Convectivo de Mesoescala - SCM (Monteiro, 2022).

As Linhas de Instabilidade (LIs), por sua vez, são uma banda de nebulosidade linear com convecção profunda, podendo ser contínua ou não. Sendo consideradas como um tipo particular de Sistema Convectivo de Mesoescala – SCM. Normalmente as LIs apresentam sua configuração completa por volta das 21h00, horário de maior atividade convectiva. Esse período coincide com a penetração da brisa marítima para o interior do continente, em resposta ao aquecimento do continente durante o período diurno. Assim, a circulação de brisa marítima e o aquecimento solar são mecanismos de iniciação da LI (Oliveira, 2017).

Devido a associação desses sistemas convectivos de mesoescala com perturbações nos ventos alísios assim como pela influência da ZCIT (Cavalcanti, 1982), os mesmos favorecem acumulados de precipitação pluvial principalmente nas áreas mais próximas do litoral do Nordeste brasileiro.

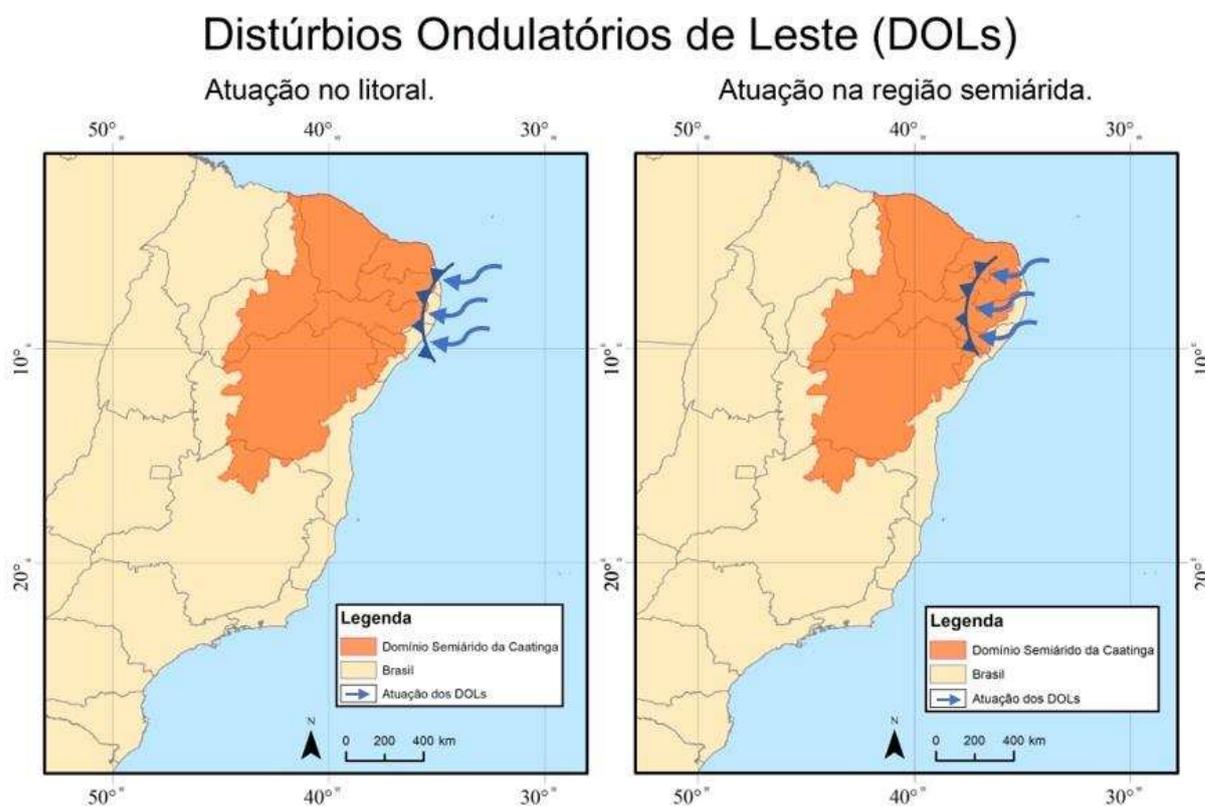
Figura 37 - Atuação dos Complexos Convectivos de Mesoescala e Linhas de Instabilidade.



Os Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOLs), também conhecidos como Ondas de Leste (Figura 38), são formações de nuvens associadas aos ventos alísios com deslocamento de leste a oeste. Esses acumulados de nebulosidade são importantes não apenas para o litoral do nordeste, mas também podem atuar na porção semiárida dessa região. Gomes (2012), ao analisar o padrão de ocorrência dos DOLs em um período de 21 anos, constatou que os mesmos se concentram entre os litorais dos estados de Alagoas e Rio Grande do Norte, principalmente entre os meses de março a agosto. No caso do semiárido mais próximo a costa leste observa-se uma influência nas precipitações ocorridas entre os meses de maio a agosto.

O autor citado demonstra ainda que os DOLs são responsáveis por um acréscimo de 16% na precipitação pluvial durante a estação úmida e 4% durante a estação seca. E os principais sistemas atmosféricos associados a formação dos DOLs são a ZCIT, VCAN, Frentes Frias (FF) e conglomerados convectivos provenientes do oeste da África (AF). Os DOLs estão associados ainda há interação entre sistemas: AF com FF, AF com a ZCIT, AF com VCAN, e ZCIT com FF.

Figura 38 - Atuação dos Distúrbios Ondulatórios de Leste.



Ao observar os perfis da imagem anterior, que demonstram uma relação entre a altitude com o índice de aridez, a precipitação média anual, e o valor da média do MSAVI2, em algumas áreas elevadas do Domínio Semiárido da Caatinga, é possível constatar a diferença na precipitação média anual nas áreas mais elevadas em relação às áreas vizinhas.

Essa diferenciação na precipitação média anual causada pelo gradiente de altitude recebe o nome de chuvas orográficas, essas ocorrem quando o ar úmido é forçado a subir sobre uma elevação topográfica, como uma serra, e à medida que o ar se eleva, ele se resfria e se condensa, formando nuvens e, ocasionalmente, chuvas. Por exemplo, no perfil da Serra da Baixa Verde, nota-se uma precipitação média anual entre 1000 e 1050 mm, enquanto as áreas adjacentes possuem uma média de 650 a 850 mm. Conseqüentemente, essa diferenciação na precipitação média anual das áreas elevadas também irá refletir no índice de aridez, e na densidade da vegetação (Média MSAVI2).

Par além da relação entre altitude do relevo e níveis de precipitação pluvial, percebe-se também que algumas vertentes possuem uma maior quantidade de chuvas que outras. Por exemplo, no perfil referente ao Maciço do Baturité, a vertente a leste possui uma precipitação média anual entre 1000 a 1050 mm, e na vertente oposta, uma média de 800 a 900 mm.

No perfil do Araripe, na vertente a nordeste, nas localidades do município do Crato-CE, a precipitação média anual varia entre 950 a 1050 mm, em contrapartida, na vertente a sudoeste, nas localidades do município de Exu-PE, a precipitação média anual varia entre 750 a 800 mm.

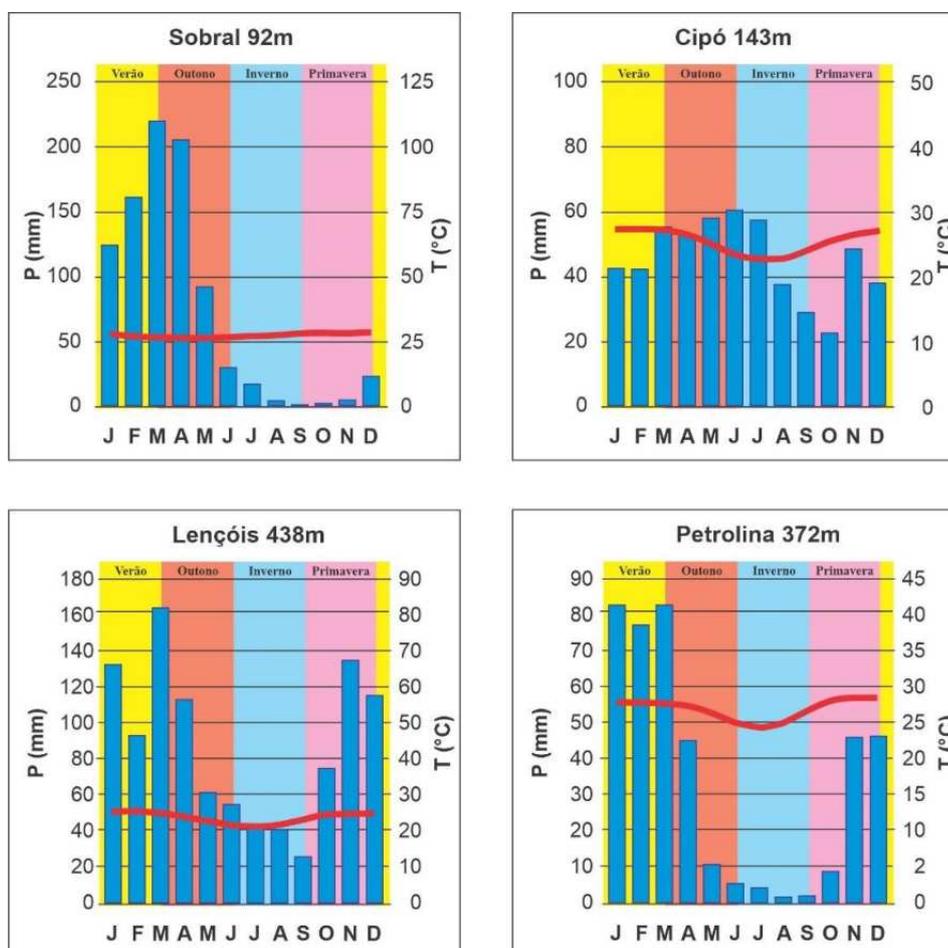
Essa diferença de maior ou menor precipitação se dá pela posição das vertentes em relação aos ventos predominantes. A vertente a barlavento recebe uma maior quantidade de precipitação e umidade atmosférica, os ventos úmidos carregam consigo a umidade do oceano e formam chuvas quando se elevam sobre a vertente. Em contrapartida, a vertente a sotavento é a encosta voltada para a direção oposta à dos ventos predominantes, e conseqüentemente apresenta um ambiente mais seco e uma vegetação mais rala, essa configuração também recebe o nome de “sombra de chuva”.

5.2 VARIAÇÕES TEMPORAIS E ESPACIAIS DAS PRECIPITAÇÕES, VARIABILIDADE INTRA-ANUAL E INTERANUAL

Além das diferenciações espaciais das precipitações, os ambientes naturais também apresentam variações temporais no regime de chuvas, sejam elas de caráter interanual (ao longo dos diferentes anos) ou intra-anual (ao longo dos meses ou estações dentro de um ano). O contexto das variações interanuais será exemplificado posteriormente, com o exemplo dos anos de ocorrência de El Niño e anos de ocorrência de La Niña.

As variações intra-anuais, por sua vez, tratando de ambientes semiáridos, são caracterizadas pela concentração de precipitação pluvial em poucos meses do ano, intercalados por períodos prolongados de estiagem. Nos exemplos da figura a seguir (Figura 40) são apresentados quatro climogramas em diferentes municípios do semiárido brasileiro, cada um apresentando diferentes contextos de precipitações durante os meses (e estações) do ano.

Figura 40 - Variação intra-anual das precipitações em diferentes municípios do semiárido brasileiro.



Fonte: O autor (2023).

O climograma referente a cidade de Sobral-CE apresenta um período de maior precipitação entre março e abril, configurando forte ocorrência de chuvas no final do verão e início do outono, alcançando 220 mm. E em contrapartida, um período seco entre o inverno e a primavera. Por sua vez, o climograma referente à cidade de Cipó-BA apresenta um período de maior precipitação entre março e julho, configurando maior ocorrência de chuvas no final do outono e início do inverno, alcançando 60 mm. E em contrapartida, um período mais seco ocorre entre o final do inverno e início da primavera.

Lençóis-BA apresenta um período de maior precipitação entre novembro a abril, configurando forte ocorrência de chuvas no final da primavera e início do verão assim como no final do verão e início do outono, alcançando 164 mm mensais em março. Em contrapartida, um período seco ocorre no final do outono e durante o inverno. Já a cidade de Petrolina-PE possui o período de maior precipitação entre janeiro e março, configurando chuvas de verão, atingindo 83 mm mensais. Já o período seco ocorre entre os meses de março a outubro (final do outono até o início da primavera).

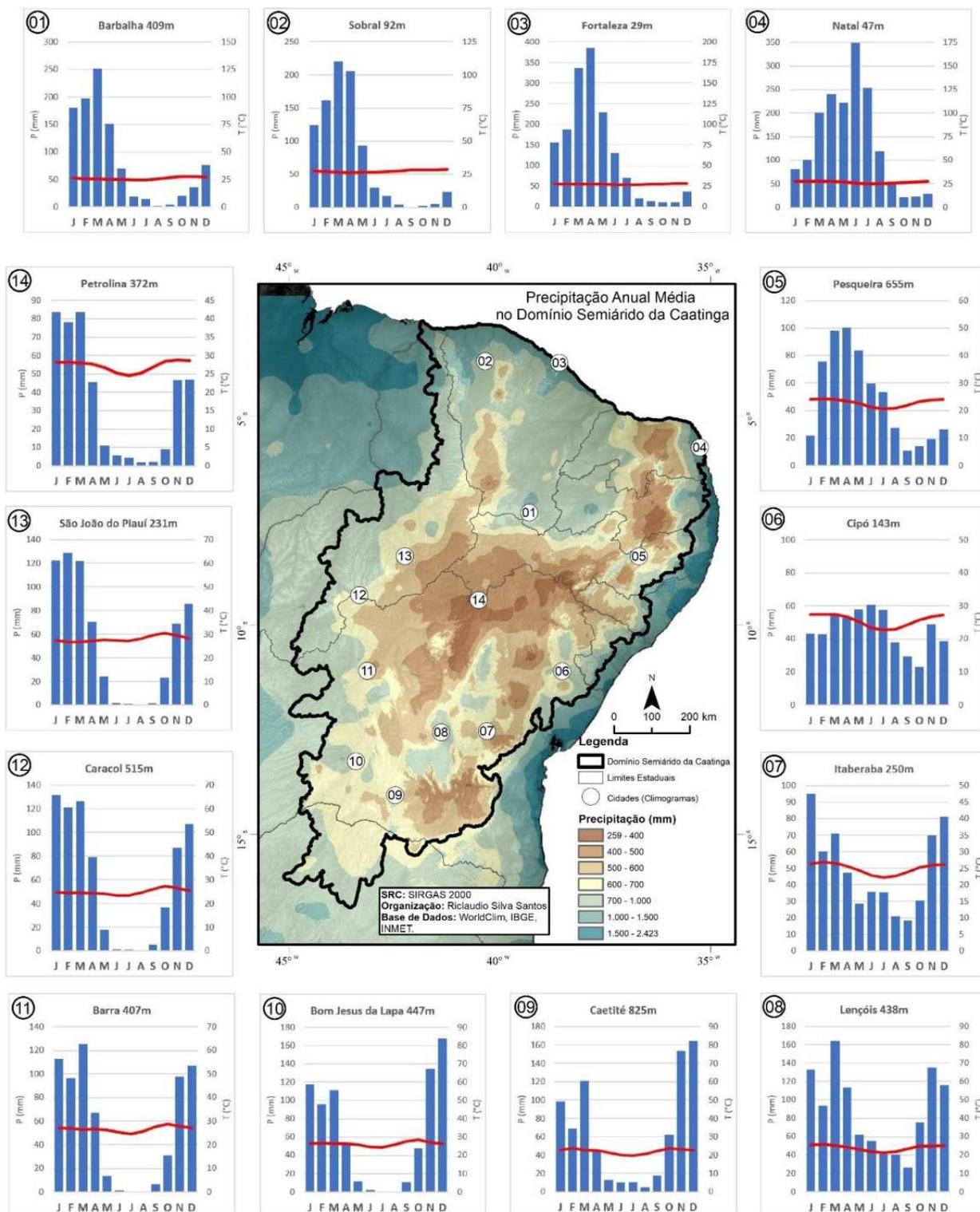
Esses diferentes contextos de variação intra-anual das chuvas são de extrema importância para a agricultura em ambientes semiáridos. Como foi possível observar a partir dos climogramas, essa região caracteriza-se pela concentração de chuvas em poucos meses do ano, intercalados por períodos prolongados de estiagem, o que torna o armazenamento de água essencial para a sobrevivência das plantas durante a seca. A disponibilidade de água no solo afeta diretamente o crescimento e o desenvolvimento das plantas, influenciando na produtividade das culturas e sobrevivência das comunidades rurais.

As diferentes configurações de precipitação pluvial presentes dentro do semiárido brasileiro demonstram que esse conjunto de paisagens possui uma grande diversidade climática dentro do seu contexto de semiaridez. Apesar do Semiárido Brasileiro ser delimitado oficialmente pela precipitação média anual inferior a 800 mm, entre outras variáveis, é possível encontrar áreas com precipitação maior em seu interior, assim como estão presentes formações vegetais da caatinga em ambientes com maior precipitação nas áreas de transição para outros biomas. Essas características podem ser observadas na figura a seguir (Figura 41), onde são

apresentados a precipitação anual média e os climogramas de diferentes regiões do Domínio Semiárido da Caatinga.

Figura 41 - Média de Precipitação no Domínio Semiárido da Caatinga.

Média de Precipitação no Domínio Semiárido da Caatinga



Fonte: O autor (2023).

Dentro do DSC é possível encontrar um núcleo com menos precipitação média anual na região de Petrolina-PE indo em direção ao município de Piauí-BA e a região de Rodelas-BA. Também está presente um núcleo de baixa precipitação no sertão do Cariri, na Paraíba. Por vezes essas áreas de baixa precipitação corresponde aos núcleos de desertificação do semiárido brasileiro. No sentido oposto, também estão presentes áreas de maior precipitação dentro do contexto de semiaridez, como são os casos dos brejos de altitude, por exemplo, à porção a barlavento do Araripe ou à Serra da Baixa Verde, atingindo mais de 1000 mm de precipitação média anual.

Se tratando das variações interanuais (variação em diferentes anos), a área em questão também apresenta alteração na precipitação a depender dos sistemas atmosféricos atuantes e sua intensidade, entre eles, cabe destaque para o ENOS Oscilação Sul.

De acordo com Caviedes (2001), um evento de El Niño tem 61% de probabilidade de gerar uma seca no Nordeste do Brasil. Esse valor é suficiente para sugerir uma relação entre a ocorrência deste evento e ocorrência da seca, entretanto, o pensamento inverso, em prever uma ocorrência de El Niño, a partir de uma seca no Nordeste do Brasil, é de apenas 38%. O autor supracitado destaca assim que nem todos os mecanismos climáticos que geram as secas estão ligados aos eventos de El Niño, porém, o grande número de ocorrências simultâneas entre esses eventos demonstra a relação entre eles.

Na tabela a seguir é apresentada a precipitação total anual, para os anos de 2015 (ocorrência de El Niño) e 2020 (ocorrência de La Niña), de alguns municípios inseridos no Domínio Semiárido da Caatinga.

Tabela 3 - Total de Precipitação Anual (mm) de municípios no Domínio Semiárido da Caatinga.

Total de Precipitação Anual (mm) de municípios no Domínio Semiárido da Caatinga			
Município	Influência El Niño (2015)	Normais Climatológicas (1991 – 2020)	Influência La Niña (2020)
Arco Verde-PE	431,2	614,2	620,8
Cabrobó-PE	241,4	484,2	566,6
Irecê-BA	283,2	557	830,4
Lençóis-BA	748	1057,7	1655,8

Patos-PB	491	679,1	882,4
Petrolina-PE	185	419	486,6
Piripiri-PI	671,2	1409,1	1561

Fonte: INMET, dados anuais 2015 e 2020 e normais climatológicas 1991-2020, organização do autor.

Como é evidente ao observar o quadro, em anos de ocorrência de El Niño os municípios apresentam uma precipitação anual inferior do observado nas normais climatológicas, e em contrapartida, nos anos onde há a atuação da La Niña a precipitação é superior à média estimada para essas localidades. Consequentemente a resiliência da paisagem será afetada por essas mudanças nas quantidades de precipitação, e isto é facilmente perceptível ao observar a vegetação desses ambientes. Nesse sentido, buscou-se avaliar as mudanças na densidade da cobertura vegetal nesses diferentes contextos de oferta hídrica.

Para a avaliação da influência dos ENOS sobre a vegetação do domínio semiárido da caatinga foi utilizado o índice MSAVI 2, conforme descrito no capítulo anterior, levando em consideração os períodos referentes as variações positivas e negativas da Temperatura da Superfície do Mar, oscilação Pacífico-Sul (SST - Sea Surface Temperature).

A SST é considerada uma variável importante para a análise do clima da Terra. Os dados da SST, mais precisamente da versão 5 (*Extended Reconstructed Sea Surface Temperature, Version 5 - ERSSTv5*), são frequentemente utilizados para avaliações e simulações climáticas, atualizados mensalmente, e disponibilizados pelo Centro de Predição Climática (*Climate Prediction Center - CPC*). Essas informações são organizadas no *Oceanic Niño Index*⁹ (ONI) em médias trimestrais das variações, derivados dos dados de HUANG *et al.* (2017).

A partir dos dados do ONI foi possível selecionar períodos temporais para a influência da oscilação Pacífico-Sul em períodos de aquecimento e resfriamento, tendo como critério de escolha dos períodos aqueles que apresentavam um limiar de +0,5 °C (aquecimento – El Niño) ou -0,5 °C (resfriamento – La Niña) em média de 3 meses consecutivos, durante um período mínimo de 5 trimestres sucessivos de sobreposição. Assim, foi calculada a média do MSAVI 2 para o período de junho de

⁹ As informações do ONI podem ser acessadas por meio da página https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php com atualizações automáticas na primeira quinta-feira de cada mês.

2015 a abril de 2016 para a influência do El Niño, e a média do mesmo índice para o período de junho de 2020 a abril de 2021 para influência da La Niña. Na tabela a seguir podem ser observados os referidos períodos destacados e os dados do ONI sobre aquecimento e resfriamento da SST.

Tabela 4 - Médias trimestrais do aquecimento e resfriamento das anomalias do El Niño, Oscilação-Sul.

Períodos Trimestrais das Fases Quentes do ENOS (El Niño)												
Ano	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
2015	0,5	0,5	0,5	0,7	0,9	1,2	1,5	1,9	2,2	2,4	2,6	2,6
2016	2,5	2,1	1,6	0,9	0,4	-0,1	-0,4	-0,5	-0,6	-0,7	-0,7	-0,6
Períodos Trimestrais das Fases Frias do ENOS (La Niña)												
Ano	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
2020	0,5	0,5	0,4	0,2	-0,1	-0,3	-0,4	-0,6	-0,9	-1,2	-1,3	-1,2
2021	-1,0	-0,9	-0,8	-0,7	-0,5	-0,4	-0,4	-0,5	-0,7	-0,8	-1,0	-1,0

Fonte: *Oceanic Niño Index* (2021), adaptado pelo autor.

Na figura seguinte (Figura 42) é apresentado o mapa da cobertura vegetal do Domínio Semiárido da Caatinga sob influência do El Niño e da La Niña, a partir do MSAVI2. É importante esclarecer que, devido a interferência de nuvens, algumas áreas podem apresentar alteração na média do MSAVI 2, não obstante, os mapas da resposta da vegetação sob os efeitos dos períodos de influência El Niño e La Niña fornecem importantes informações a respeito do comportamento da cobertura vegetal nesses diferentes contextos das variações interanuais das precipitações.

Ao comparar as imagens fica evidente as alterações na cobertura vegetal da caatinga em períodos de influência de El Niño e La Niña, sendo os ambientes das depressões sertanejas os que apresentam os menores índices do MSAVI2. Além disso, as imagens permitem destacar os ambientes de variação climática dentro do contexto semiárido, que conseguem manter sua vegetação mesmo em anos considerados secos.

São exemplos dessas áreas a porção a nordeste do Araripe, áreas elevadas da Chapada Diamantina, a Serra da Ibiapaba, e diversos brejos de altitude espalhados pelo semiárido brasileiro, normalmente essas áreas estão associadas ao relevo

elevado que contribui para aumento da precipitação e consequente oferta hídrica para a vegetação.

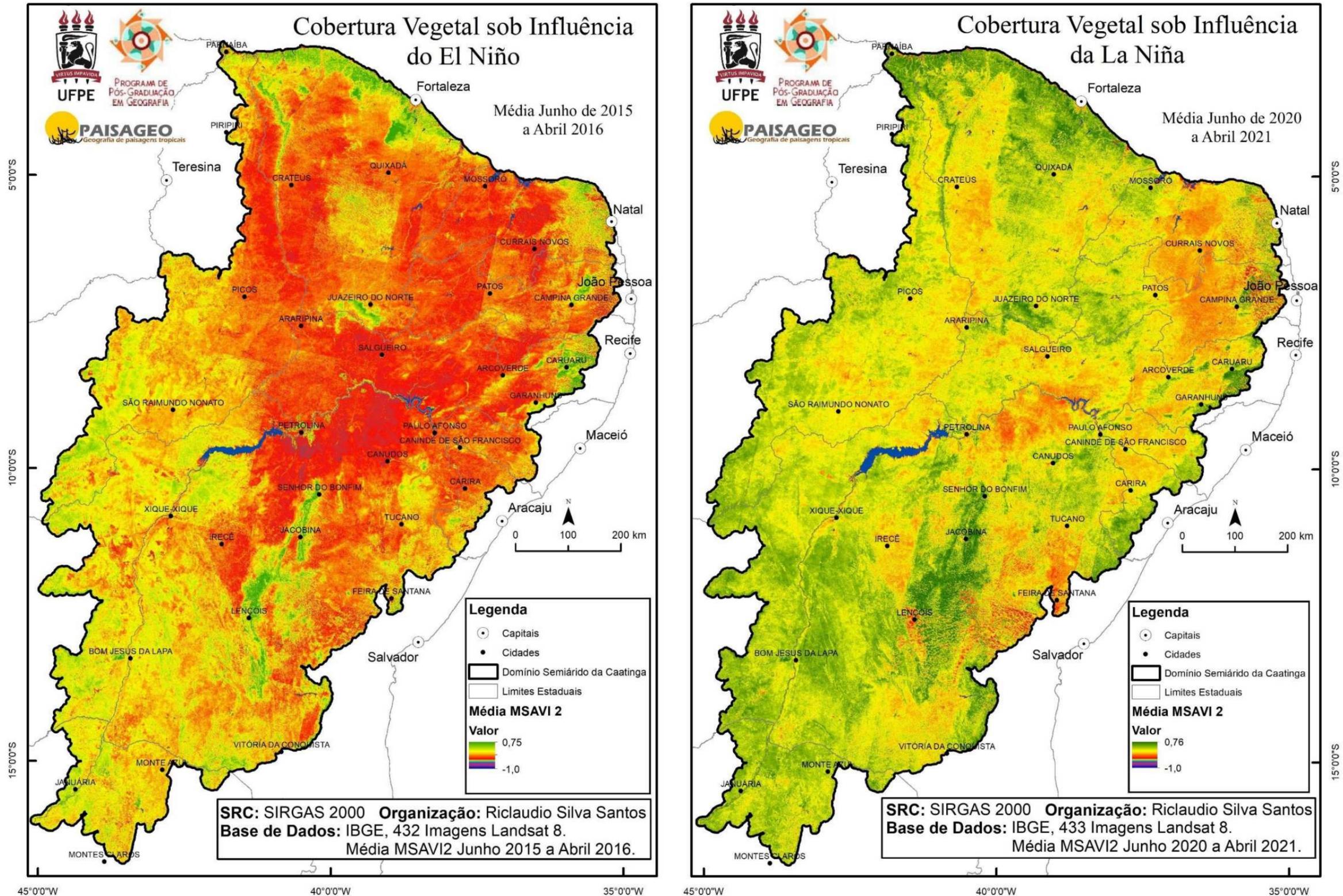
Outra característica observada é que a vegetação a oeste do meridiano 41°20' O apresenta uma maior densidade nos anos secos, se comparada com a porção a leste, pode-se considerar então que essas áreas sofrem menos influência da seca em decorrência do El Niño, além de estarem mais próximas dos ambientes subúmidos.

No sentido oposto, algumas áreas com menor cobertura vegetal se destacam no período de influência da La Niña, sendo elas correspondentes aos núcleos de desertificação do semiárido brasileiro, o Seridó, Jaguaribe, Inhamuns, Irauçuba e, Cabrobó. Essas áreas apresentam uma vegetação escassa mesmo em um ano considerado chuvoso.

As informações sobre o comportamento da vegetação em diferentes contextos de precipitação gerados aqui serão importantes para a análise de cada região paisagística que serão apresentadas no capítulo final deste trabalho.

Figura 42 - Mapa do Domínio Semiárido da Caatinga sob influência do El Niño e da La Niña.

Domínio Semiárido da Caatinga sob influência do El Niño e da La Niña



Fonte: O autor (2023).

5.3 VARIAÇÕES NO USO E COBERTURA DA TERRA NO DOMÍNIO SEMIÁRIDO DA CAATINGA

Para a análise cartográfica do uso e cobertura de terra no Domínio Semiárido da Caatinga foram utilizadas as informações do MapBiomias. Sendo este um projeto colaborativo que tem como objetivo mapear e monitorar as mudanças na cobertura e uso da terra no Brasil, disponibilizando todo o material de forma aberta e gratuita para a sociedade.

O projeto produz mapas anuais da cobertura e uso da terra no Brasil, contendo informações referentes ao ano de 1985 até os dias atuais, utilizando imagens de satélite (*Landsat*, com resolução de 30 metros) presentes em plataformas online (*Google Earth Engine*) para analisar os dados. Esses mapas permitem que sejam identificadas as mudanças na cobertura e uso da terra ao longo do tempo (Projeto MAPBIOMAS, 2021).

O MapBiomias tem como foco o monitoramento da cobertura e uso da terra em escala regional, permitindo que sejam identificadas tendências e padrões que podem ser utilizados para o desenvolvimento de políticas públicas e projetos de conservação em diferentes regiões do país. Neste sentido, se encaixa perfeitamente com o presente trabalho, voltado para a análise em escala regional.

Os dados referentes a área de estudos foram adquiridos por meio do toolkit do projeto, desenvolvido por João Siqueira, que permite a realização do download das imagens (Coleção 6.0) diretamente da plataforma *Google Earth Engine (GEE)*, estando todo o instrumental desta ferramenta disponibilizado na página do projeto Mapbiomas. Na plataforma do GEE foram selecionadas as imagens referentes aos anos de 1985 e 2020, o que permitiu avaliar as mudanças ocorridas em um período de 35 anos.

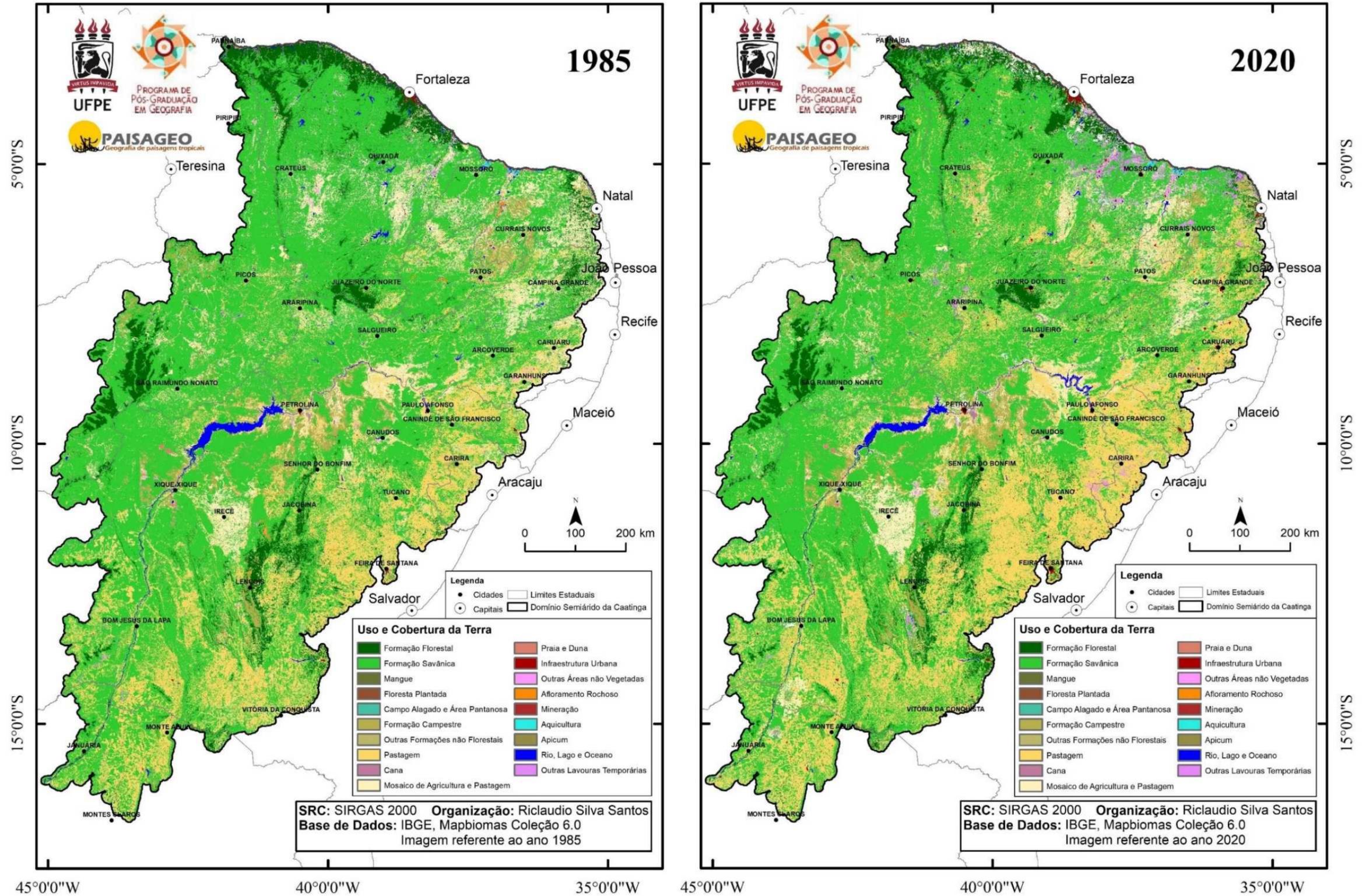
Após a realização do download das imagens citadas, em formato *raster* (.tif), as mesmas foram processadas em ambiente SIG, levando em consideração a construção da legenda do próprio projeto (referente a coleção 6.0), o que permitiu acessar informações das diferentes classes de uso e cobertura da terra para a área de interesse.

As imagens em questão classificam o uso e cobertura da terra por meio de 19 classes, que caracterizam diferentes formações naturais e os usos antrópicos presentes na área de estudo. Na figura seguinte (Figura 43) é apresentado o mapa de

uso e cobertura da terra no Domínio Semiárido da Caatinga para os anos 1985 e 2020, e posteriormente (Tabela 5), são apresentadas as áreas (em quilômetros quadrados e porcentagem) para cada um dos diferentes tipos de coberturas e usos nas diferentes datas.

Figura 43 - Mapa de Uso e Cobertura da Terra no Domínio Semiárido da Caatinga entre 1985 e 2020.

Uso e Cobertura da Terra no Domínio Semiárido da Caatinga



Fonte: O autor (2023).

Tabela 5 - Mudanças no Uso e Cobertura da Terra no Domínio Semiárido da Caatinga.

Mudanças no Uso e Cobertura da Terra no Domínio Semiárido da Caatinga					
Uso e Cobertura da Terra	1985			2020	
	Área em km ²	Área em %		Área em km ²	Área em %
Formação Florestal	64.555	7,06	↓	57.701	6,31
Formação Savânica	541.714	59,27	↓	487.025	53,29
Mangue	280	0,03	↑	331	0,03
Floresta Plantada	94	0,01	↑	391	0,04
Campo Alagado e Área Pantanosa	230	0,02	↓	188	0,02
Formação Campestre	36.286	3,97	↓	35.523	3,89
Outras Formações Não Florestais	235	0,02	↓	210	0,02
Pastagem	146.853	16,07	↑	217.930	23,85
Cana	440	0,04	↑	647	0,07
Mosaico de Agricultura e Pastagem	103.109	11,28	↓	82.100	8,98
Praia e Duna	1.490	0,16	↓	1.346	0,14
Infraestrutura Urbana	2.180	0,23	↑	5.497	0,6
Outras Áreas Não Vegetadas	4.824	0,52	↓	2.044	0,22
Afloramento Rochoso	1.401	0,15	↓	824	0,09
Mineração	12	0,001	↑	44	0,004
Aquicultura	306	0,03	↑	506	0,05
Apicum	137	0,01	↓	89	0,009
Rio, Lago e Oceano	9.586	1,05	↓	8.310	0,9
Outras Lavouras Temporárias	184	0,02	↑	8.923	0,97

Fonte: Dados Mapbiomas (1985-2020), elaboração do autor.

As coberturas naturais quase em sua totalidade apresentaram diminuição em sua área, estão inclusas, formação florestal, formação savânica, campos alagados e áreas pantanosas, formação campestre, praia e duna, afloramento rochoso, apicum, e rios, lagos e oceanos. A única cobertura natural que apresentou aumento em sua área foi a de mangue.

Inversamente, os usos antrópicos, com exceção exclusiva dos mosaicos de agricultura e pastagem, apresentaram aumento em sua área de abrangência, como as florestas plantadas, pastagem, cana, infraestrutura urbana, mineração, aquicultura e outras lavouras temporárias. A diminuição dos mosaicos de agricultura e pastagem

demonstram a dominância dos monocultivos do agronegócio frente às culturas diversificadas.

A relação entre o avanço de atividades antrópicas e os períodos de estiagem na Caatinga configura-se como um tema de relevância e preocupação. O progresso das atividades antrópicas nesse bioma durante os períodos de estiagem apresenta implicações significativas para a sustentabilidade ambiental, a qualidade de vida das comunidades locais e a preservação da biodiversidade. A promoção de práticas sustentáveis, a conservação da vegetação nativa e o manejo adequado dos recursos naturais são aspectos essenciais para atenuar esses impactos e contribuir para a resiliência dessas paisagens.

6 AS REGIÕES PAISAGÍSTICAS DO DOMÍNIO SEMIÁRIDO DA CAATINGA

A fim de apresentar as características biofísicas das 16 (dezesesseis) regiões paisagísticas identificadas para o domínio semiárido da caatinga, as mesmas são pormenorizadas individualmente em cada um dos subtópicos seguintes do presente capítulo. São apresentadas também as áreas de cada tipo de paisagem em cada uma das regiões paisagísticas. E ao final de cada subtópico é apresentado um mapa dos tipos de paisagens de cada uma das regiões.

Além do mapa principal contendo os tipos de paisagens, são apresentados 6 mapas auxiliares, destacando a localização, altitude, índice de aridez, declividade, a resposta da vegetação em anos secos, e a resposta da vegetação em anos úmidos. Os arranjos dos itens auxiliares (legenda, escala, etc.) foram ajustados para melhor acomodar as informações de acordo com a forma do mapa principal.

De maneira geral os dados utilizados para a construção dos mapas auxiliares já foram apresentados durante os capítulos anteriores. As informações da altitude são provenientes dos dados do SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), fornecidos pelo USGS (*United States Geological Survey*). Os dados sobre o índice de aridez são originários do *Global Aridity Index* (Global-AI). As informações de declividade derivam dos dados de altitude, organizados conforme a proposta da EMBRAPA (1979).

A resposta da vegetação em ano seco deriva dos dados da Média do MSAVI2, no período de junho de 2015 a abril de 2016, correspondente a ocorrência do El Niño. E para o ano úmido, a Média do MSAVI2 entre junho de 2020 a abril de 2021, referente ao período da La Niña.

Cada mapa possui ainda um climograma (também chamado de diagrama climático) seguindo o modelo de Walter e Lieth, onde o eixo primário (representado por barras azuis) demonstra a precipitação média mensal, e o eixo secundário (representado pela linha vermelha) revela a temperatura média mensal em graus celsius. Sendo que os valores representados no eixo primário (precipitação) correspondem ao dobro do valor representado no eixo secundário (temperatura). Assim, os meses onde as barras azuis (precipitação média mensal) estão abaixo da linha vermelha (temperatura mensal) são considerados meses secos. Inversamente, quando as barras azuis estão acima da linha vermelha, têm-se um mês considerado úmido. Essa regra é importante para entender a relação do clima com a paisagem.

As informações utilizadas para a construção desses climogramas são provenientes dos dados das normais climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), e os dados completos podem ser observados no Anexo A. Foi dada preferência aos municípios inseridos dentro de cada região paisagísticas, ou daqueles mais próximos, em casos onde não foi possível encontrar dados para os municípios inseridos dentro de cada região paisagística. No título de cada climograma encontra-se ainda o nome do referido município, e a altitude da estação.

Para facilitar o entendimento do leitor, os tópicos seguintes deste capítulo são organizados com a mesma estrutura. Inicialmente é determinada a localização de cada região paisagística e sua característica principal que a difere das demais. Posteriormente são identificados os tipos de paisagens predominantes destacando áreas de diferenciação e interesse ambiental, assim como áreas de contato vegetal, quando existirem.

São apresentadas as características gerais dos componentes que formam essas paisagens (geologia, relevo, solos, vegetação, etc.), é destacado ainda o papel do clima na composição da paisagem e o comportamento da vegetação em anos secos e anos úmidos, assim como as principais transformações decorrentes da atividade humana, de acordo com informações de outros trabalhos que investigaram esses ambientes por diferentes critérios, informações que contribuiram para interpretar o arranjo sistemático dessas paisagens.

Quando presentes, as áreas de exceção e variação intradominal também são destacadas. Entendendo como área de exceção aquelas que apresentam plantas com estrutura e fenologia características de outro domínio, são exemplos os brejos de altitude com ocorrência de Mata Atlântica ou Cerrado inseridos no Domínio da Caatinga. E variação intradominal como uma paisagem com diferença no regime hídrico, relevo, ou material superficial, entretanto, apresentando o mesmo espectro de espécies comuns e/ou endêmicas para o domínio em questão, são exemplos afloramentos com bromélias e cactáceas (Cavalcanti; Santos, 2021). É importante frisar, que nesse entendimento do conceito de 'área de exceção', nem todo brejo pode ser considerado como área de exceção, apenas quando esse apresenta uma fitofisionomia de outro domínio (normalmente Mata Atlântica ou Cerrado). Quando apresenta vegetação característica da caatinga é entendido enquanto uma variação intradominal (normalmente a diferença notada na paisagem decorre de uma vegetação da caatinga que dispõe de maior oferta hídrica).

Procurou-se também fazer uma relação entre cada região paisagística identificada neste trabalho com o mapeamento daquelas regiões correspondentes identificadas em propostas pretéritas de classificação do Semiárido Brasileiro.

6.1 LITORAL CEARÁ-PIAUI: FORMAÇÕES PIONEIRAS EM TABULEIROS COSTEIROS

A região do Litoral Ceará-Piauí (Figura 44) está localizada no extremo norte do Domínio Semiárido da Caatinga. Em termos longitudinais a mesma se expande desde os arredores de Fortaleza, no Ceará (limite leste), passando pelo litoral do Piauí, e chegando a uma estreita faixa ao nordeste do estado do Maranhão (limite oeste), estando aí em área de transição, onde ocorre o contato entre a Caatinga e o Cerrado. E em termos latitudinais é delimitada pelo litoral do Oceano Atlântico (limite norte), chegando até o início da Depressão Sertaneja Setentrional (limite sul).

A referida região se diferencia das circunvizinhas pela formação de tabuleiros costeiros e planícies aluviais (e costeiras) no que tange a geomorfologia, e com formações pioneiras, formações da caatinga e áreas de contato (caatinga/formações pioneiras), no tocante a vegetação.

Os tipos de paisagens predominantes são as Planícies Aluviais em Bacias Sedimentares com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga, seguidas da composição dessa mesma geomorfologia com Formação Pioneira, com destaque para o substrato arenoso. Podem ainda ser encontradas áreas com afloramento do embasamento cristalino, entretanto, são áreas de pouca expressão territorial.

As áreas de cada tipo de paisagem encontrado na referida região, assim como a porcentagem referente à sua área total, podem ser observadas na tabela a seguir:

Tabela 6 - Áreas dos Tipos de Paisagens encontrados na região paisagística do Litoral Ceará-Piauí.

Tipo de Paisagem	Área em km ²	Porcentagem da Área Total
Terras Baixas Arenosas com Contato (Ecótono e Enclave)	68	0,65 %
Terras Baixas Arenosas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	1.086	10,49 %
Terras Baixas Arenosas com Formação Pioneira	2.248	21,72 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Contato (Ecótono e Enclave)	529	5,11 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	4.570	44,16 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Formação Pioneira	1.550	14,98 %

Terras Baixas no Cristalino com Contato (Ecótono e Enclave)	67	0,65 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	38	0,37 %
Terras Baixas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Contato (Ecótono e Enclave)	14	0,13 %
Terras Baixas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	0,3	0,002 %
Corpo d'água	173	1,67 %

Fonte: O autor (2023).

A morfogênese dessas paisagens se dá pela relação entre o clima úmido da faixa litorânea e a litologia da Formação Barreiras, onde se desenvolvem ambientes deposicionais, com sedimentos inconsolidados quaternários em ambiente costeiro com predomínio de areia, assim como coberturas sedimentares associadas a tabuleiros costeiros e planícies fluvio marinhas. Sobre esse substrato arenoso, e por vezes salino, estão presentes formações de mangues e restingas nas áreas mais próximas ao litoral, alterando gradualmente para caatinga ainda em neossolos quartzarênicos no sentido do interior do continente.

O gradiente do relevo aumenta conforme se avança para o interior do continente, nas áreas mais próximas do litoral predominam feições de acumulação eólica com formação pioneira, à medida que na porção interior predominam as planícies fluviais e tabuleiros costeiros com caatinga e contato (caatinga/formações pioneiras). Esses piemontes marcam a área de contato entre porção costeira e os setores elevados do interior do continente (Litoral Ceará Piauí-Depressão Sertaneja Setentrional) com gênese atrelada à abertura do Atlântico com regime de margem passiva (Corrêa *et al.*, 2019).

O climograma da cidade de Fortaleza¹⁰ revela um período de 7 meses úmidos (de janeiro a julho) e 5 meses secos (de agosto a dezembro). Obviamente, há uma mudança dos índices pluviométricos à medida que se avança para o interior do continente, aumentando os níveis de aridez. A variação interanual das precipitações reflete na alteração da densidade vegetal principalmente na região do município de Parnaíba, entretanto, devido à proximidade com o litoral, que favorece a pluviosidade, a vegetação da região não apresenta grandes mudanças nos anos secos e úmidos.

¹⁰ A cidade de Fortaleza-CE está fora da Região Paisagística do Litoral Ceará-Piauí, entretanto, foi utilizada para a confecção do climograma devido a sua proximidade e à ausência de dados das normais climatológicas para os municípios inseridos dentro da referida região.

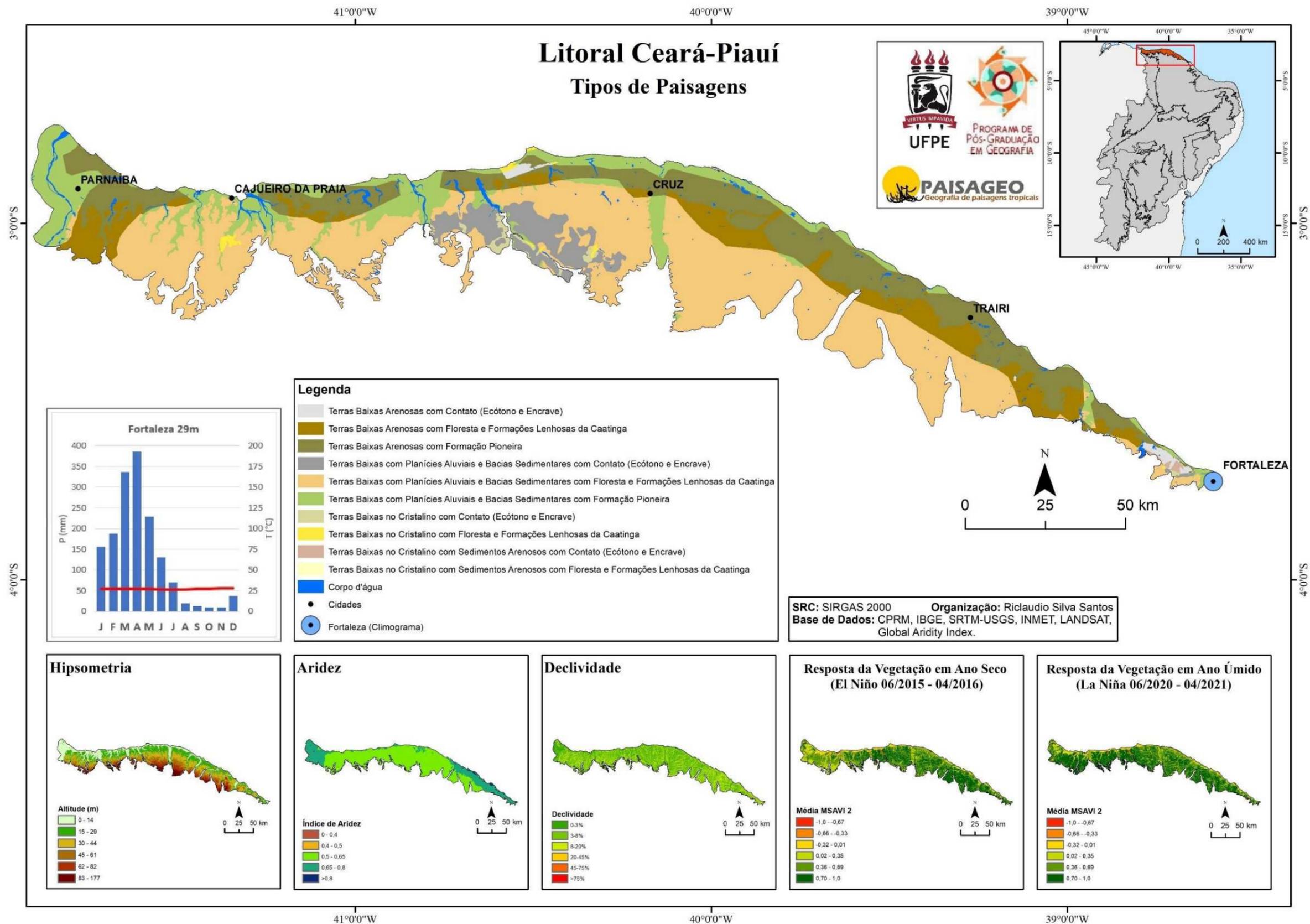
As transformações na paisagem derivadas das atividades humanas, de acordo com os dados de Uso e Cobertura da Terra do MapBiomas, entre os anos de 1985 a 2020, evidenciam principalmente a remoção da Formação Florestal para implantação de Pastagens, Mosaicos de Agricultura e Pastagem, e Outras Lavouras Perenes. Além da criação de gado desenvolve-se a produção de fruticultura irrigada (acerola, mamão, melancia, etc.) e produção de arroz. Além das atividades turísticas litorâneas, com destaque para a cidade de Parnaíba que se apresenta como maior núcleo urbano.

Essa região possui diferentes nomenclaturas nas diversas classificações do Semiárido Brasileiro: identificada como ‘a costa’ (*the shore*) por James (1952); como ‘Zona da Mata’ por Tricart (1959); como ‘Litoral Ceará Rio Grande do Norte’ na classificação de Unidades Ambientais do IBGE (1985); dividida entre ‘Ecossistemas do Extremo Norte Piauiense’ e ‘Ecossistemas do Litoral Setentrional’ na proposta de Coelho (1988); identificada como ‘Planícies Aluviais (e Costeiras) Rebaixadas com Savana Seca Subequatorial’ na proposta de Isachenko e Shliapnikov (1989); como ‘Baixada Litorânea e Tabuleiros Costeiros’ no ZANE da EMBRAPA (1991); como ‘Planície Costeira e Tabuleiros Costeiros’ na proposta de Souza *et al.* (1992); como ‘Tabuleiros Pré-Litorâneos e Parte da Planície Costeira’ na Proposta de Dimensionamento do Semi-árido Brasileiro produzida pelo BNB/FUNCEME (2005); como ‘Coberturas Sedimentares Terciárias Associadas a Tabuleiros Costeiros (Domínio 6.1)’ no mapa de Geodiversidade do Brasil da CPRM (2006); e como ‘Tabuleiro Costeiro’ na proposta de Ross *et al.* (2022).

Nas demais propostas, discutidas durante o item 2 deste trabalho, a referida região não possui uma delimitação equivalente, estando por vezes inserida em uma unidade maior correspondente a Depressão Sertaneja Setentrional, outras vezes classificada em conjunto com a Bacia Potiguar, ou mesmo não está inserida na área de mapeamento (nas propostas que levam em consideração a delimitação do Semiárido Brasileiro de 2005).

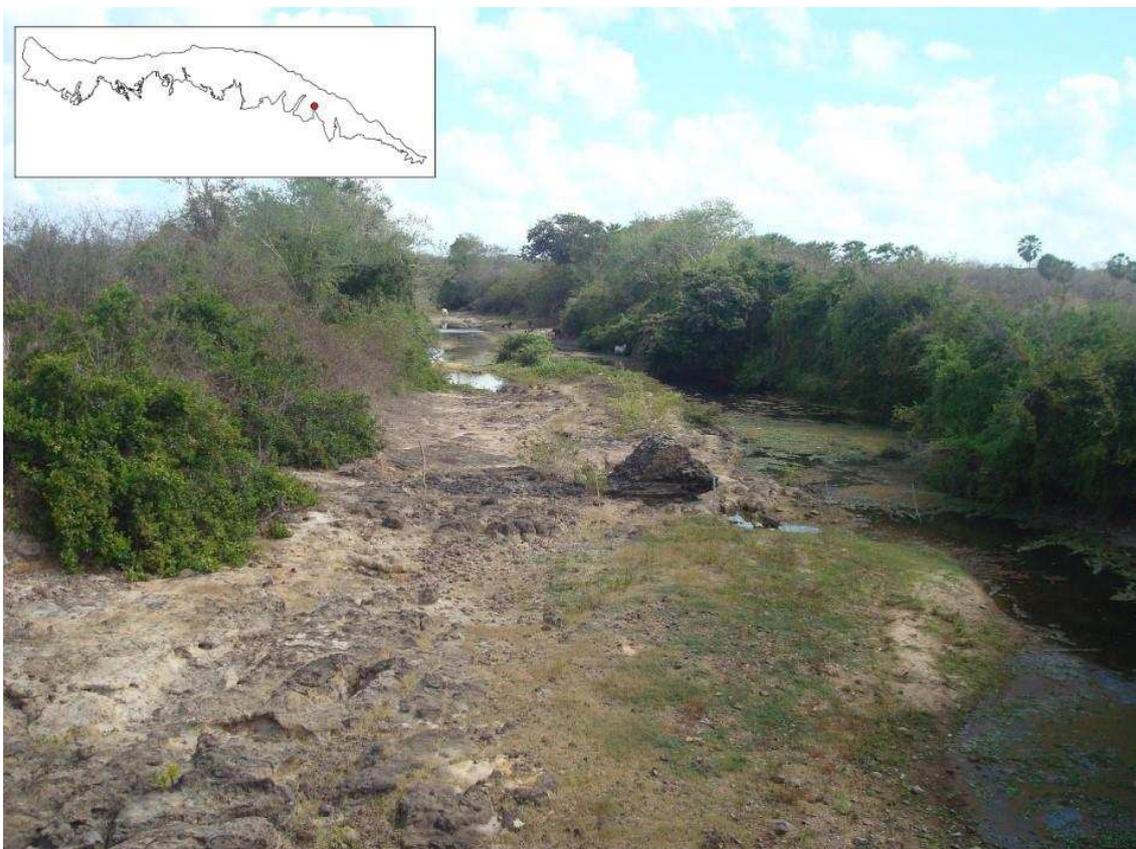
Percebe-se ainda que nas diferentes delimitações a referida região, ora está mais restrita a faixa litorânea, nas propostas que levam em consideração características da vegetação (formação pioneira), ora avança para o interior, quando considera características da geomorfologia (planície costeira, tabuleiros costeiros).

Figura 44 - Mapa da Região Paisagística do Litoral Ceará-Piauí.



Fonte: O autor (2023).

Figura 45 - Planície Aluvial com Contato (Formação Pioneira/Caatinga), Trairi (CE).



Fonte: Fotografia de Moacyr Aguiar (2021).

Figura 46 - Planície Flúvio-marinha com Formação Pioneira, Amontada (CE).



Fonte: Fotografia de Washington Luiz (2022).

6.2 BACIA POTIGUAR: FORMAÇÃO PIONEIRA E CAATINGA EM PIEMONTES

A Bacia Potiguar (Figura 47) está localizada na porção nor-nordeste (NNE) do Domínio Semiárido da Caatinga. Em termos longitudinais a mesma se expande desde o litoral ocidental (litoral de Natal/RN), se expandindo até o litoral centro-norte do Nordeste (proximidades de Fortaleza/CE). Em sentido latitudinal a referida região se expande do litoral (limite norte e nordeste), até o contato entre o embasamento sedimentar dos piemontes e o embasamento cristalino da depressão interplanáltica setentrional (limite sul).

Essa região se diferencia das regiões vizinhas desde o seu embasamento sedimentar, com destaque para as rochas carbonáticas da Formação Jandaíra, assim como em sua geomorfologia e fitofisionomia, da planície costeira com formação pioneira, aos piemontes com vegetação de contato (formações pioneiras/caatingas).

Esse piemonte tem sua formação associada à quebra do Gondwana e o rifteamento do Atlântico, e sua geomorfologia apresenta-se atrelada à margem passiva (Corrêa *et al.*, 2019). Nos extremos leste e oeste dessa região paisagística estão presentes áreas úmidas, conforme nos deslocamos para o centro da região, alcançamos um clima semiárido, com semiaridez mais acentuada na região entre Mossoró e Jandaíra (inclusive na porção litorânea). Neste contexto se desenvolvem sedimentos quaternários em ambientes deposicionais com formação pioneira nas planícies costeiras, coberturas sedimentares terciárias em tabuleiros costeiros arenosos com contato (formação pioneira/caatinga) e formações lenhosas da caatinga, e coberturas sedimentares carbonáticas quartzo-arenosos com caatingas.

Dentre as paisagens observadas, cabe destacar o enclave de Cerrado localizado na porção leste dessa região paisagística, nas localidades dos municípios de Pureza e Ceará-Mirim (RN), classificado como Planícies Fluviais do Enclave de Cerrado por Diniz *et al.* (2022). Essa paisagem pode ser entendida com uma área de exceção, tendo em vista que a composição das plantas, sua estrutura e fenologia remetem a outro domínio de forma mais expressiva, neste caso, o Domínio do Cerrado.

Os tipos de paisagens predominantes são Terras Baixas em Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga, Terras Baixas Carbonáticas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga, Terras Baixas

Arenosas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga, e Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Formação Pioneira.

As áreas de cada tipo de paisagem encontrado na referida região, assim como a porcentagem referente à sua área total, podem ser observadas na tabela a seguir:

Tabela 7 - Áreas dos Tipos de Paisagens encontrados na região paisagística da Bacia Potiguar.

Tipo de Paisagem	Área em km²	Porcentagem da Área Total
Terras Baixas Arenosas com Cerrado	376	1,22 %
Terras Baixas Arenosas com Contato (Ecótono e Enclave)	613	1,99 %
Terras Baixas Arenosas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	3.903	12,66 %
Terras Baixas Arenosas com Formação Pioneira	581	1,88 %
Terras Baixas Carbonáticas com Contato (Ecótono e Enclave)	10	0,03 %
Terras Baixas Carbonáticas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	9.340	30,30 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Cerrado	424	1,37 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Contato (Ecótono e Enclave)	1.206	3,91 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	11.707	37,99 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta Estacional da Caatinga	18	0,05 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta Seca	201	0,65 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta Úmida	7	0,02 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Formação Pioneira	1.890	6,13 %
Terras Baixas no Cristalino com Contato (Ecótono e Enclave)	79	0,25 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	50	0,16 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta Úmida	21	0,06 %
Terras Baixas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	14	0,04 %
Corpo d'água	367	1,19 %

Fonte: O autor (2023).

O gradiente de relevo segue o padrão de elevação de altitude em direção ao interior do continente, com destaque para a Chapada do Apodi (alcançando altitudes de 250 metros), e a chapada da Serra do Mel (215 metros). Os principais cortes no relevo ocorrem graças ao trabalho do Rio Jaguaribe, do Rio Mossoró, e do Rio Piranhas-Açu.

O climograma da cidade de Natal/RN apresenta um total de oito meses considerados úmidos (de janeiro a agosto), e quatro meses secos (de setembro a dezembro). Devido a esse ambiente mais úmido, temos a presença de formações vegetais de Florestas Úmidas nas paisagens litorâneas, assim como da formação de Cerrado citada no parágrafo anterior.

A variação interanual e a resposta da vegetação em anos secos e anos úmidos demonstra três situações distintas: nas regiões de maior umidade (extremo leste e

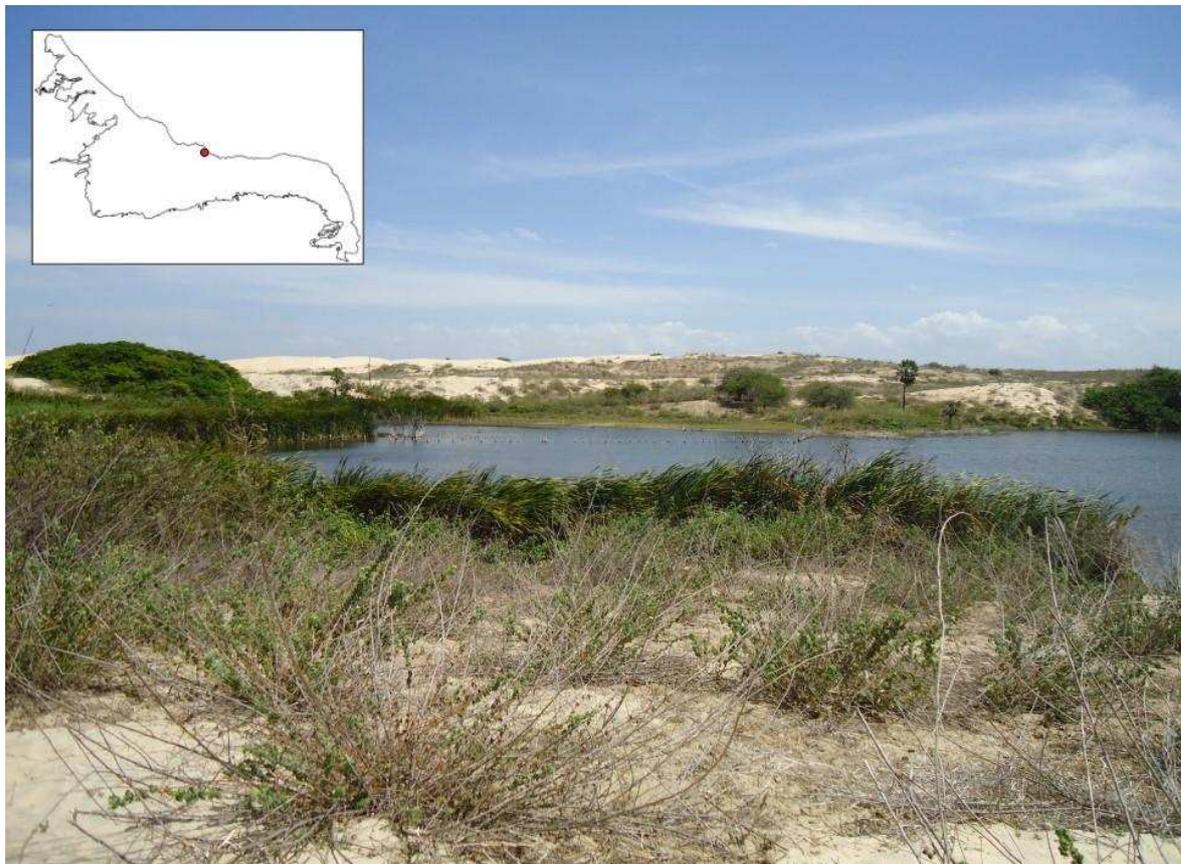
extremo oeste) a vegetação consegue manter uma maior densidade mesmo em anos secos; nas áreas de rochas carbonáticas na região centro-oeste (entre Mossoró e Apodi) percebe-se um aumento da densidade da vegetação em anos úmidos, ocasionado pela presença dessa litologia que ajuda manter a água das precipitações na paisagem; e em contrapartida, na região centro-leste (arredores de Jandaíra) o nível de aridez é tamanho que mesmo em anos úmidos a vegetação não consegue atingir uma grande densidade.

No que diz respeito aos usos antrópicos, de acordo com os dados de Uso e Cobertura da Terra do MapBiomas, entre os anos de 1985 a 2020, nota-se uma diminuição dos Mosaicos de Agricultura e Pastagens, substituídos exclusivamente pela Pastagem. Fica clara também uma diminuição de Formação Campestre e da Formação Savânica, e aumento de Outras Lavouras Temporárias. Cabe destaque para a citricultura irrigada e a aquicultura (principalmente criação de camarão) na foz dos Rios Mossoró e Piranhas-Açu, conforme dados da EMPARN (Empresa de Pesquisa Agropecuária - Rio Grande do Norte).

Em outras propostas de classificação do semiárido, com semelhantes delimitações cartográficas, essa região paisagística foi representada nas seguintes formas: James (1952) divide a mesma em litoral e tabuleiros; na proposta do IBGE (1985) a Chapada do Apodi é identificada separadamente e outras áreas são identificadas como superfícies sertanejas e mata e agreste; para Coelho (1988) a mesma está representada como ecossistemas do litoral e mata oriental do nordeste, agreste norte riograndense, e sertão potiguar; Isachenko e Shliapnikov (1989) classifica como planícies aluviais e costeiras, e bacias sedimentares com depósitos Mesozoicos e Paleozoicos elevados ou em planícies; na proposta da EMBRAPA (1991) é classificada como Baixada Litorânea, Tabuleiros Costeiros, e Superfícies Cársticas; para Souza *et al.* (1992) a área corresponde a unidade de Planaltos com Coberturas Calcárias; para a CPRM (2006) corresponde principalmente a coberturas sedimentares terciárias associadas a tabuleiros costeiros e coberturas sedimentares clástico-carbonáticas; para Cavalcanti (2016) são glaciais e colinas em rochas sedimentares; e Ross *et al.* (2022) classifica a mesma como tabuleiros costeiros.

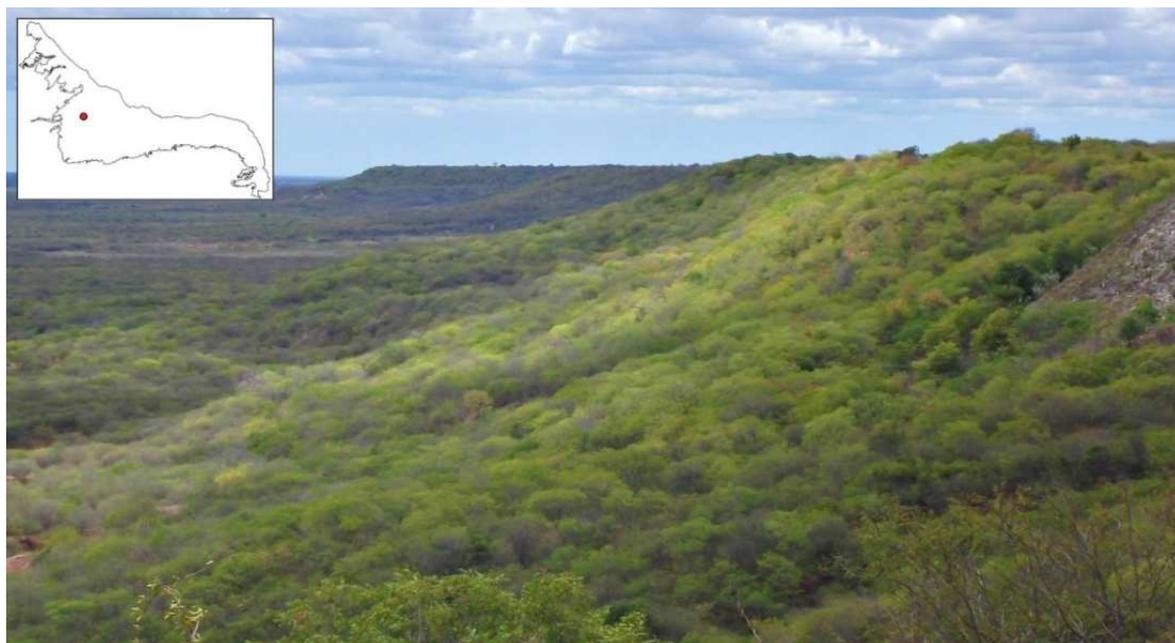
De maneira simplificada percebe-se que as características mais destacadas nas propostas de classificação pretéritas para essa região paisagística são: a litologia carbonática; e a geomorfologia dos tabuleiros costeiros e planícies costeiras.

Figura 48 - Planície Costeira com Formação Pioneira, Porto do Mangue (RN).



Fonte: Fotografia de Railson Maniçoba (2019).

Figura 49 - Piemonte em Bacia Marginal com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga, Baraúna (RN).



Fonte: Fotografia de Washington Luiz (2020).

6.3 DEPRESSÃO SERTANEJA SETENTRIONAL: CAATINGAS NO CRISTALINO

A Depressão Sertaneja Setentrional (Figura 50) é a maior região paisagística da porção norte do Domínio Semiárido da Caatinga, é limitada ao norte pelas regiões paisagísticas do Litoral Ceará-Piauí e Bacia Potiguar, a sudeste pela Borborema, ao sul pelo Araripe, e a oeste pela Ibiapaba. Os planaltos sertanejos e o Araripe atuam como divisores entre a Depressão Sertaneja Setentrional e a Depressão Sertaneja Central. A grosso modo a referida região é delimitada pelas depressões interplanálticas do Nordeste Setentrional. A Depressão Sertaneja Setentrional possui duas regiões paisagísticas com configurações similares, a Depressão Sertaneja Central e a Depressão Sertaneja Oriental.

A diferença basilar desta região paisagística para aquelas adjacentes ocorre já na estrutura da paisagem, enquanto nesta predominam feições erosivas com litologias principalmente metamórficas e metassedimentares, encontram-se no seu entorno bacias sedimentares como a Potiguar e a do Parnaíba, o Planalto Sedimentar do Araripe, ou um amplo setor de terras altas do Planalto da Borborema.

Nessas paisagens de embasamento cristalino e clima semiárido (com exceção de pequenas áreas com maior umidade) se desenvolvem principalmente solos da classe dos Neossolos (Neossolos Litólicos, Neossolos Regolíticos, Neossolos Quartzarênicos e Neossolos Flúvicos), com predomínio de Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga.

Os índices de aridez demonstram maior umidade no extremo leste da referida região, assim como no extremo norte, relacionado com a proximidade do oceano. E também apresentam uma maior umidade nas áreas do Baturité e Meruoca. Essas áreas diferenciam seu clima daquele encontrado em seu domínio devido a altitude, podendo ser entendidos como Orobomas (OB) na classificação de Walter (1986). Estão presentes ainda dois grandes núcleos de maior aridez, na porção centro-leste (Sertão do Seridó), assim como na região de Arneiroz/CE (o Sertão dos Inhamuns). E dois núcleos menores associados nas proximidades dos municípios de Irauçuba e Jaguaribe.

O principal tipo de paisagem encontrado nessa região são Terras Baixas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga, apresentando variações com terrenos arenosos. Os outros tipos de paisagens menos frequentes estão associados a diferentes gradientes de relevo e/ou umidade. As áreas de cada tipo de

paisagem encontrado na referida região, assim como a porcentagem referente à sua área total, podem ser observadas na tabela a seguir:

Tabela 8 - Áreas dos Tipos de Paisagens encontrados na região paisagística da Depressão Sertaneja Setentrional.

Tipo de Paisagem	Área em km ²	Porcentagem da Área Total
Terras Altas Arenosas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	45	0,02 %
Terras Altas Carbonáticas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	8	0,005 %
Terras Altas em Bacias Sedimentares com Contato (Ecótono e Enclave)	48	0,02 %
Terras Altas em Bacias Sedimentares com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	51	0,03 %
Terras Altas no Cristalino com Contato (Ecótono e Enclave)	424	0,25 %
Terras Altas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	6.270	3,77 %
Terras Altas no Cristalino com Floresta Estacional da Caatinga	26	0,01 %
Terras Altas no Cristalino com Floresta Úmida	591	0,35 %
Terras Altas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Contato (Ecótono e Enclave)	0,0003	-
Terras Altas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	630	0,37 %
Terras Baixas Arenosas com Contato (Ecótono e Enclave)	106	0,06 %
Terras Baixas Arenosas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	1.061	0,63 %
Terras Baixas Arenosas com Formação Pioneira	15	0,009 %
Terras Baixas Carbonáticas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	281	0,16 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Contato (Ecótono e Enclave)	550	0,33 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	5.334	3,21 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta Estacional da Caatinga	7	0,004 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta Seca	421	0,25 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta Úmida	11	0,006 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Formação Pioneira	278	0,16 %
Terras Baixas no Cristalino com Cerrado	0,08	-
Terras Baixas no Cristalino com Contato (Ecótono e Enclave)	6408	3,86 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	118.878	71,61 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta Estacional da Caatinga	499	0,30 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta Seca	297	0,17 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta Úmida	1.060	0,68 %
Terras Baixas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Contato (Ecótono e Enclave)	543	0,32 %
Terras Baixas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	19.177	11,55 %
Corpo d'água	2.973	1,79 %

Fonte: O autor (2023).

O climograma referente a cidade de Sobral/CE apresenta cinco meses úmidos (entre janeiro e maio) e sete meses secos (entre julho e dezembro) o que revela um comportamento intra-anual de maior precipitação no primeiro semestre do ano. A

pluviosidade por sua vez é diferente em determinadas localidades pela influência do relevo, e proximidade com o litoral.

O relevo dessas paisagens apresenta as maiores altitudes nos setores ao sul, próximos do planalto sertanejo, com as superfícies mais rebaixadas ao norte, criando uma megaforma de anfiteatro com face para nordeste. Estão presentes ainda maciços estruturais isolados, associados às reativações de zonas de cisalhamento Neoproterozóicas, que se materializam como setores cristalinos elevados (Corrêa *et al.*, 2019), são exemplos os maciços estruturais do Ceará.

Esses maciços cristalinos isolados por vezes estão associados as áreas de exceção e/ou variação intradominal. Por exemplo, o Maciço do Pereiro, um maciço estrutural (decorrente de reativação tectônica) apresenta caatinga arbustiva, caatinga arbórea, com precipitação de 800 mm e altitude de 800 m (Gois; Corrêa; Monteiro, 2019), sua diferenciação se dá pela caatinga hipoxerófita, de porte mais alto e maior densidade, se configurando assim como uma variação intradominal.

O Maciço do Baturité, por sua vez, alcançando altitudes de 1114 m e pluviosidade anual média de 1300 mm (Gois; Corrêa; Monteiro, 2019), apresenta grupos florísticos da Floresta Atlântica (Corrêa *et al.*, 2019), caracterizando-se como uma área de exceção. Um exemplo semelhante é o Maciço da Meruoca, localizado no município homônimo, próximo a Sobral/CE. Este alcançando altitudes em torno dos 1000 m e pluviosidade anual média de 1400 mm.

Outras áreas de variações intradominais desta região paisagística estão associadas a ambientes de solos arenosos e maior aridez, relacionados aos núcleos de desertificação, como o de Irauçuba, Jaguaribe, Inhamuns, e parte do Seridó.

A variação interanual na paisagem reafirma a relação básica entre a aridez e a densidade da cobertura vegetal. Nos anos secos as áreas que conseguem permanecer com maior densidade na vegetação são aquelas mais próximas ao litoral, em contrapartida o interior mais árido apresenta uma menor densidade na vegetação, com pequenas exceções em faixas próximas a Chapada do Araripe. Nos anos úmidos a porção central dessa região paisagística consegue alcançar uma maior densidade da vegetação, permanecendo com baixa densidade apenas os dois maiores núcleos de aridez, o Sertão do Seridó e o Sertão dos Inhamuns.

No tocante aos usos antrópicos os dados de uso e cobertura da terra mostram uma diminuição das áreas de Formação Savânica e avanço das áreas de Pastagens, que estão presentes desde o processo de ocupação e interiorização da população no

semiárido brasileiro. Outra área que sofreu redução foram os Mosaicos de Agricultura e Pastagem, decorrente do avanço dos monocultivos.

Em outras propostas de classificação do semiárido a Depressão Sertaneja Setentrional por vezes é generalizada juntamente com as outras Depressões Sertanejas em uma única unidade, assim como pode incorporar na sua delimitação outras regiões paisagísticas identificadas no trabalho vigente. A seguir serão apresentadas as diferentes classificações da referida região.

James (1952) classifica a mesma como Planície Larga com Restos de Erosão. Na classificação do IBGE (1985) é denominada de maneira individualizada como Superfícies Sertanejas. Coelho (1988) identifica-a como Ecossistemas das Caatingas Sertanejas, englobando as outras Depressões Sertanejas. Para Isachenko e Shliapnikov (1989) são Depressões no Embasamento Cristalino do Escudo Pré-cambriano com Savana Seca Equatorial.

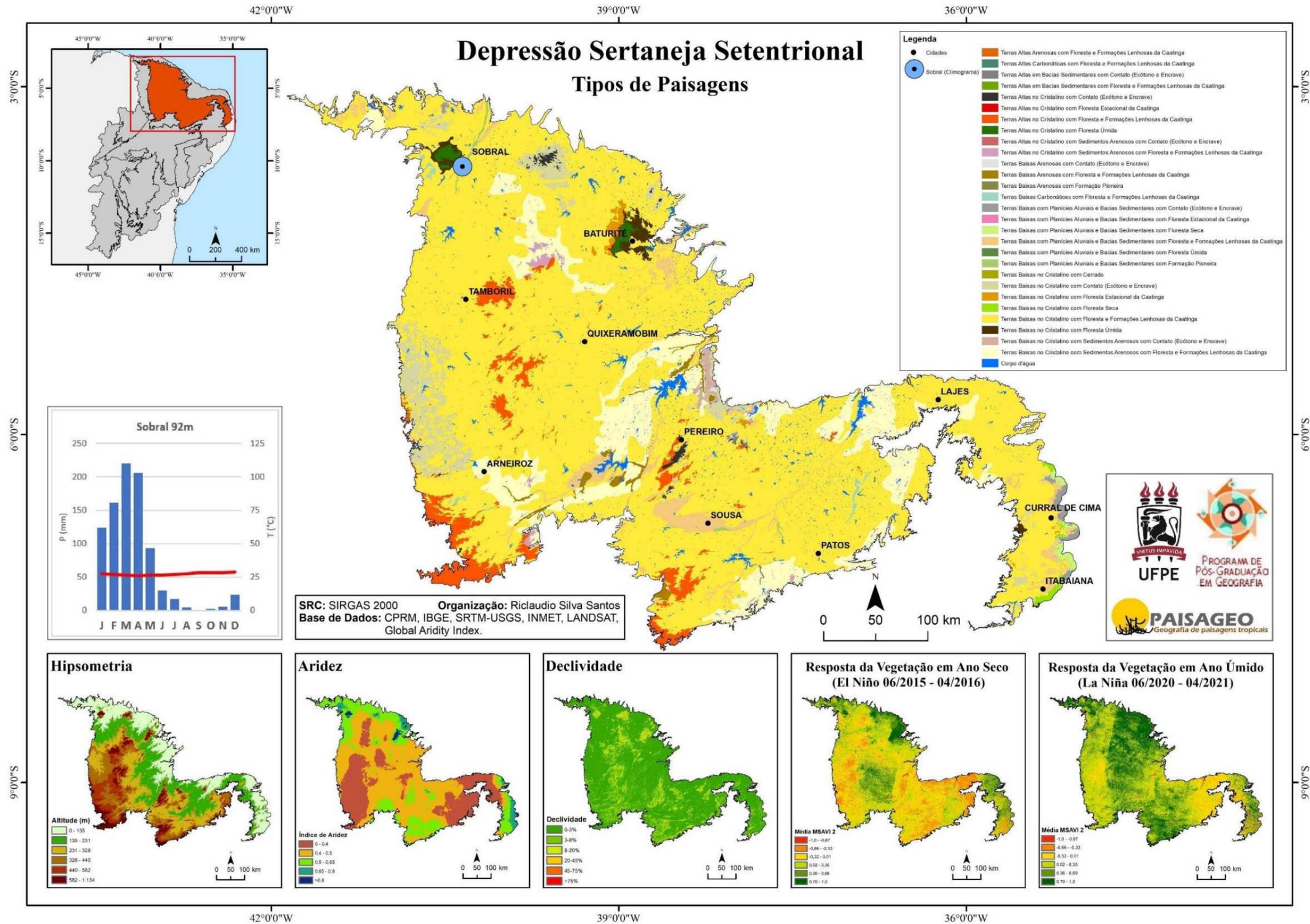
No ZANE da EMBRAPA (1991) corresponde a Grande Unidade de Paisagem da Depressão Sertaneja. Recebe uma igual classificação como Depressão Sertaneja na proposta de Souza *et al.* (1992). Andrade (1998) classifica como região ecológica 3, sendo importante salientar que para esse autor a área correspondente a Depressão Sertaneja Setentrional é mais úmida que a área da Depressão Sertaneja Central.

Velloso, Sampaio e Pareyn (2001) identifica a mesma como Depressão Sertaneja Setentrional, entretanto, engloba também as áreas das regiões paisagísticas Litoral Ceará-Piauí e Bacia Potiguar. Rodriguez *et al.* (2004) também usa o termo Depressão Sertaneja, porém, devido a sua escala nacional de análise, abarca várias outras regiões paisagísticas em sua delimitação.

Nos Domínios Geológicos-Ambientais da CPRM (2006) corresponde, de maneira simplificada, aos Complexos granitóides muito deformado, pré e sintectônicos, com pequenos e grandes corpos de granitos. E os Complexos granito-gnaiss-migmatíticos e granulíticos, formados por uma complexa associação de rochas.

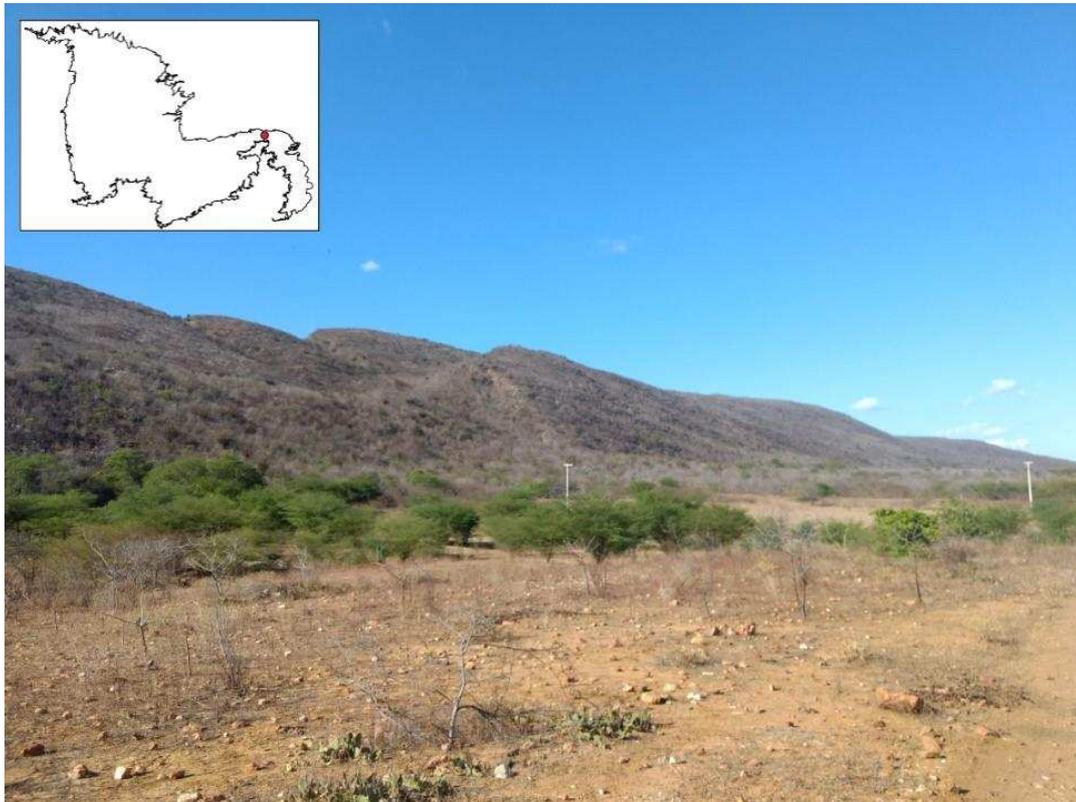
Na classificação de Cavalcanti (2016) corresponde as Terras Baixas com Caatingas (Pedimentos, Inselbergs, Colinas e Piemontes Cristalinos). Para Tres *et al.* (2020) é entendida como Floresta Tropical Muito Seca, e para Ross *et al.* (2022) como Depressão Sertaneja e do São Francisco, esses dois últimos também em escalas nacionais.

Figura 50 - Mapa da Região Paisagística da Depressão Sertaneja Setentrional.



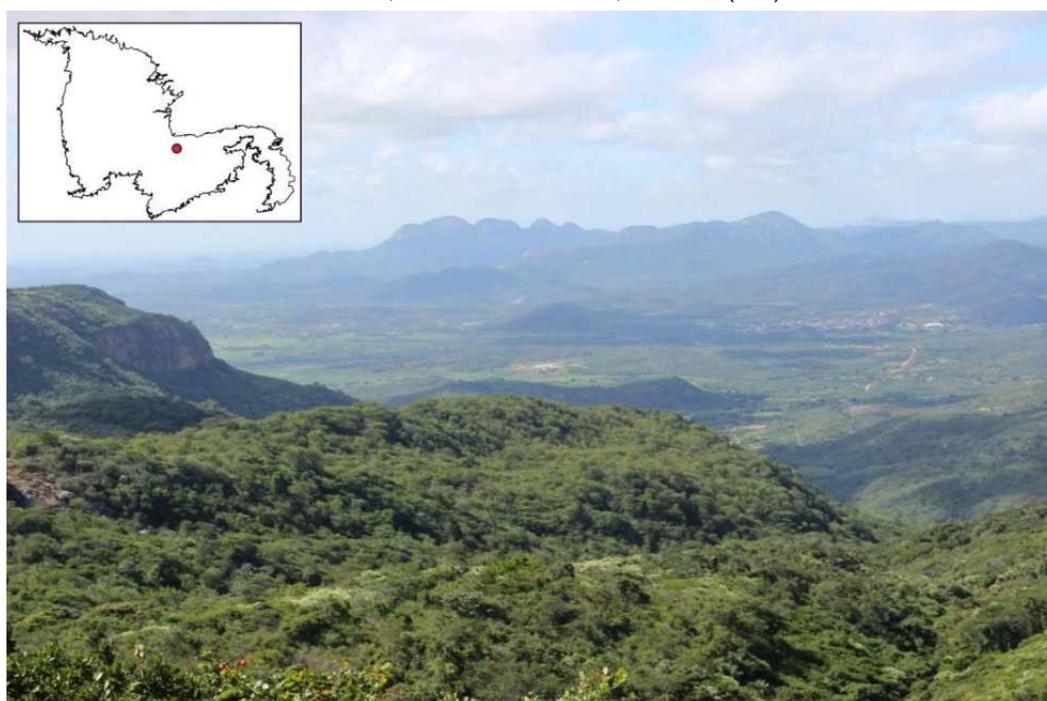
Fonte: O autor (2023).

Figura 51 - Formações Lenhosas da Caatinga sobre Piemonte no Cristalino, Lajes (RN).



Fonte: Fotografia de George Oliveira (2021).

Figura 52 - Formações Lenhosas da Caatinga sobre Maciço Estrutural Isolado e Depressão no Cristalino, Serra dos Martins, Martins (RN).



Fonte: Fotografia de Daniel de Lira (2020).

6.4 DEPRESSÃO SERTANEJA CENTRAL: CAATINGAS NO CRISTALINO

Como o nome dessa região paisagística já torna evidente, a mesma ocupa as terras centrais do Domínio Semiárido da Caatinga (Figura 53). É limitada ao norte pelos planaltos sertanejos, Araripe, e pela Borborema, a leste pela região paisagística do Tucano-Jatobá, ao sul pelas regiões paisagísticas do Médio São Francisco, Casa Nova/Xique-Xique, Chapada Diamantina, e Contas-Paraguaçu, e a oeste pelas regiões relacionadas a Bacia do Parnaíba. De forma sintética essa região corresponde à porção rebaixada central da Depressão São Franciscana, circundada por terras elevadas ou regiões de estrutura sedimentar.

A gênese dessas paisagens está relacionada às faixas de dobramento neoproterozóicas, essa faixa de dobramento e suítes intrusivas conta ainda com complexos metamórficos meso- e paleo-proterozóicos. Nessa estrutura cristalina se desenvolvem principalmente solos da classe dos Neossolos (Litólicos, Regolíticos, Quartzarênicos e Flúvicos). Nesse contexto pedológico a fitofisionomia da Caatinga hiperxerófitas (arbustiva e de baixa densidade) prevalecem (Corrêa *et al.*, 2019).

A Depressão Sertaneja Central se diferencia das regiões adjacentes desde a sua estrutura geológica cristalina e pela altitude do relevo, mais dissecado que as regiões vizinhas. Essas diferenças repercutem também na geomorfologia, nas formações pedológicas e vegetacionais das regiões vizinhas.

Entre todas as regiões, esta é a que apresenta os maiores trechos de aridez, com destaque para o núcleo de desertificação de Cabrobó/PE. A origem desse núcleo de desertificação está relacionada aos fatores naturais das condições climáticas, edáficas e os distúrbios na paisagem causados pelos usos da terra, principalmente àqueles atrelados à expansão da pecuária e o uso incorreto de sistemas de irrigação (Perez-Marin *et al.*, 2012).

Na escala utilizada na pesquisa essa região apresenta uma grande uniformidade de paisagens, predominando as Depressões no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga (85,80 % da área desta região). No geral o relevo dessa região paisagística apresenta superfícies dissecadas, com exceções das suítes intrusivas que são as estruturas mais conservadas. Outra exceção desse relevo predominantemente dissecado são as terras mais elevadas relacionadas aos planaltos sertanejos, como os exemplos presentes nas regiões de São José do Belmonte e Afrânio, em Pernambuco.

As áreas de cada tipo de paisagem encontrado na referida região, assim como a porcentagem referente à sua área total, podem ser observadas na tabela a seguir:

Tabela 9 - Áreas dos Tipos de Paisagens encontrados na região paisagística da Depressão Sertaneja Central.

Tipo de Paisagem	Área em km²	Porcentagem da Área Total
Terras Altas Arenosas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	0,74	0,0005 %
Terras Altas Carbonáticas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	152	0,11 %
Terras Altas em Bacias Sedimentares com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	249	0,18 %
Terras Altas no Cristalino com Contato (Ecótono e Enclave)	1	0,001 %
Terras Altas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	1.905	1,43 %
Terras Altas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	510	0,38 %
Terras Baixas Arenosas com Contato (Ecótono e Enclave)	0,21	0,0001 %
Terras Baixas Arenosas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	587	0,44 %
Terras Baixas Carbonáticas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	2.153	1,62 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Contato (Ecótono e Enclave)	436	0,32 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	2.640	1,99 %
Terras Baixas no Cristalino com Contato (Ecótono e Enclave)	625	0,47 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	113.797	85,80 %
Terras Baixas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	8.614	6,49 %
Corpo d'água	953	0,71 %

Fonte: O autor (2023).

O climograma referente a cidade de Petrolina/PE apresenta uma variação intra-anual de apenas três meses considerados úmidos no início do ano (de janeiro a março) e nove meses secos (de abril a dezembro). Poucas exceções ocorrem em ambientes de maior altitude.

No caso da variação interanual, nos anos secos nota-se uma maior perda da densidade vegetal logo ao sul do Rio São Francisco (na região entre Curaçá e Chorrochó, no estado da Bahia), essa região permanece com pouca densidade vegetal mesmo em anos considerados úmidos. A porção ao norte do São Francisco, por sua vez, apresenta um aumento no gradiente de vegetação nos anos considerados úmidos.

Dentro do contexto dessa região, as paisagens com diferenciações estão relacionadas a contextos de substrato arenoso, como o núcleo de desertificação de Cabrobó, a região a oeste de Monte Santo/BA, e a região de Capitão Gervásio Oliveira/PI. Destaca-se ainda as rochas carbonáticas do Grupo Vaza-Barris/Miaba, com destaque para a Formação Olhos D'água e Formação Jacoca, região norte-nordeste da Bahia (Costa, 2019).

Seguindo o padrão da Depressão Sertaneja, historicamente o sistema agrário desta região paisagística está fundado na pecuária e agricultura, com presença também da caprinocultura e ovinocultura, mais adaptada às condições semiáridas. As informações de uso e cobertura de terra do Mapbiomas, citados anteriormente na pesquisa, demonstram uma diminuição da formação savânica, e dos mosaicos de agricultura, e avanço da pastagem como elemento predominante na paisagem.

Essa região, por vezes, é identificada nas diversas propostas dentro do contexto geral da Depressão Sertaneja, como uma única região unida a porção meridional (James, 1952; Coelho, 1988; Isachenko e Shliapnikov, 1989; EMBRAPA, 2000; Souza *et al.*, 1992; Rodriguez *et al.*, 2004; Cavalcanti, 2016; Tres *et al.*, 2020; Ross *et al.*, 2022).

Em outras proposições a mesma é identificada de forma individual, porém, englobando áreas maiores: Depressão do São Francisco (IBGE, 1985); e Depressão Sertaneja Meridional (Velloso; Sampaio; Pareyn, 2002).

Já na proposta de Domínios Geológico-Ambientais (CPRM, 2006), a região corresponde principalmente as sequências metassedimentares proterozóicas, sequencias metavulcanossedimentares proterozóicas, complexos granitóides muito deformados, e complexos granito-gnaiss-migmatíticos e granulíticos, entre outros domínios em menores extensões.

Figura 53 - Mapa da Região Paisagística da Depressão Sertaneja Central.

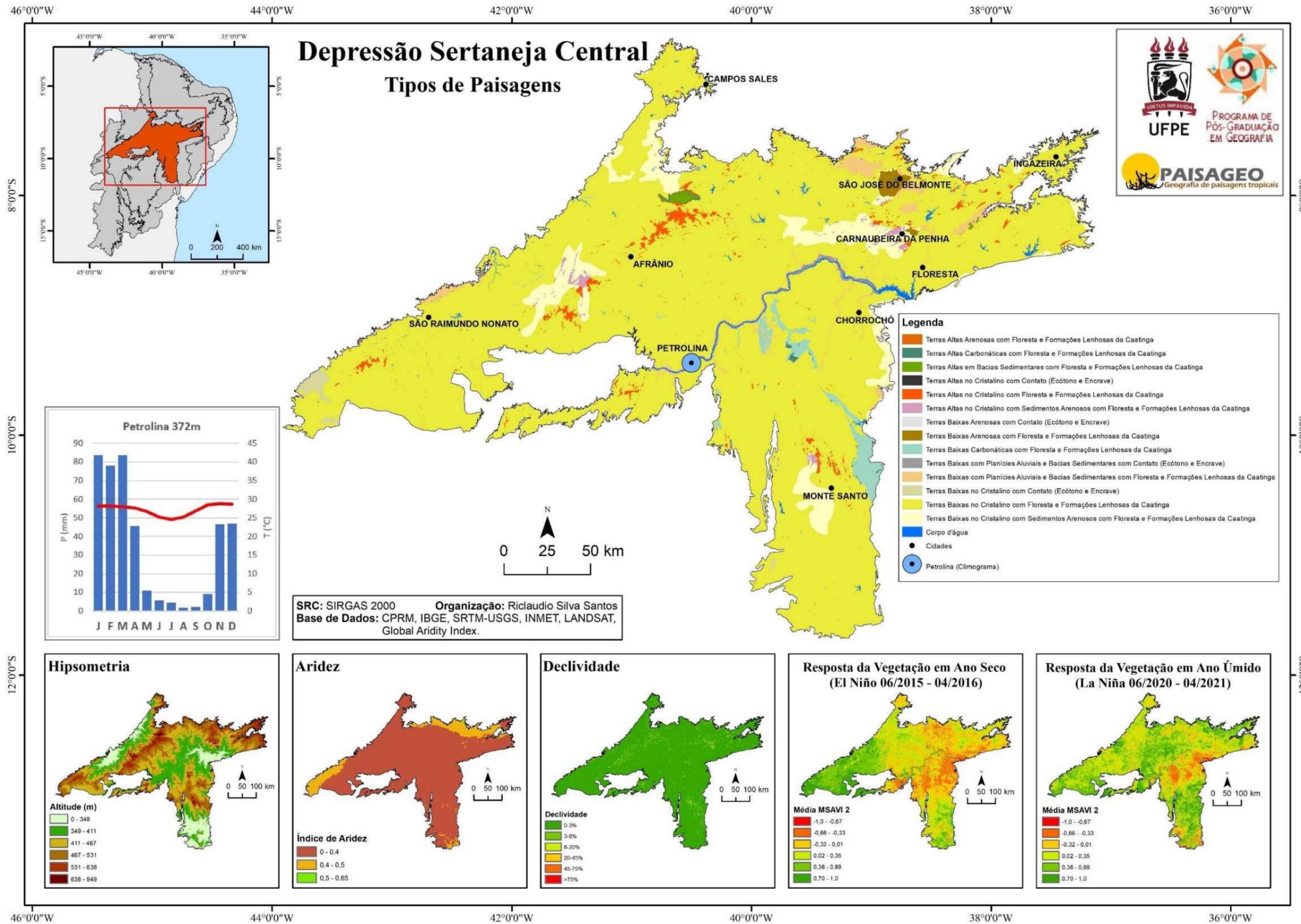
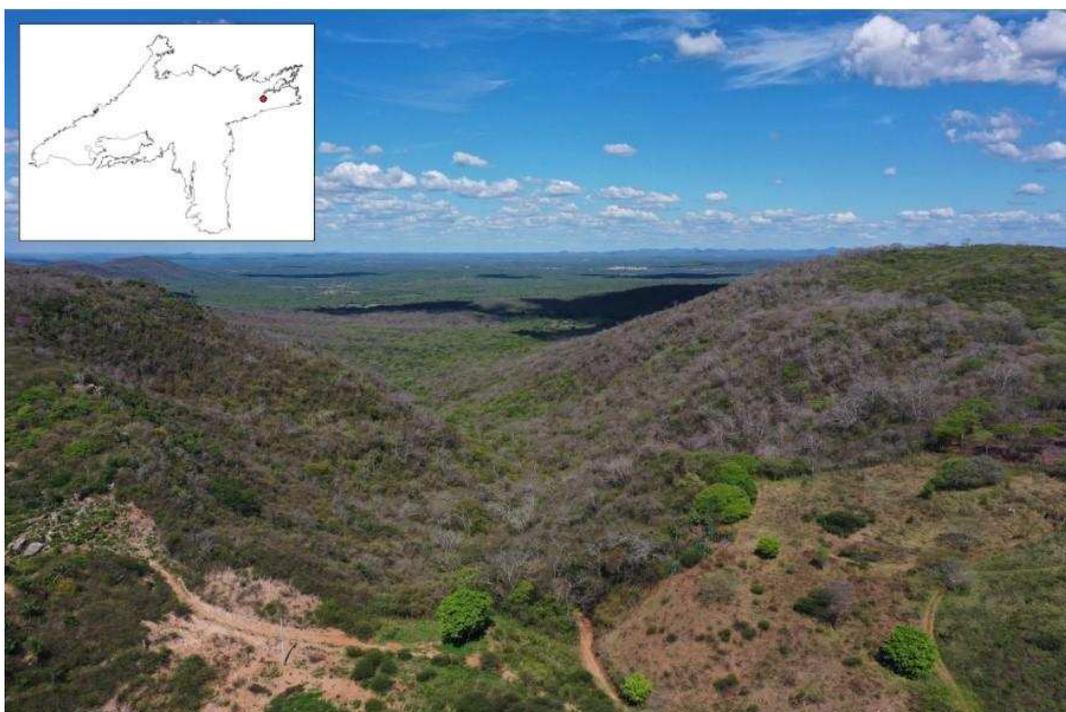
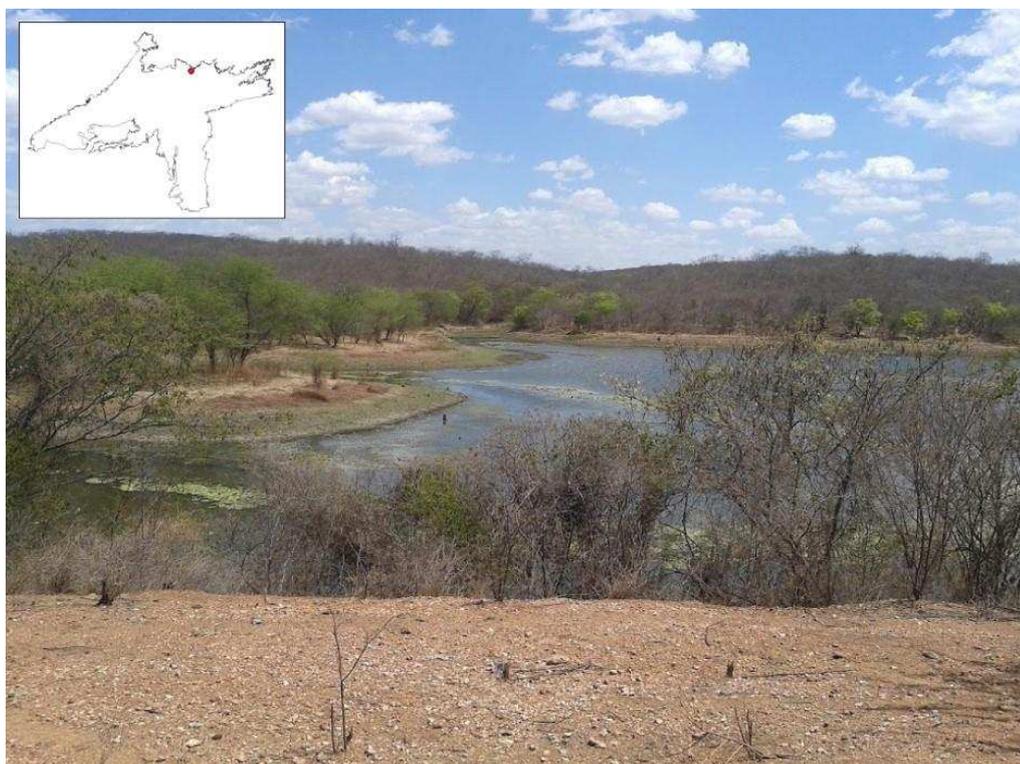


Figura 54 - Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga sobre Bacia Sedimentar e Depressão Cristalina, Betânia (PE).



Fonte: Fotografia de George Oliveira.

Figura 55 - Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga sobre Depressão Cristalina, Riacho Fundo, Serrita (PE).



Fonte: Fotografia de Tiago de Moura.

6.5 DEPRESSÃO SERTANEJA ORIENTAL: CAATINGAS NO CRISTALINO

A Depressão Sertaneja Oriental (Figura 56) corresponde basicamente ao semiárido dos estados de Sergipe e Alagoas, alcançando ainda pequenos trechos do nordeste da Bahia e sul do estado de Pernambuco. O limite sudeste dessa região paisagística é marcado por uma faixa de transição para o domínio da Mata Atlântica. Ao norte seu limite é delimitado pela Borborema e a noroeste e oeste pelo Tucano-Jatobá.

Suas paisagens se diferem daquelas a leste pela mudança de domínio (Caatinga/Mata Atlântica), das paisagens da Borborema pelo relevo mais dissecado em comparação com essa região ao norte, e apresenta um embasamento predominantemente cristalino, distinto do sedimentar encontrado no Tucano-Jatobá.

A gênese dessas paisagens está atrelada a Depressão Sertaneja São Franciscana já citada anteriormente. Entretanto, é importante enfatizar que o setor norte dessa região paisagística está inserido dentro do contexto geomorfológico da Borborema (região de Venturosa/PE a Santana do Ipanema/AL), trata-se da Depressão Interplanáltica do Ipanema, com marcada dissecação do alto curso do rio homônimo (Corrêa *et al.*, 2019). Apesar desse contexto morfoestrutural diferenciado, as paisagens mapeadas nessa porção mais dissecada da Borborema apresentam maior similaridade com aquelas presentes na Depressão Sertaneja Oriental.

O elemento principal de dissecação do relevo dessa região é o baixo curso do Rio São Francisco, o gradiente de relevo apresenta as menores altitudes nas proximidades do litoral e do curso do São Francisco. Já as maiores cotas altimétricas estão relacionadas à algumas serras e nas porções mais próximas da Borborema.

As paisagens de destaque estão relacionadas aos maciços estruturais isolados, com destaque para a Serra da Onça, Serra da Caiçara, Serra da Camonga, e a Serra das Onças, em Alagoas. A Serra da Caipora e a Serra Redonda, na Depressão Sertaneja Sergipana, além da Serra Negra, no limite entre os estados de Sergipe e Bahia.

Nessa região predominam as paisagens características do domínio em questão, Terras Baixas no Cristalino com Floresta Estacional da Caatinga. Pode-se ainda observar um cinturão de sentido sudeste-nordeste, referente a faixa de transição da Caatinga para Mata Atlântica, onde predominam Terras Baixas no Cristalino com Contato (Ecótono e Enclave).

As áreas de cada tipo de paisagem encontrado na referida região, assim como a porcentagem referente à sua área total, podem ser observadas na tabela a seguir:

Tabela 10 - Áreas dos Tipos de Paisagens encontrados na região paisagística da Depressão Sertaneja Oriental.

Tipo de Paisagem	Área em km ²	Porcentagem da Área Total
Terras Altas Arenosas com Contato (Ecótono e Enclave)	6	0,01 %
Terras Altas em Bacias Sedimentares com Contato (Ecótono e Enclave)	12	0,03 %
Terras Altas em Bacias Sedimentares com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	0,1	0,0002 %
Terras Altas no Cristalino com Cerrado	1	0,003 %
Terras Altas no Cristalino com Contato (Ecótono e Enclave)	93	0,24 %
Terras Altas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	23	0,05 %
Terras Altas no Cristalino com Floresta Seca	6	0,01 %
Terras Altas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Contato (Ecótono e Enclave)	142	0,36 %
Terras Altas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	13	0,03 %
Terras Baixas Arenosas com Contato (Ecótono e Enclave)	14	0,03 %
Terras Baixas Arenosas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	16	0,04 %
Terras Baixas Carbonáticas com Contato (Ecótono e Enclave)	753	1,95 %
Terras Baixas Carbonáticas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	207	0,53 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Cerrado	150	0,38 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Contato (Ecótono e Enclave)	811	2,10 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	428	1,11 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta Estacional da Caatinga	0,7	0,001 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta Seca	648	1,68 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta Úmida	65	0,17 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Formação Pioneira	50	0,13 %
Terras Baixas no Cristalino com Cerrado	87	0,22 %
Terras Baixas no Cristalino com Contato (Ecótono e Enclave)	11.654	30,23 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	18.365	47,64 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta Estacional da Caatinga	2	0,005 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta Seca	1.012	2,62 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta Úmida	13	0,03 %
Terras Baixas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Contato (Ecótono e Enclave)	464	1,20 %
Terras Baixas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	3.176	8,24 %
Corpo d'água	323	0,83 %

Fonte: O autor (2023).

No contexto geológico destacam-se as rochas carbonáticas da formação Olhos d'Água, na região do município de Paripiranga/BA, esse embasamento propicia uma melhor absorção da água e conseqüentemente permite um maior desenvolvimento

dos solos e da vegetação da Caatinga nessas áreas, isso repercute inclusive na manutenção da vegetação em anos considerados secos.

O climograma da cidade de Propriá demonstra clara transição para o domínio litorâneo da Mata Atlântica, apresentando sete meses considerados úmidos (entre março e setembro), o que destoa do comportamento climático característico do semiárido, não obstante a isto, a vegetação ainda apresenta espécies comuns da caatinga, de acordo com os dados do GBIF. Esta localidade se configura então como o limite final da área de transição, passando ao domínio pleno da Mata Atlântica.

No contexto da variação interanual da vegetação observa-se que a sua densidade está relacionada à proximidade com o litoral e com os maciços estruturais isolados do interior da depressão sertaneja, assim como em algumas áreas próximas ao baixo curso do Rio São Francisco. A variação da vegetação em anos secos e anos úmidos também deixa evidente a faixa de transição entre Caatinga-Mata Atlântica.

Os diferentes usos antrópicos nessas paisagens estão diretamente ligados com os condicionantes ambientais descritos. Há um predomínio da pecuária extensiva na porção mais árida (noroeste), e de cultivos de hortaliças e verduras na porção mais úmida da faixa de transição, chegando até o cultivo de fruticulturas na porção úmida no extremo sudeste.

Em relação as outras propostas de classificação, a região em questão não foi identificada individualmente, estando normalmente inserida dentro do contexto da Depressão Sertaneja. Quando tratada de maneira isolada, essas paisagens são descritas na literatura, dependendo do foco do trabalho, como Depressão Sertaneja Alagoana ou Depressão Sertaneja Sergipana.

Apesar de não ser descrita individualmente, essa região é demarcada cartograficamente com limites similares em diversas propostas, e que coincidem com os limites do atual trabalho. Há uma delimitação acordante no que se refere a porção sul da Borborema, oeste do Tucano-Jatobá, e a referida região (James, 1952; Rodrigues e Silva *et al.*, 2000; Souza *et al.*, 1992; Velloso; Sampaio; Pareyn, 2002; Cavalcanti, 2016).

Em termos gerais, a região supracitada se difere das suas correlatas (outras depressões sertanejas) pela proximidade com o litoral, ocasionando um “sertão mais brando” que os encontrados no interior do domínio semiárido, assim como pela transição para outro domínio, ao leste.

Figura 57 - Rio São Francisco, Depressão no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga, Delmiro Gouveia (AL).



Fonte: Fotografia de Antonio Almeida (2023).

Figura 58 - Pedra da Arara, Depressão e Planícies Fluviais com Contato (Caatinga-Mata Atlântica), Macambira e São Domingos (SE).



Fonte: Fotografia de Ricardo Silva (2023).

6.6 DEPRESSÃO CONTAS-PARAGUAÇU: CAATINGAS NO CRISTALINO

A região paisagística do Contas-Paraguaçu (Figura 59) corresponde a porção centro-sudeste do estado da Bahia, com destaque para as bacias hidrográficas do Rio das Contas (ao sul) e o Rio Paraguaçu (ao norte). O limite norte desta região paisagística é demarcado pela Depressão Sertaneja Setentrional, o limite noroeste pelas paisagens da Chapada Diamantina, e a sudoeste pela região do Espinhaço. Já a porção leste corresponde a faixa de transição para o domínio da Mata Atlântica.

Suas paisagens se diferem daquelas encontradas na Depressão Sertaneja Setentrional pela presença de um corredor ao norte formado por vegetação de contato (entre floresta estacional e caatinga propriamente dita) que se estende desde o município de Feira de Santana até Senhor do Bonfim. Ao sul desse corredor predominam as vegetações da caatinga, confinadas entre as vegetações de contato da Chapada Diamantina (oeste) e a faixa de transição para o Domínio da Mata Atlântica (leste).

De maneira simplificada têm-se três contextos diferentes de gênese dessas paisagens, relacionados as depressões interplanálticas, maciços do leste baiano, e uma pequena área de piemontes no contexto do Rio Paraguaçu. Os setores de depressões interplanálticas correspondem às sequências de patamares dissecados apresentados na paisagem rampas de pedimentos rochosos. Os maciços do leste baiano se destacam pela sua elevada topografia, com estrutura litológica relacionada ao Arqueano, apresentando rochas intensamente cisalhadas, fraturadas e dobradas. Já o piemonte do baixo Paraguaçu se caracteriza por orogênese paleo e mesoproterozóica, com rochas fortemente fraturadas pelas zonas de fraqueza da região (Corrêa *et al.*, 2019).

As paisagens predominantes são formadas por Terras Baixas no Cristalino com Floresta e Formação Lenhosas da Caatinga, com variação em Terras Altas nas áreas de maciços. Estão presentes ainda Terras Baixas no Cristalino com Contato. E em áreas menores, Terras Baixas e Terras Altas no Cristalino com Floresta Úmida, já na faixa de transição para o Domínio da Mata Atlântica.

O relevo dessa região paisagística apresenta as maiores cotas altimétricas nas áreas de contexto de maciços, com as principais dissecções relacionadas as bacias do Rio das Contas e do Rio Paraguaçu. Já os patamares mais dissecados estão localizados na região nordeste da área em questão.

As paisagens que se destacam nessa região são àquelas nas proximidades do município de Jacobina, com presença de floresta estacional da caatinga. Assim como porções de floresta úmida nos maciços, relacionadas as maiores cotas altimétricas e transição para o domínio vizinho.

As áreas de cada tipo de paisagem encontrado na referida região, assim como a porcentagem referente à sua área total, podem ser observadas na tabela a seguir:

Tabela 11 - Áreas dos Tipos de Paisagens encontrados na região paisagística da Depressão Contas-Paraguaçu.

Tipo de Paisagem	Área em km ²	Porcentagem da Área Total
Terras Altas Carbonáticas com Contato (Ecótono e Enclave)	0,7	0,001 %
Terras Altas no Cristalino com Contato (Ecótono e Enclave)	3.519	5,67 %
Terras Altas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	4.019	6,48 %
Terras Altas no Cristalino com Floresta Estacional da Caatinga	55	0,08 %
Terras Altas no Cristalino com Floresta Seca	2.734	4,41 %
Terras Altas no Cristalino com Floresta Úmida	54	0,08 %
Terras Altas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Contato (Ecótono e Enclave)	2	0,003 %
Terras Altas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	20	0,03 %
Terras Baixas Carbonáticas com Contato (Ecótono e Enclave)	9	0,01 %
Terras Baixas Carbonáticas com Floresta Estacional da Caatinga	0,2	0,0004 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Contato (Ecótono e Enclave)	500	0,80 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta Estacional da Caatinga	0,3	0,0006 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta Seca	262	0,42 %
Terras Baixas no Cristalino com Cerrado	0,1	0,0001 %
Terras Baixas no Cristalino com Contato (Ecótono e Enclave)	16.728	26,99 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	29.971	48,35 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta Estacional da Caatinga	875	1,41 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta Seca	2.570	4,14 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta Úmida	102	0,16 %
Terras Baixas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Contato (Ecótono e Enclave)	123	0,19 %
Terras Baixas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	156	0,25 %
Corpo d'água	268	0,43 %

Fonte: O autor (2023).

As informações de aridez do *Global Aridity Index* demonstram três principais centros de aridez, ao norte (na região de Nova Fátima, entre Jacobina e Feira de Santana), no centro (na região de Milagres), e na porção sudoeste (proximidades de Brumado). As áreas mais úmidas, por sua vez, estão na porção leste da região, na faixa de transição para o Domínio da Mata Atlântica, assim como em algumas áreas próximas a Chapada Diamantina.

No que corresponde a variação intranual das paisagens, o climograma referente ao município de Itaberaba apresenta sete meses considerados secos (entre abril e outubro), e cinco meses úmidos (entre novembro e março).

Já a variação interanual entre anos secos e anos úmidos demonstra que as áreas com maior cobertura vegetal são àquelas relacionadas aos maciços, e nas proximidades com a Chapada Diamantina, nos ambientes de maior umidade, já citados anteriormente. São nesses ambientes que a vegetação alcança a maior densidade nos anos úmidos. Fica evidente a relação entre o comportamento da cobertura vegetal e os índices de aridez das diversas áreas, onde a aridez é mais acentuada a cobertura vegetal não consegue apresentar níveis mais elevados, mesmo em anos considerados úmidos.

Em relação aos usos antrópicos permanecem os padrões do semiárido brasileiro, com predomínio da pastagem dedicada a pecuária. E as vegetações naturais condicionadas aos ambientes de maior declividade, que dificulta o uso dos maquinários.

Em outras classificações do semiárido brasileiro, por vezes essa região está inserida dentro do contexto da depressão sertaneja, mais precisamente a porção sul. Porém, em algumas classificações, a mesma também é entendida como uma paisagem que se difere daquela mais característica no semiárido brasileiro.

James (1952) identifica a faixa com alteração da paisagem, classificada como *The Itapicurú Drainage Way*, denotando a diferenciação da paisagem neste setor. O IBGE (1985) também faz uma diferenciação da referida região, separando-a da depressão sertaneja, identificada como unidade ambiental de superfícies aplainadas com caatinga.

De forma geral, nas demais classificações das paisagens semiáridas brasileiras, a região paisagística do Contas-Paraguaçu identificada na atual proposta é reconhecida como a porção sul da depressão sertaneja meridional (EMBRAPA, 1991; Souza *et al.*, 1992; Velloso, Sampaio, Pareyn, 2002).

Figura 60 - Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga sobre Depressão Cristalina, Caetanos (BA).



Fonte: Fotografia de Luan Banr.

Figura 61 - Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga sobre Depressão Cristalina, Rio Paraguaçu, Santa Terezinha (BA).



Fonte: Fotografia de Marcelo S. F.

6.7 CASA NOVA/XIQUE-XIQUE: CAATINGAS NO CRISTALINO COM SEDIMENTOS ARENOSOS

A região de Casa Nova/Xique-Xique (Figura 62) abrange as paisagens do sub-médio São Francisco a montante da barragem de Sobradinho, região noroeste da Bahia. É delimitada ao norte pela Região Paisagística da Depressão Sertaneja Meridional, a sudoeste pelo Médio São Francisco, a leste pela Chapada Diamantina, e ao sul pelo Espinhaço.

A diferenciação dessas paisagens para as regiões vizinhas se dá pela presença marcante de substrato arenoso, com destaque para as planícies aluviais do São Francisco, planícies flúvio-eólicas, além de áreas de contato vegetacional (Caatinga/Cerrado) no setor oeste.

As principais paisagens encontradas são as terras baixas no cristalino, sendo grande parte das mesmas com sedimentos arenosos, ora com Caatinga, na porção leste, ou com contato vegetacional, na porção oeste. Fica evidente que as áreas de contato da vegetação estão relacionadas àquelas paisagens com sedimentos arenosos, no setor oeste, enquanto no setor leste, sem a presença desses substratos, a Caatinga é predominante.

Essas paisagens estão inseridas dentro do contexto geotectônico do Cráton do São Francisco, com cobertura de sedimentos inconsolidados quaternários (associada a planícies aluvionares) e sedimentos arenosos inconsolidados com deposição eólica (forma de dunas fixas), além de coberturas sedimentares detríticas, cenozóicas (CPRM, 2006). Conseqüentemente os solos predominantes são Neossolos Quartzarênicos, com a presença ainda de Latossolos Amarelos. Os solos das áreas aluviais são profundos e apresentam boa fertilidade natural, estão presentes ainda ilhas fluviais com solos arenosos.

Essa região possui um relevo majoritariamente plano, fruto da erosão fluvial. As exceções de maior declividade estão relacionadas a Serra do Estreito, e nos limites com a Chapada Diamantina e a Serra do Espinhaço, onde ocorrem as maiores cotas altimétricas e os maiores índices de declividade.

Dentre as paisagens presentes nesses ambientes cabem destaque as dunas fixas continentais, localizadas principalmente nos municípios de Casa Nova e Pilão Arcado, que remetem a processos pretéritos de deposição eólica, a partir de sedimentos fornecidos pelo Rio São Francisco (Lira, 2014). Outra unidade que se sobressai é a Serra do Estreito, alcançando a cota altimétrica de 870 metros, com

orientação norte-sul, está localizada nos municípios de Barra, Buritirama e Pilão Arcado, trata-se da Formação Sítio Novo com presença de quartzito, metaconglomerado, filito e raro metadolomito (CPRM, 2006), apresentando vegetação de contato entre Caatinga e Cerrado.

As áreas de cada tipo de paisagem encontrado na referida região, assim como a porcentagem referente à sua área total, podem ser observadas na tabela a seguir:

Tabela 12 - Áreas dos Tipos de Paisagens encontrados na região paisagística de Casa Nova/Xique-Xique.

Tipo de Paisagem	Área em km ²	Porcentagem da Área Total
Terras Altas Arenosas com Cerrado	12	0,02 %
Terras Altas Arenosas com Contato (Ecótono e Enclave)	10	0,02 %
Terras Altas Arenosas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	3	0,006 %
Terras Altas em Bacias Sedimentares com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	2	0,006 %
Terras Altas no Cristalino com Cerrado	0,2	0,0004 %
Terras Altas no Cristalino com Contato (Ecótono e Enclave)	20	0,04 %
Terras Altas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	140	0,32 %
Terras Altas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Cerrado	74	0,17 %
Terras Altas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Contato (Ecótono e Enclave)	650	1,47 %
Terras Altas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	88	0,20 %
Terras Baixas Arenosas com Cerrado	17	0,04 %
Terras Baixas Arenosas com Contato (Ecótono e Enclave)	3.578	8,14 %
Terras Baixas Arenosas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	4.547	10,34 %
Terras Baixas Arenosas com Formação Pioneira	273	0,62 %
Terras Baixas Carbonáticas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	1.112	2,53 %
Terras Baixas Carbonáticas com Floresta Estacional da Caatinga	1	0,004 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Contato (Ecótono e Enclave)	402	0,91 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	1.549	3,52 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta Estacional da Caatinga	1.460	3,32 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Formação Pioneira	71	0,16 %
Terras Baixas no Cristalino com Cerrado	1	0,004 %
Terras Baixas no Cristalino com Contato (Ecótono e Enclave)	1.649	3,75 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	11.205	25,49 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta Estacional da Caatinga	134	0,30 %
Terras Baixas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Contato (Ecótono e Enclave)	6.271	14,27 %
Terras Baixas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	7.255	16,50 %
Corpo d'água	3.413	7,76 %

Fonte: O autor (2023).

Os dados do índice de aridez demonstram que a porção leste é mais árida, onde há um predomínio da caatinga, enquanto o setor oeste é mais úmido e com transição de Caatinga para Cerrado. O climograma do município de Barra demonstra seis meses considerados úmidos (entre novembro e abril) e outros seis meses secos

(entre maio e outubro). As mudanças interanuais da vegetação, em anos secos e anos chuvosos, demonstram um aumento na densidade da vegetação principalmente no setor sul e oeste da referida região, já o setor leste não apresenta grande alteração na densidade da vegetação nesses períodos.

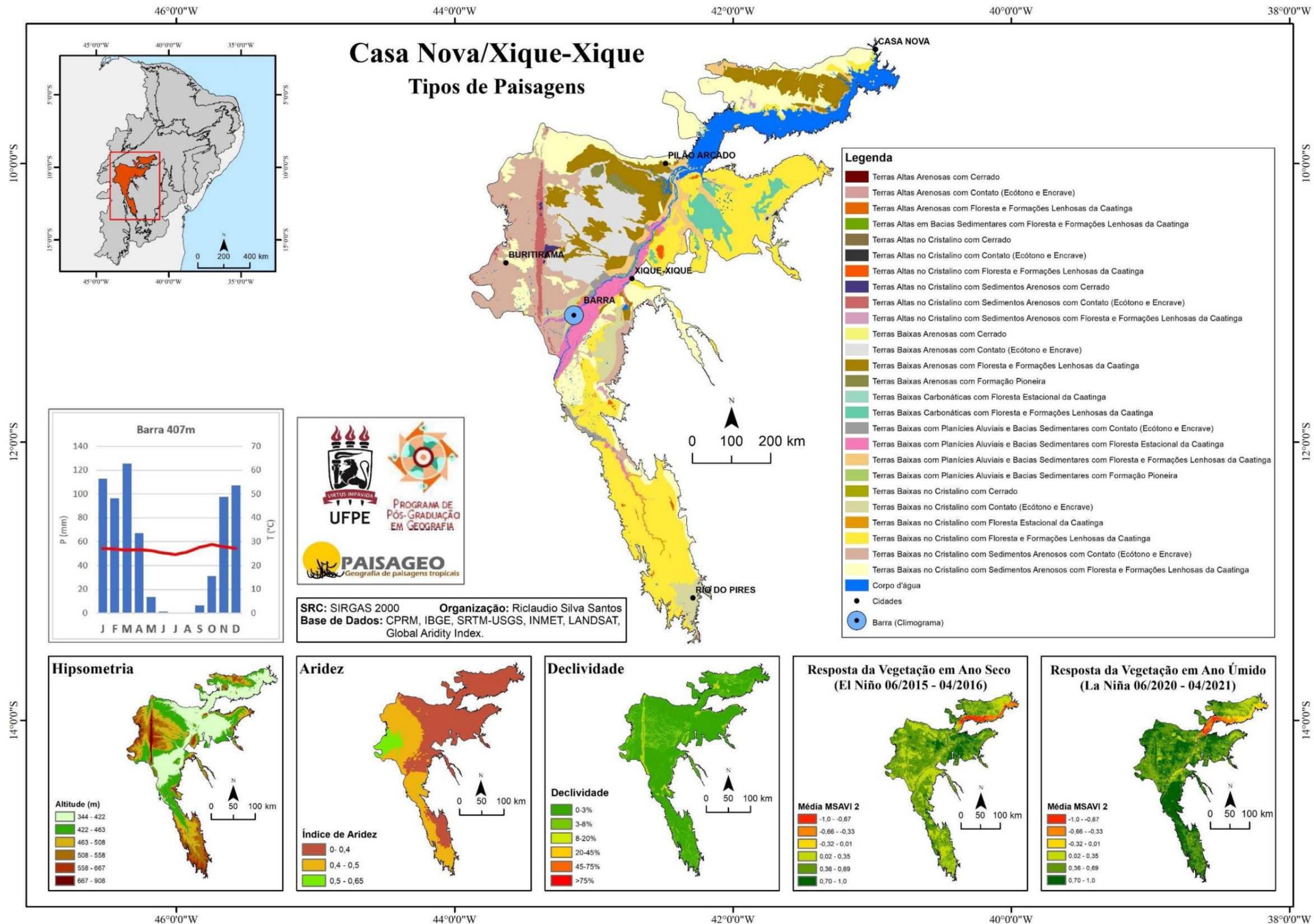
No que tange os usos antrópicos, estão presentes grandes propriedades, com predomínio da pecuária (bovinocultura e caprinocultura), além de agricultura de subsistência (milho, feijão, mandioca), por vezes em cultivos irrigados, mais frequentes nos ambientes próximos ao canal principal do Rio São Francisco (EMBRAPA, 1991). No caso específico das grandes áreas aluviais (Carinhanha e Xique-Xique), há um adensamento histórico das atividades antrópicas, já que essas áreas dispõem de um grande potencial hídrico e pedológico dentro do contexto do semiárido.

Em outras classificações das paisagens semiáridas brasileiras, a região aqui apresentada por vezes está inserida no contexto da Depressão do São Francisco (IBGE, 1985), Depressão Sertaneja e Dunas Continentais (EMBRAPA, 1991), Depressão Sertaneja Meridional e Dunas do São Francisco (Velloso; Sampaio; Pareyn, 2002), ou simplesmente Depressão Sertaneja (Souza *et al.*, 1992; Rodriguez *et al.*, 2017). Na proposta de Cavalcanti (2016) são destacadas as dunas e os pedimentos. E dentro das perspectivas ecológicas, Tres *et al.* (2020) identifica a região como Florestas Muito Secas.

Fica evidente que, dentro da literatura da paisagem, a referida região normalmente é englobada na delimitação da depressão sertaneja, entretanto, possui uma característica específica que recebe destaque, as dunas continentais do São Francisco, que por vezes são reconhecidas como uma unidade distinta já nos trabalhos apresentados durante o século XX.

Assim, as paisagens dessa região possuem uma diferenciação ocasionada pelos processos erosivos do Rio São Francisco, que forneceram um vasto aporte de sedimentos e permitiram a formação de substratos arenosos consideráveis, dentro do contexto ambiental em questão, chegando até mesmo há formação de um sistema de dunas fixas. Dentro da classificação de biomas de Walter (1986) a área em questão pode ser entendida como um pedobioma, que influenciada pelo substrato, apresenta uma paisagem distinta daquela esperada para a zona climática onde a mesma está inserida.

Figura 62 - Mapa da Região Paisagística de Casa Nova/Xique-Xique.



Fonte: O autor (2023).

Figura 63 - Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga sobre Planícies Aluviais e Dunas, Rio São Francisco, Xique-Xique (BA).



Fonte: Fotografia de Belquior.

Figura 64 - Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga sobre Maciço Isolado e Planícies Aluviais, Rio São Francisco e reservatório de Sobradinho, Casa Nova (BA).



Fonte: Fotografia de Arthur Silva.

6.8 MÉDIO SÃO FRANCISCO: TRANSIÇÃO CAATINGA/CERRADO NO CRISTALINO

A Região Paisagística do Médio São Francisco (Figura 65) está localizada na porção sudoeste do Domínio Semiárido da Caatinga, abrangendo áreas do sul do Piauí, oeste da Bahia, e norte de Minas Gerais. É delimitada ao norte pela região da Serra das Confusões/Gueguéia, e a leste pelas regiões de Casa Nova/Xique Xique e Espinhaço, já em seus limites oeste e sul ocorre a transição para o bioma do Cerrado.

Essa área se difere das suas circunvizinhas pela fitofisionomia, por ser uma área de transição para o bioma do Cerrado, e pela sua geomorfologia, pelos platôs da bacia do São Francisco e pela depressão do médio São Francisco.

Os principais tipos de paisagens encontrados são Terras Baixas no Cristalino com Contato e Floresta Estacional da Caatinga, e Terras Altas Carbonáticas com Contato, essas últimas condicionadas aos platôs.

Esta porção do Cráton do São Francisco é marcada por sedimentos inconsolidados quaternários (areia, argila, cascalho) associados a terraços aluvionares, nas proximidades do canal principal do São Francisco. Coberturas detrito-lateríticas e carbonáticas cenozóicas, nas áreas de depressão. Sequências metassedimentares, principalmente metacalcários com intercalações de metassedimentos, nos platôs. E complexos granitóides e gnaisses na porção sudeste (CPRM, 2006).

Sobre essa litologia se desenvolvem solos associados aos tipos de rochas presentes na base da paisagem. Neossolos Flúvicos, na drenagem do São Francisco. Cambissolos Háplicos, nas áreas carbonáticas. Latossolos Vermelhos (e Vermelho-Amarelos), nas áreas de coberturas detríticas. E Planossolos Háplicos, nas áreas de granitóides e gnaisses. Nesses substratos se desenvolve a caatinga hipoxerófila e hiperxerófila, com trechos de floresta caducifólia. Estão presentes ainda espécies do Cerrado, que revelam um ambiente de transição para este outro bioma. Estando a maior densidade da cobertura vegetal relacionada com as áreas de Latossolos.

O relevo da região apresenta as maiores cotas altimétricas nos platôs da bacia do São Francisco, onde estão os maiores índices de declividade. Já as demais áreas apresentam relevo rebaixado e plano, dissecado ao longo do tempo pela erosão fluvial do São Francisco.

As áreas de cada tipo de paisagem encontrado na referida região, assim como a porcentagem referente à sua área total, podem ser observadas na tabela a seguir:

Tabela 13 - Áreas dos Tipos de Paisagens encontrados na região paisagística do Médio São Francisco.

Tipo de Paisagem	Área em km ²	Porcentagem da Área Total
Terras Altas Arenosas com Cerrado	2.478	2,30 %
Terras Altas Arenosas com Contato (Ecótono e Enclave)	182	0,16 %
Terras Altas Carbonáticas com Cerrado	515	0,47 %
Terras Altas Carbonáticas com Contato (Ecótono e Enclave)	6.055	5,62 %
Terras Altas em Bacias Sedimentares com Cerrado	1.848	1,71 %
Terras Altas em Bacias Sedimentares com Contato (Ecótono e Enclave)	1.418	1,31 %
Terras Altas em Bacias Sedimentares com Floresta Estacional da Caatinga	822	0,76 %
Terras Altas no Cristalino com Cerrado	1.116	1,03 %
Terras Altas no Cristalino com Contato (Ecótono e Enclave)	1.715	1,59 %
Terras Altas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	78	0,07 %
Terras Altas no Cristalino com Floresta Estacional da Caatinga	6.058	5,63 %
Terras Altas no Cristalino com Floresta Seca	474	0,44 %
Terras Altas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Cerrado	366	0,34 %
Terras Altas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Contato (Ecótono e Enclave)	706	0,65 %
Terras Altas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	1	0,001 %
Terras Baixas Arenosas com Cerrado	89	0,08 %
Terras Baixas Arenosas com Contato (Ecótono e Enclave)	7	0,006 %
Terras Baixas Arenosas com Formação Pioneira	2	0,002 %
Terras Baixas Carbonáticas com Contato (Ecótono e Enclave)	2.792	2,59 %
Terras Baixas Carbonáticas com Floresta Estacional da Caatinga	6.162	5,72 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Cerrado	153	0,14 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Contato (Ecótono e Enclave)	1.007	0,93 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	8	0,008 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta Estacional da Caatinga	4.170	3,87 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta Seca	277	0,25 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Formação Pioneira	581	0,54 %
Terras Baixas no Cristalino com Cerrado	1.033	0,96 %
Terras Baixas no Cristalino com Contato (Ecótono e Enclave)	34.560	32,12 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	219	0,20 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta Estacional da Caatinga	29.753	27,65 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta Seca	175	0,16 %
Terras Baixas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Contato (Ecótono e Enclave)	2.034	1,89 %
Corpo d'água	722	0,67 %

Fonte: O autor (2023).

A respeito das características climáticas, as paisagens mais áridas são aquelas da porção leste, tornando-se mais úmidas em direção a oeste e sudoeste (em direção ao bioma do Cerrado). O climograma do município de Bom Jesus da Lapa apresenta cinco meses úmidos (entre novembro e março) e sete meses secos (entre abril e outubro). As maiores médias de temperatura são nos meses de setembro, outubro e novembro, atingindo temperaturas médias próximas aos 30 °C.

A variação interanual da vegetação segue o padrão de relação com os índices de aridez, onde a umidade é maior a vegetação consegue ampliar sua densidade nos

anos úmidos, já nos ambientes mais áridos a densidade da vegetação tem um aumento menos expressivo. Apesar disso, percebe-se que toda a região em questão apresenta uma diferença significativa em sua cobertura vegetal em anos úmidos.

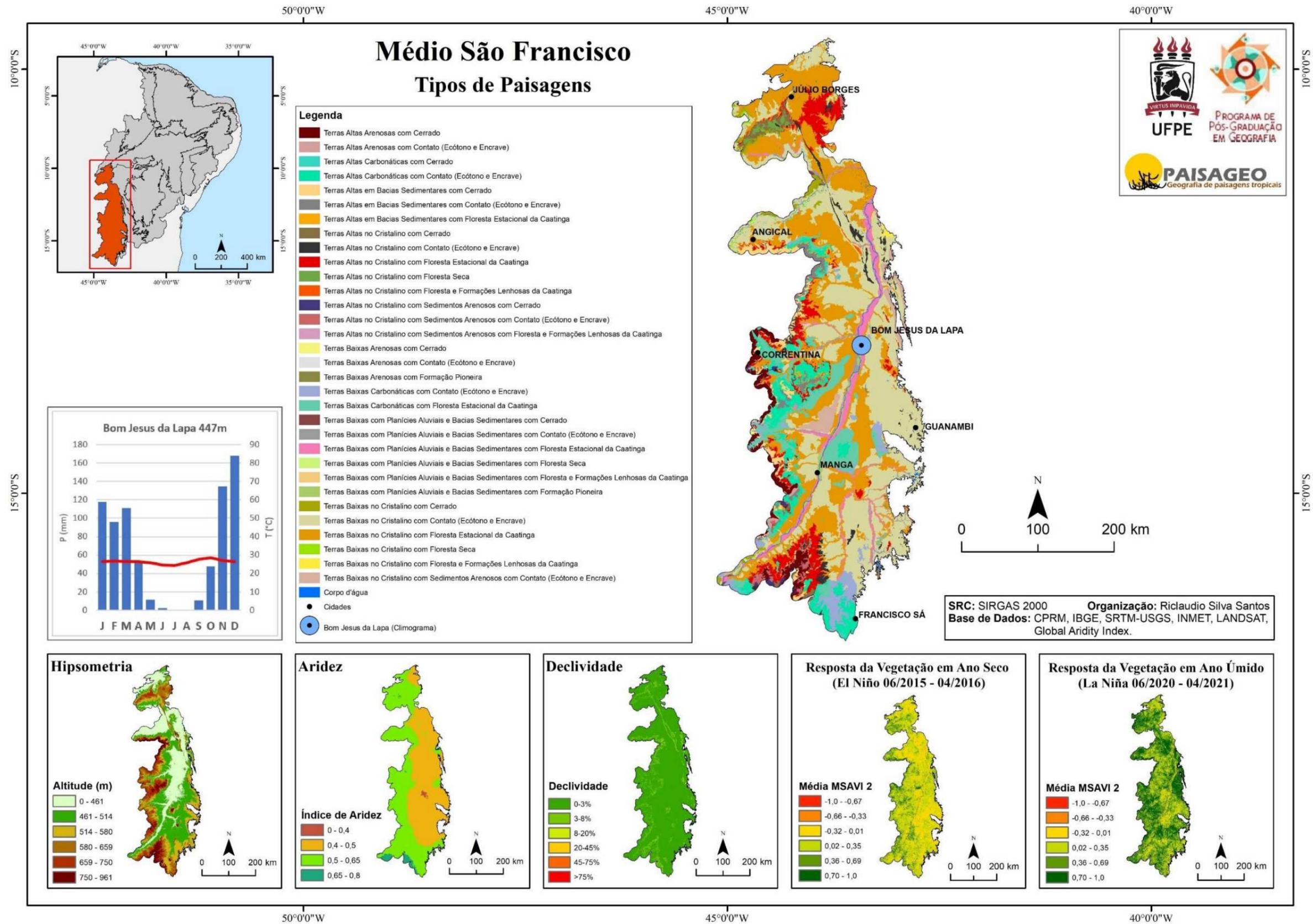
As paisagens de destaque dessa região estão relacionadas ao Vale do São Francisco, de alto interesse econômico e científico. Nos trechos próximos à cidade de Xique-Xique destaca-se uma planície de paleomeandros, além de planície flúvio-eólicas, nas proximidades da comunidade de Mocambo dos Ventos, município de Barra (Santos e Latrubesse, 2022).

Os dados de uso e cobertura da terra do Mapbiomas para a área, no período de 1985 a 2020, revelam uma diminuição da Formação Savânica, com crescimento principalmente das pastagens e dos mosaicos de agricultura e pastagem. Nesse contexto se destacam os municípios de Malhada e Iuiú, na Bahia, onde predominam mosaicos de agricultura. Seguindo o padrão da região, as atividades principais são aquelas relacionadas a pecuária bovina, com perímetros irrigados destinados a fruticultura, próximos ao São Francisco, além da implantação das plantações de soja, mais recentes e em expansão.

Nas classificações pretéritas do semiárido brasileiro que englobam essa área, a região em questão é identificada como Depressão do São Francisco e Chapada Ocidental do São Francisco (IBGE, 1985), Ecossistemas das Caatingas Sertanejas (Coelho, 1988), Depressões no embasamento cristalino do escudo pré-cambriano com Savana Seca Subequatorial (Isachenko e Shliapnikov, 1989), Depressão Sertaneja, Grandes Áreas Aluviais e Superfícies Cársticas (EMBRAPA, 1991), Depressão Sertaneja e Planaltos com Coberturas Calcárias (Souza *et al.*, 1992), Depressão Sertaneja Meridional e Caatinga do Oeste do São Francisco (Velloso; Sampaio; Pareyn, 2002), Depressão Sertaneja (Rodríguez *et al.*, 2017), Patamares, Colinas e Planícies com Caatingas (Cavalcanti, 2016), Floresta Seca e Floresta Seca Premontana (Tres *et al.*, 2020), e Depressão Sertaneja e do São Francisco (Ross *et al.*, 2022).

De maneira geral percebe-se que a região paisagística do Médio São Francisco, dentro da literatura dos estudos da paisagem, está inserida no contexto da Depressão Sertaneja, em seu setor Meridional. Por vezes a mesma também é identificada levando em consideração a Depressão do Rio São Francisco, diferenciando também as áreas de maior altitude, relacionadas ao embasamento de rochas carbonáticas.

Figura 65 - Mapa da Região Paisagística do Médio São Francisco.



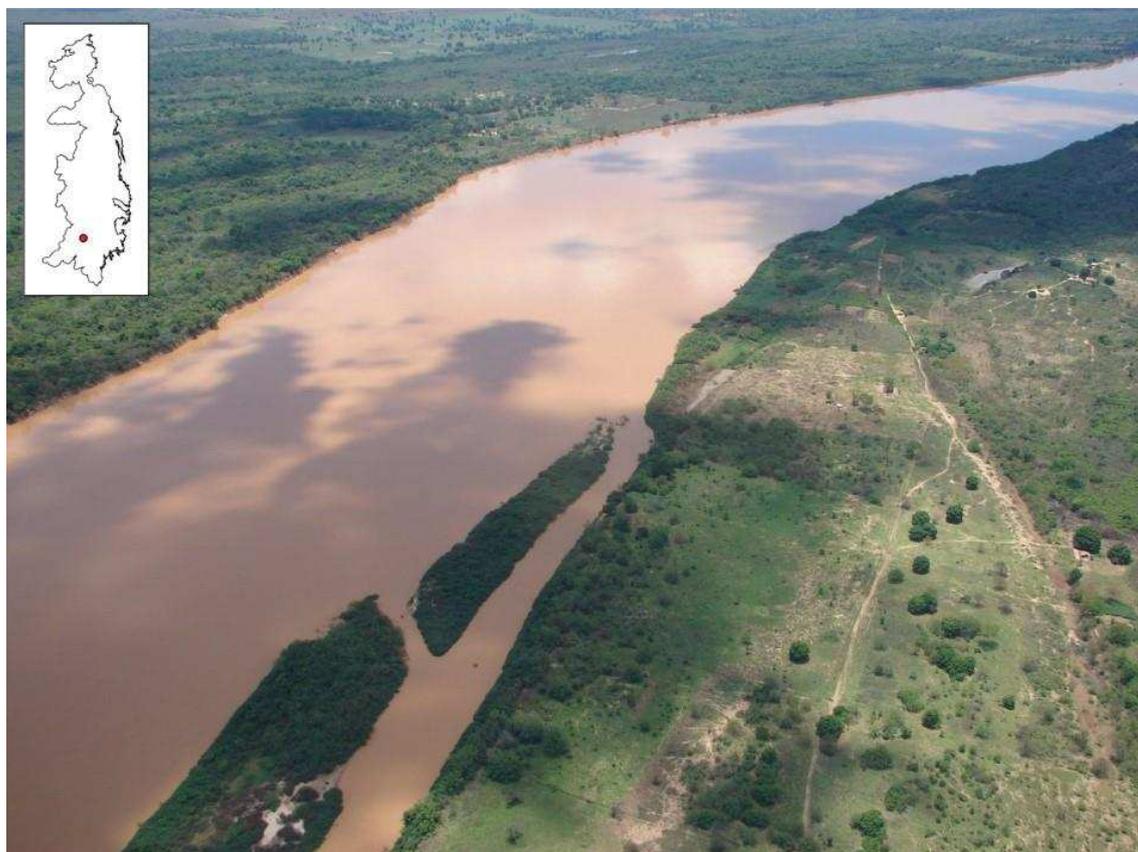
Fonte: O autor (2023).

Figura 66 - Contato Caatinga/Cerrado em Platô Sedimentar, Serra Branca, Angical (BA).



Fonte: Fotografia de Vagno Vilas Boas.

Figura 67 - Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga sobre Planície Fluvial, Rio São Francisco, Itacarambi (MG).



Fonte: Fotografia de Eduardo Gomes.

6.9 ARARIPE: ÁREAS DE EXCEÇÃO CERRADO/FLORESTA ATLÂNTICA EM PLATÔ SEDIMENTAR

A região do Araripe (Figura 68) está localizada entre as Depressões Sertanejas Setentrional e Meridional, marcando a divisão das mesmas juntamente com os Planaltos Sertanejos. Abrangendo áreas dos estados do Ceará, Pernambuco, e uma pequena porção do Piauí. Além do próprio planalto do Araripe, essa região paisagística abrange ainda paisagens a nordeste (barlavento), mais úmidas e com contato vegetacional.

Essas paisagens se diferenciam das suas circunvizinhas desde o seu embasamento sedimentar, sua geomorfologia resultante de soerguimento, e vegetação com espécies do Cerrado, com alta diversidade (Costa e Araújo, 2007) e trechos de Mata Úmida, legalmente considerada como Mata Atlântica, podendo ser classificada ainda como Floresta Estacional Semidecidual ou Floresta Tropical Subcaducifólia (IBGE, 2008).

A gênese dessas paisagens está relacionada ao rifteamento do Oceano Atlântico, com reativamento no transcurso do Mesozoico, sua geomorfologia decorre do processo de inversão de relevo e soerguimento da bacia (Corrêa *et al.*, 2019).

A chapada do Araripe apresenta um platô de aproximadamente 8.000 km², com cotas altimétricas atingindo 1.000 metros, com médias em torno dos 800 metros. As maiores declividades estão relacionadas as bordas da bacia soerguida e áreas a barlavento, já o topo do platô, por sua vez, apresenta superfície plana.

A litologia dessa estrutura sedimentar é bastante complexa, dentro do contexto geral cabe destaque para os arenitos e argilitos das formações Missão Velha e Brejo Santo, arenitos da Formação Exu, calcários laminados e folhelhos da Formação Crato, e arenitos, calcários e folhelhos da Formação Romualdo. Sobre essa litologia se desenvolvem Latossolos Vermelho-Amarelos, Argissolos Vermelhos, e Neossolos Litólicos.

A vegetação dessas áreas apresenta setores de Caatinga, na porção oeste, Cerrado no setor leste, e Floresta Úmida (Floresta Estacional Sempre-Verde) na borda nordeste do planalto. A distribuição da vegetação está ligada ao posicionamento geográfico desses diferentes setores, mais úmidos (setor leste, barlavento), ou mais áridos (setor oeste, sotavento).

As informações do índice de aridez demonstram dois setores bem definidos, um mais úmido, a leste, que recebe as chuvas do avanço da ZCIT (escarpas a

barlavento), e outro setor mais árido, a oeste, onde as escarpas a sotavento estão condicionadas à semiaridez mais acentuada. O climograma do município de Barbalha apresenta um período chuvoso de seis meses (de dezembro a maio) e um igual período seco (entre junho a novembro). Sendo importante ressaltar que esse município está localizado na porção mais úmida da região.

As áreas de cada tipo de paisagem encontrado na referida região, assim como a porcentagem referente à sua área total, podem ser observadas na tabela a seguir:

Tabela 14 - Áreas dos Tipos de Paisagens encontrados na região paisagística do Araripe.

Tipo de Paisagem	Área em km ²	Porcentagem da Área Total
Terras Altas Arenosas com Contato (Ecótono e Enclave)	9	0,06 %
Terras Altas Arenosas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	89	0,60 %
Terras Altas Carbonáticas com Contato (Ecótono e Enclave)	371	2,51 %
Terras Altas Carbonáticas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	400	2,71 %
Terras Altas em Bacias Sedimentares com Contato (Ecótono e Enclave)	3.295	22,33 %
Terras Altas em Bacias Sedimentares com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	2.548	17,26 %
Terras Altas em Bacias Sedimentares com Floresta Estacional da Caatinga	39	0,26 %
Terras Altas no Cristalino com Contato (Ecótono e Enclave)	315	2,13 %
Terras Altas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	798	5,40 %
Terras Altas no Cristalino com Floresta Estacional da Caatinga	12	0,08 %
Terras Altas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Contato (Ecótono e Enclave)	32	0,22 %
Terras Altas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	102	0,69 %
Terras Baixas Arenosas com Contato (Ecótono e Enclave)	266	1,80 %
Terras Baixas Arenosas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	54	0,36 %
Terras Baixas Carbonáticas com Contato (Ecótono e Enclave)	239	1,62 %
Terras Baixas Carbonáticas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	412	2,79 %
Terras Baixas Carbonáticas com Floresta Estacional da Caatinga	12	0,08 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Contato (Ecótono e Enclave)	1.842	12,48 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	229	1,55 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta Estacional da Caatinga	58	0,39 %
Terras Baixas no Cristalino com Contato (Ecótono e Enclave)	3.267	22,13 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	100	0,67 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta Estacional da Caatinga	3	0,02 %
Terras Baixas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Contato (Ecótono e Enclave)	233	1,57 %
Terras Baixas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	0,08	0,0005 %
Corpo d'água	18	0,12 %

Fonte: O autor (2023).

A respeito das variações interanuais da vegetação, observa-se três contextos diferentes de mudanças da cobertura vegetal nos anos secos e úmidos. A porção nordeste do planalto do Araripe, local ocupado por Florestas Sempre-Verdes, é ocupada por uma cobertura vegetal significativa tanto em anos úmidos como também

em anos secos. O setor leste da região, de maior umidade, apresenta um maior desenvolvimento da cobertura vegetal nos anos de maior precipitação de chuvas. Em contra partida, no setor oeste, mais árido, mesmo em anos considerados úmidos a vegetação não apresenta uma cobertura densa.

A respeito das atividades antrópicas predominam sistemas de policulturas relacionadas a pecuária, com pequenos estabelecimentos que produzem uma diversidade de produtos (milho, feijão, mandioca, algodão, batata, café). Se comparada com o contexto geral do semiárido, a região se distingue por estabelecimentos menores e por uma produção mais diversificada.

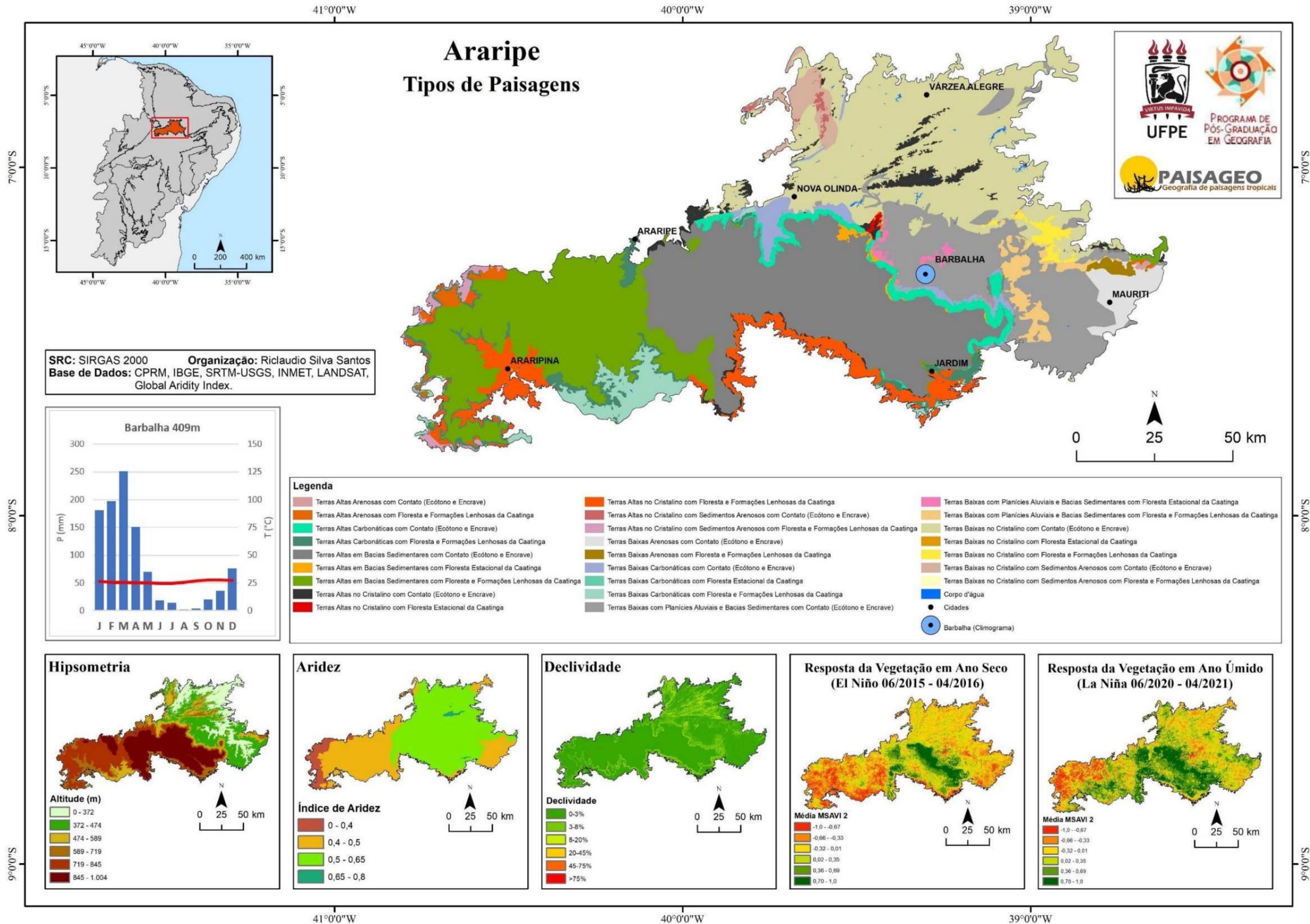
Mesmo sendo uma área menor na perspectiva da extensão, o Araripe é uma paisagem que frequentemente é identificada separadamente, sendo uma unidade já consolidada dentro da literatura dos estudos da paisagem. Porém, devido essa extensão reduzida, nem sempre está presente nas classificações, podendo estar inserido dentro do contexto da Depressão Sertaneja, a depender do nível de detalhamento do mapeamento, por exemplo na proposta de Coelho (1988).

James (1952) identifica a mesma dentro da classe de Planaltos de Arenito, é identificada como Chapada do Araripe (IBGE, 1985), Platôs Elevados em Arenito Residual (Isachenko e Shliapnikov, 1989), Chapadas Altas (EMBRAPA, 1991), Planaltos Sedimentares (Souza, *et al.*, 1992), Complexo Ibiapaba-Araripe (Velloso; Sampaio; Pareyn, 2002), Planalto Borborema-Araripe (Rodriguez, *et al.*, 2017), Planaltos Sedimentares, Chapadas e Chapadões (BNB, 2005), Patamares em Rochas Sedimentares com Caatinga (Cavalcanti, 2016), Floresta Muito Seca Premontana (Tres, *et al.*, 2020).

De acordo com essas classificações, nota-se que os critérios que identificam o Araripe estão relacionados a litologia sedimentar (arenito) ou a geomorfologia (planalto), que torna essas paisagens exceções na Depressão Sertaneja. Entretanto, não estão presentes dentro das propostas pretéritas citadas neste trabalho, identificações que particularizem essas paisagens a partir da vegetação.

Neste sentido, um elemento que distingue a presente proposta das pretéritas é a identificação das paisagens imediatamente a nordeste do Araripe, sendo essas mais úmidas e com presença de contatos vegetacionais.

Figura 68 - Mapa da Região Paisagística do Araripe.



Fonte: O autor (2023).

Figura 69 - Área de Exceção Floresta Atlântica/Caatinga sobre Platô Sedimentar, Crato (CE).



Fonte: Fotografia de Riclaudio Silva (2017).

Figura 70 - Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga sobre Planalto Sedimentar, Ipubi (PE).



Fonte: Fotografia de William de Alencar (2020).

6.10 BORBOREMA: CAATINGAS NO CRISTALINO COM SOERGUMENTO DIFERENCIAL

A Região Paisagística da Borborema (Figura 71) está localizada na região nordeste do Semiárido Brasileiro, abrangendo áreas do estado de Pernambuco, Paraíba, e Rio Grande do Norte. É delimitada ao norte pela Depressão Sertaneja Setentrional, a oeste pela Depressão Sertaneja Central, e a sudoeste pelo Tucano-Jatobá e a Depressão Sertaneja Oriental.

Os principais elementos que diferenciam as paisagens da Borborema daquelas do seu entorno são, as terras altas dos maciços remobilizados, principalmente na porção sudoeste, a faixa de transição para o bioma da Mata Atlântica, a sudeste, e as áreas com sedimentos arenosos e ressaltos estruturais mais isolados, ao norte.

A gênese dessas paisagens já foi apresentada de forma detalhada por Corrêa *et al.* (2010), que demonstra como o Planalto da Borborema reflete a uma série de pulsos epirogenéticos, relacionados a ruptura de Gondwana, e em momento posterior, ao magmatismo continental Cenozoico. Os autores destacam ainda os três níveis hierárquicos de compartimentos morfoestruturais: o macrodomo correspondente à Província Borborema, incluindo suas bacias fanerozóicas, o planalto stricto sensu e seus compartimentos.

As paisagens que predominam são terras altas, relacionadas aos maciços remobilizados do planalto stricto sensu, ora com predomínio da Caatinga, ora em contato vegetacional (Caatinga/Mata Atlântica), além de areais mais rebaixadas, relacionadas as cimeiras da Borborema, frequentemente com substrato arenoso e predomínio da Caatinga.

Sua litologia apresenta principalmente rochas resistentes como migmatito, quartzito, metadiorito e anfibólio. Sobre essas rochas se desenvolvem principalmente Neossolos e Luvisolos, e em menores áreas, Planossolos, Argissolos e Vertissolos.

A respeito da espacialização da vegetação, têm-se uma faixa de transição para o bioma da Mata Atlântica, a sudeste, e conforme se avança para o interior do continente, predominam a Caatinga hiperxerófitas (encontradas normalmente abaixo de 650m, de menor porte e mais esparsa) e a Caatinga hipoxerófitas (ocorrendo acima de 650m, com maior porte e mais densa). Sendo possível encontrar ainda núcleos de Floresta Úmida em setores do interior, relacionados às altitudes mais elevadas dos maciços remobilizados.

As áreas de cada tipo de paisagem encontradas na referida região, assim como a porcentagem referente à sua área total, podem ser observadas na tabela a seguir:

Tabela 15 - Tipos de Paisagens encontrados na Região Paisagística da Borborema.

Tipo de Paisagem	Área em km ²	Porcentagem da Área Total
Terras Altas Arenosas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	319	0,63 %
Terras Altas em Bacias Sedimentares com Contato (Ecótono e Enclave)	5	0,01 %
Terras Altas em Bacias Sedimentares com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	582	1,14 %
Terras Altas em Bacias Sedimentares com Floresta Estacional da Caatinga	4	0,009 %
Terras Altas no Cristalino com Contato (Ecótono e Enclave)	1.639	3,23 %
Terras Altas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	6.174	12,17 %
Terras Altas no Cristalino com Floresta Estacional da Caatinga	3	0,006 %
Terras Altas no Cristalino com Floresta Seca	746	1,47 %
Terras Altas no Cristalino com Floresta Úmida	448	0,88 %
Terras Altas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Contato (Ecótono e Enclave)	2.188	4,31 %
Terras Altas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	9.007	17,75 %
Terras Baixas Arenosas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	58	0,11 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Contato (Ecótono e Enclave)	0,8	0,001 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	214	0,42 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta Estacional da Caatinga	4	0,009 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta Seca	11	0,02 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta Úmida	1	0,002 %
Terras Baixas no Cristalino com Contato (Ecótono e Enclave)	2.970	5,85 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	16.279	32,08 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta Estacional da Caatinga	116	0,22 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta Seca	999	1,97 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta Úmida	243	0,48 %
Terras Baixas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Contato (Ecótono e Enclave)	1.076	2,12 %
Terras Baixas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	7.433	14,65 %
Corpo d'água	198	0,39 %

Fonte: O autor (2023).

É de fundamental importância esclarecer a existência de duas áreas de depressões, apresentadas na proposta de compartimentação morfoestrutural do Planalto da Borborema por Corrêa *et al.* (2010), que fazem parte da megageomorfologia da Borborema, e que não foram consideradas nesta região paisagística, por apresentar características em suas paisagens semelhantes às áreas das Depressões Sertanejas. Sendo elas, a Depressão Intraplánáltica do Ipanema, citada anteriormente, e a Depressão Intraplánáltica do Pajeú. Assim, fica evidenciado

que, apesar dessas duas áreas possuírem sua morfogênese ligada a megageomorfologia da Borborema, suas paisagens formadas por compartimentos rebaixados e marcada dissecação apresentam características com maior similaridade àquelas encontradas nas Depressões Sertanejas.

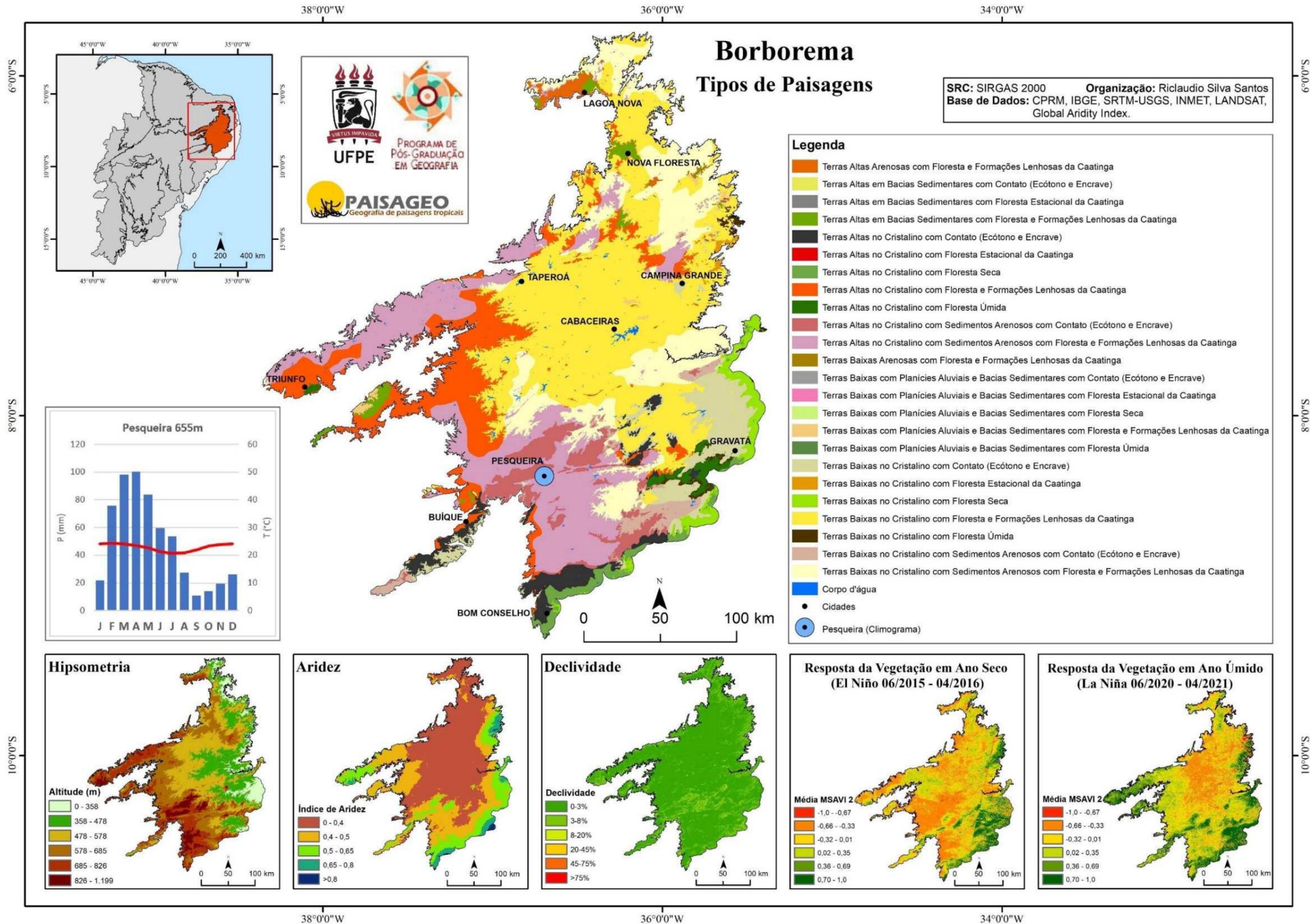
A respeito das características climáticas dessa região, a faixa leste, mais próxima do litoral, apresenta maior umidade. A aridez aumenta em direção ao interior da região, com exceção das áreas elevadas dos maciços remobilizados. A porção de maior aridez está relacionada ao núcleo de desertificação do Seridó, nos estados do Rio Grande do Norte e Paraíba (Perez-Marín *et al.*, 2012). O climograma do município de Pesqueira (655 m) apresenta um período úmido de seis meses (entre fevereiro e julho) e um igual período seco (entre agosto e janeiro). Cabe destacar que o referido município se encontra numa área mais úmida que a porção centro-norte da região.

A respeito da variação interanual da vegetação, percebe-se uma faixa com maior densidade na vegetação, a leste, influenciada pela proximidade com o litoral e mais frequente atuação dos DOLs (Distúrbios Ondulatórios de Leste), essa região permanece com maior densidade da vegetação mesmo em anos considerados secos. No caso da porção interior da região, a cobertura vegetal é mais esparsa, e apresenta uma maior variação entre os anos secos e úmidos. As únicas áreas do interior que permanecem com a vegetação mais densa estão relacionadas às maiores altitudes.

Os usos antrópicos dessa região paisagística estão relacionados à sistemas de policultura-pecuária, mais precisamente ovinocultura de corte e leite, avicultura e caprinocultura, nas produções agrícolas destacam-se o feijão, milho, mandioca, algodão, banana e café.

Em outras classificações do Semiárido Brasileiro a Borborema é identificada como Maciços da Borborema (James, 1952), Superfícies Elevadas da Borborema (IBGE, 1985), Planalto Cristalino Pré-cambriano com Intrusões (batólitos) com Floresta Tropical Úmida, Savana Seca Subequatorial e Savana Seca Tropical (Isachenko e Shliapnikov, 1989), Planalto da Borborema (EMBRAPA, 1991; Souza *et al.*, 1992; Velloso; Sampaio; Pareyn, 2001), e Planalto Borborema-Araripe (Rodríguez *et al.*, 2017). Nas demais classificações a Borborema é identificada de maneira mais genérica, na mesma categoria de outras áreas, como Colinas do Cristalino com Caatingas (Cavalcanti, 2016), Floresta Seca Premontana (Tres *et al.*, 2020), ou Planaltos do Nordeste Oriental (Ross *et al.*, 2022).

Figura 71 - Mapa da Região Paisagística da Borborema.



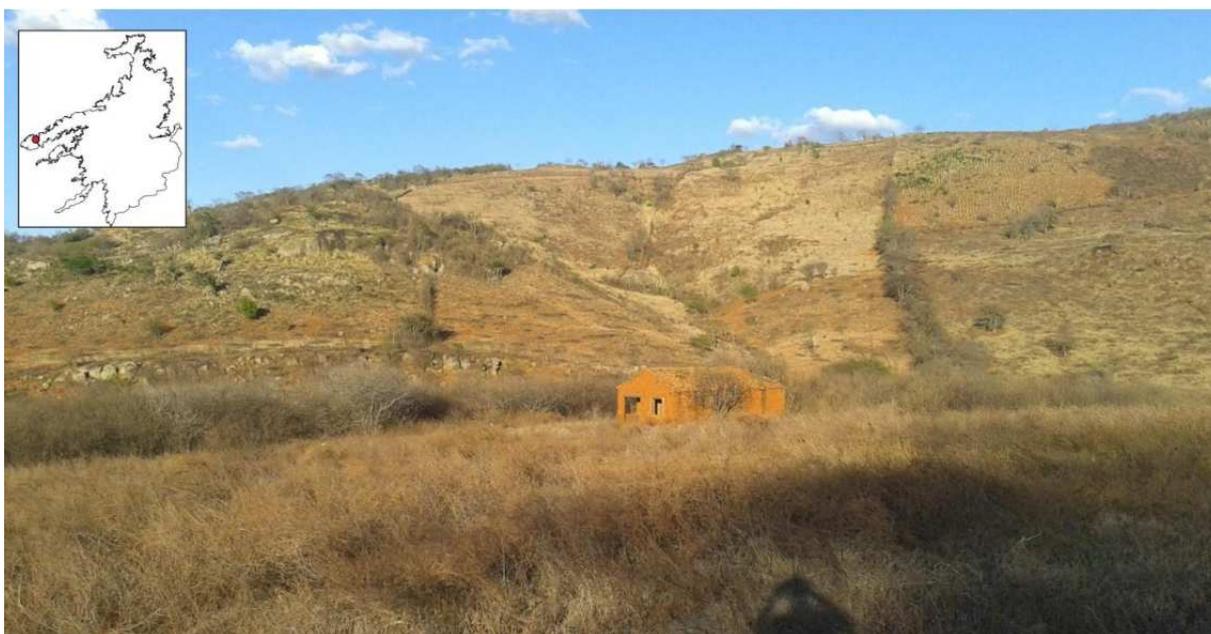
Fonte: O autor (2023).

Figura 72 - Planalto no Cristalino com Sedimentos Arenosos e Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga, Pesqueira (PE).



Fonte: Fotografia de Daniel de Lira (2023).

Figura 73 - Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga sobre Planalto Cristalino, São José de Princesa (PB).



Fotografia de Genildo Ferreira (2021).

6.11 TUCANO-JATOBÁ: CAATINGAS E CONTATO EM BACIA SEDIMENTAR SOERGUIDA

A região paisagística do Tucano-Jatobá (Figura 74) abrange áreas do nordeste da Bahia, e centro-sul pernambucano. É delimitada a leste pela Depressão Sertaneja Oriental, a oeste e norte pela Depressão Sertaneja Central, e a nordeste pela Borborema.

A diferença dessas paisagens para as vizinhas está atrelada a gênese das mesmas. O rifteamento que promoveu a abertura da bacia permitiu o seu preenchimento com os sedimentos que ocuparam os espaços de acomodação originados pela tectônica distensiva. Esse rift, abortado pelo obstáculo estrutural do Lineamento Pernambuco, originou um ambiente de sedimentos do Paleozoico e do Mesozoico (Corrêa *et al.*, 2019) criando uma unidade geomorfológica sedimentar, posteriormente soerguida, que separou a Depressão Sertaneja Central da porção Oriental.

As paisagens predominantes estão atreladas a terras baixas da depressão da bacia sedimentar e terras altas dos platôs, com predomínio de caatingas na porção norte, e áreas de contato (Caatinga/Cerrado e Caatinga/Mata Atlântica). Cabe destaque para ocorrência de vegetação do Cerrado e Mata Atlântica na porção sul da região, em direção ao Recôncavo Baiano, um ambiente de transição para paisagens mais úmidas.

O relevo dessa região é formado por terras baixas nos setores já exumados das depressões intraplanálticas e terras altas representadas pelos planaltos tabulares, na porção centro-norte do Tucano (separados pela drenagem do Rio Vaza-Barris) e na porção sudeste do Jatobá, com destaque para as bordas do planalto sedimentar. As áreas de maior declividade estão relacionadas as bordas da bacia e a porção central do Tucano.

Ao pesquisar espécies da família *Fabaceae* no município de Tucano, Cardoso e Queiroz (2007) verificaram que há uma diversidade relativamente alta da vegetação quando comparado com outros levantamentos já realizados no semiárido. Foi verificado que das 74 espécies amostradas, 27 são consideradas endêmicas do Bioma Caatinga. De acordo com os autores supracitados, os resultados das pesquisas nesses ambientes reforçam a tese da caatinga possuir uma vegetação autóctone, e mesmo assim, com heterogeneidade ambiental. Enfatizando ainda a diferenciação

das caatingas presentes em substrato arenoso, fruto de rochas sedimentares, daquelas formadas sobre solos provenientes do embasamento de rochas cristalinas.

As áreas de cada tipo de paisagem encontradas na referida região, assim como a porcentagem referente à sua área total, podem ser observadas na tabela a seguir:

Tabela 16 - Áreas dos Tipos de Paisagens encontrados na Região Paisagística do Tucano-Jatobá.

Tipo de Paisagem	Área em km ²	Porcentagem da Área Total
Terras Altas Arenosas com Contato (Ecótono e Enclave)	1.167	3,56 %
Terras Altas Arenosas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	1.310	3,99 %
Terras Altas Carbonáticas com Contato (Ecótono e Enclave)	29	0,09 %
Terras Altas Carbonáticas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	11	0,03 %
Terras Altas em Bacias Sedimentares com Contato (Ecótono e Enclave)	89	0,27 %
Terras Altas em Bacias Sedimentares com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	467	1,42 %
Terras Baixas Arenosas com Cerrado	238	0,72 %
Terras Baixas Arenosas com Contato (Ecótono e Enclave)	4.786	14,60 %
Terras Baixas Arenosas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	9.309	28,39 %
Terras Baixas Arenosas com Formação Pioneira	75	0,22 %
Terras Baixas Carbonáticas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	130	0,39 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Cerrado	1.860	5,67 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Contato (Ecótono e Enclave)	7.827	23,87 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	4.870	14,85 %
Terras Baixas no Cristalino com Cerrado	4	0,01 %
Terras Baixas no Cristalino com Contato (Ecótono e Enclave)	6	0,02 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	35	0,10 %
Terras Baixas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	6	0,01 %
Corpo d'água	555	1,69 %

Fonte: O autor (2023).

Entre as paisagens de destaque dessa região estão as do Parque Nacional do Catimbau, localizado na região nordeste do Jatobá, município de Buíque/PE, com destaque para a geomorfologia dos arenitos da Formação Tacaratu. O Catimbau foi reconhecido como uma Unidade de Conservação por decreto federal em 2002, considerada uma área de grande importância biológica e arqueológica, além de geográfica, geomorfológica e geológica (Corrêa; Cavalcanti; Lira, 2015).

Os dados de aridez demonstram que os setores mais úmidos são aqueles das áreas elevadas nas bordas do Jatobá e na porção sudeste do Tucano. Por sua vez, os setores mais áridos correspondem às áreas a oeste e norte do Tucano e quase a totalidade do Jatobá. O climograma do município de Cipó, na Bahia, apresenta um

período de cinco meses úmidos (entre março e julho) e sete meses secos (entre agosto e fevereiro).

A variação da vegetação nos anos secos e úmidos apresenta relação com a altitude e com a umidade dos ambientes. A cobertura vegetal é maior em áreas de maior altitude (platôs e bordas do planalto sedimentar) e no setor sul, mais úmido, na área de transição para a Mata Atlântica e com presença de Cerrado. Os ambientes mais áridos e de menor altitude apenas conseguem desenvolver a cobertura vegetal nos anos úmidos.

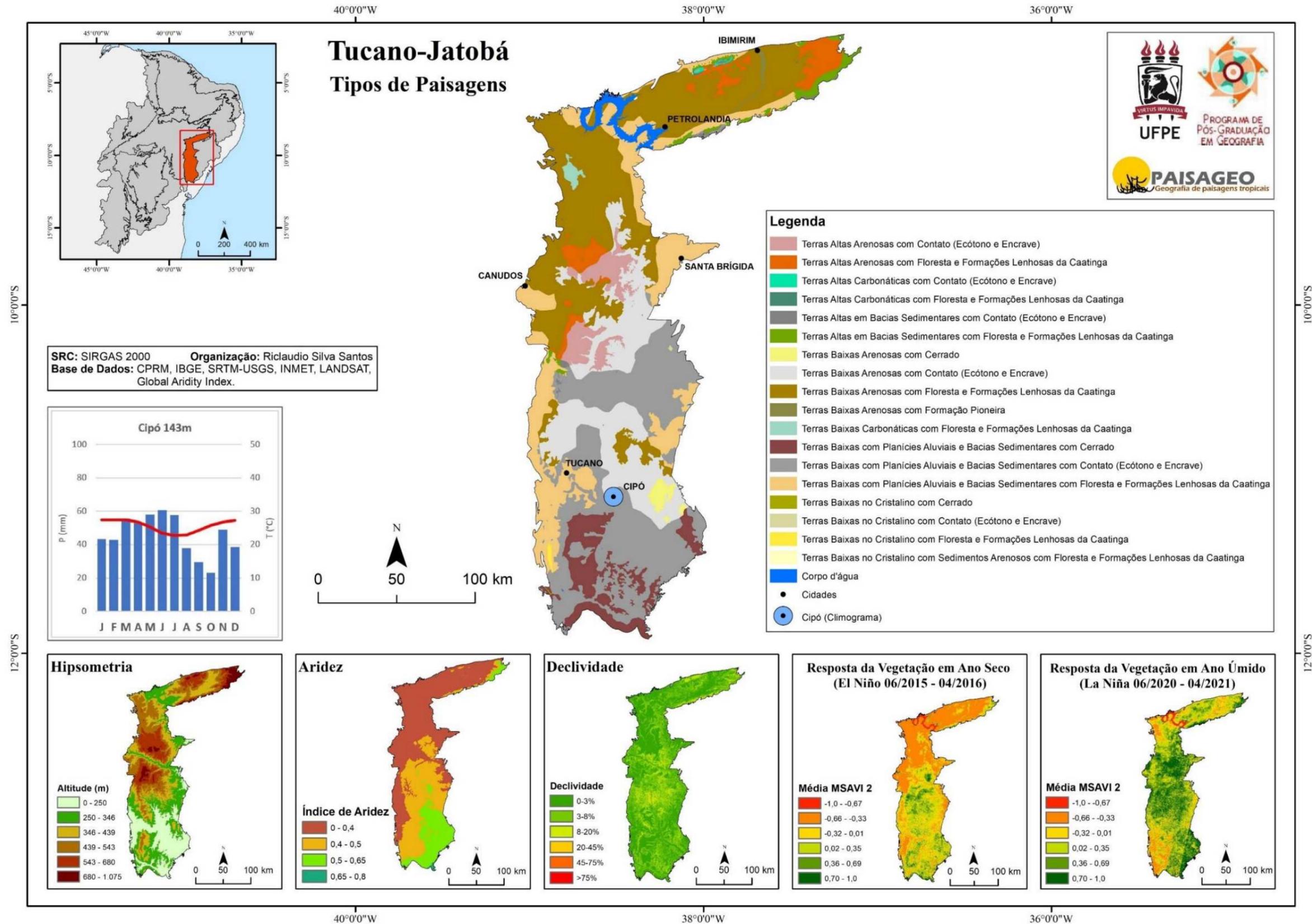
Em relação aos usos antrópicos permanece o padrão de pecuária extensiva, e nos setores mais férteis a agricultura é diversificada, com pequenas propriedades produtoras de hortaliças, de acordo com informações do ZANE (EMBRAPA, 1991) e do Mapbiomas (2020).

O Tucano-Jatobá é uma região mapeada individualmente em algumas propostas, reconhecida como A Bacia Sedimentar da Bahia (James, 1952), Bacias Sedimentares com Depósitos Mesozoicos e Paleozoicos Elevados ou em Planícies com Savana Seca Subequatorial (Isachenko e Shliapnikov, 1989), e como Raso da Catarina (Velloso; Sampaio; Pareyn, 2002). Em outros trabalhos de classificação das paisagens do semiárido essa região é agrupada a outras áreas de contexto ambiental similar, reconhecida como Bacias Sedimentares (EMBRAPA, 1991), Planaltos Sedimentares (Souza *et al.*, 1992), Colinas em Rochas Sedimentares (Cavalcanti, 2016), e Planaltos do Nordeste Oriental (Ross *et al.*, 2022).

Existem ainda outros sistemas de classificações que não identificam cartograficamente os limites do Tucano-Jatobá (Vasconcelos Sobrinho, 1970; IBGE, 1985; Coelho, 1988; Andrade, 1998; Rodriguez *et al.*, 2017; Sayre *et al.*, 2014; Tres *et al.*, 2020).

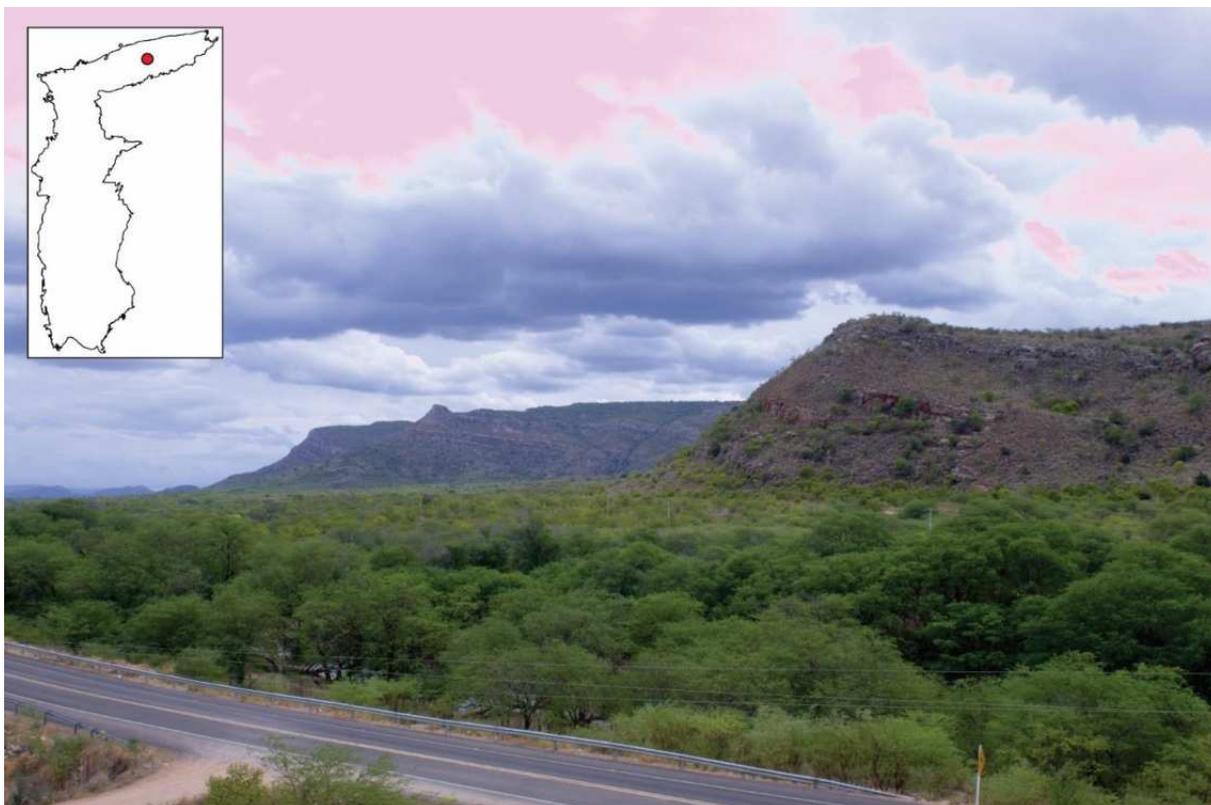
A identificação do Tucano-Jatobá está ligada a duas características das propostas, a utilização ou não da geologia na identificação das paisagens, e a escala do trabalho. Evidentemente, os trabalhos com abordagens focadas na ecologia, com maior enfoque em características da vegetação, não identificam regiões com particularidades geológicas ou geomorfológicas. E aqueles aplicados em todo o território nacional, ou áreas ainda maiores, por vezes acabam generalizando regiões menores.

Figura 74 - Mapa da Região Paisagística do Tucano-Jatobá.



Fonte: O autor (2023).

Figura 75 - Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga sobre o Planalto e Depressão Intermontana Sedimentar do Jatobá, Inajá (PE).



Fonte: Fotografia de George Oliveira (2021).

Figura 76 - Depressão em Bacia Sedimentar com Solos Arenosos e Floresta e Formação Lenhosa da Caatinga, Tucano Norte, Rodelas (BA).



Fonte: Fotografia de Daniel de Lira (2022).

6.12 CHAPADA DIAMANTINA: CAMPOS RUPESTRES EM METASSEDIMENTOS DOBRADOS E CAATINGAS DAS DEPRESSÕES CÁRSTICAS

A região paisagística da Chapada Diamantina (Figura 77) está localizada no centro do estado da Bahia. Seu limite norte e nordeste é marcado pela litologia cristalina da Depressão Sertaneja Central, os limites sudeste e sul são marcados pela terrenos cristalinos rebaixados da região do Contas-Paraguaçu. E sua porção sudoeste pelas terras altas do Espinhaço e a oeste os terrenos arenosos da região de Casa Nova/Xique-Xique.

Essa região paisagística se diferencia principalmente pela sua litologia (com destaque para as rochas carbonáticas), pela sua geomorfologia de terras altas, além da presença da vegetação do Cerrado nesse planalto localizado dentro do Domínio Semiárido da Caatinga, tornando essa região uma importante área de exceção do Semiárido Brasileiro.

A gênese dessa paisagem está atrelada aos esforços compressivos da orogênese Brasileira, que resultou em sequências de dobras dos metassedimentos com presença de quartzitos e metarenitos. Essa região do Cráton do São Francisco apresenta uma complexa litologia, com relações entre a Serra do Espinhaço e a Chapada Diamantina. Sendo que esta última se destaca pela presença de sua plataforma carbonática (Corrêa *et al.*, 2019).

As paisagens predominantes são terras baixas de litologia carbonática e formações da caatinga, representadas pelas depressões interplanálticas em plataformas carbonáticas. E terras altas com cerrado e áreas de contato vegetacional, representados pelos platôs elevados formados por metarenitos com campos rupestres.

Toda a região da Chapada Diamantina é reconhecida por sua importância turística e científica. Desde 17 de setembro de 1985, a partir do Decreto Federal nº 91.655 foi instituído o Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD).

A respeito das características climáticas dessa região percebe-se uma maior umidade e regimes de chuvas na porção sul, e aridez mais elevada na porção norte. Também há um aumento da aridez no sentido leste a oeste, com as vertentes a leste mais úmidas e a porção a oeste mais árida. Em termos gerais essa região apresenta uma maior oferta de chuvas se comparada com as regiões semiáridas adjacentes.

Pode-se observar essa singularidade climática dentro do Semiárido Brasileiro pelo climograma da cidade de Lençóis, que apresenta considerável regime de chuvas,

com um período de nove meses considerados chuvosos (entre outubro e junho) e três meses secos (entre julho e setembro).

As áreas de cada tipo de paisagem encontradas na referida região, assim como a porcentagem referente à sua área total, podem ser observadas na tabela a seguir:

Tabela 17 - Áreas dos Tipos de Paisagens encontrados na região paisagística da Chapada Diamantina.

Tipo de Paisagem	Área em km ²	Porcentagem da Área Total
Terras Altas Carbonáticas com Cerrado	6	0,006 %
Terras Altas Carbonáticas com Contato (Ecótono e Enclave)	2.247	2,57 %
Terras Altas Carbonáticas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	10.764	12,32 %
Terras Altas no Cristalino com Cerrado	4.673	5,35 %
Terras Altas no Cristalino com Contato (Ecótono e Enclave)	13.455	15,40 %
Terras Altas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	7.556	8,64 %
Terras Altas no Cristalino com Floresta Estacional da Caatinga	5.165	5,91 %
Terras Altas no Cristalino com Floresta Seca	1	0,001 %
Terras Altas no Cristalino com Floresta Úmida	368	0,42 %
Terras Altas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Cerrado	4.958	5,67 %
Terras Altas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Contato (Ecótono e Enclave)	12.359	14,14 %
Terras Altas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	2.472	2,82 %
Terras Baixas Carbonáticas com Contato (Ecótono e Enclave)	336	0,38 %
Terras Baixas Carbonáticas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	8.592	9,83 %
Terras Baixas Carbonáticas com Floresta Estacional da Caatinga	2.093	2,39 %
Terras Baixas no Cristalino com Cerrado	88	0,10 %
Terras Baixas no Cristalino com Contato (Ecótono e Enclave)	1.089	1,24 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	2.753	3,15 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta Estacional da Caatinga	7.970	9,12 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta Úmida	2	0,002 %
Terras Baixas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Contato (Ecótono e Enclave)	337	0,38 %
Terras Baixas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	8	0,009 %
Corpo d'água	55	0,06 %

Fonte: O autor (2023).

Quanto à cobertura da vegetação, a Chapada Diamantina se destaca principalmente pelas formações de vegetação de Cerrado, representada por Campo Cerrado e Cerrado "propriamente dito" (Savana Arborizada, na classificação do IBGE), e Campo-sujo-de-cerrado e Cerrado de Pantanal (Savana Parque, na classificação do IBGE), estando localizadas principalmente nas áreas de relevo mais elevado dos platôs. Já nas depressões intraplanálticas carbonáticas predominam a

Savana-Estépica Arborizada e Florestada. Apresentando ainda áreas de contato de Savana Estépica/Floresta Estacional.

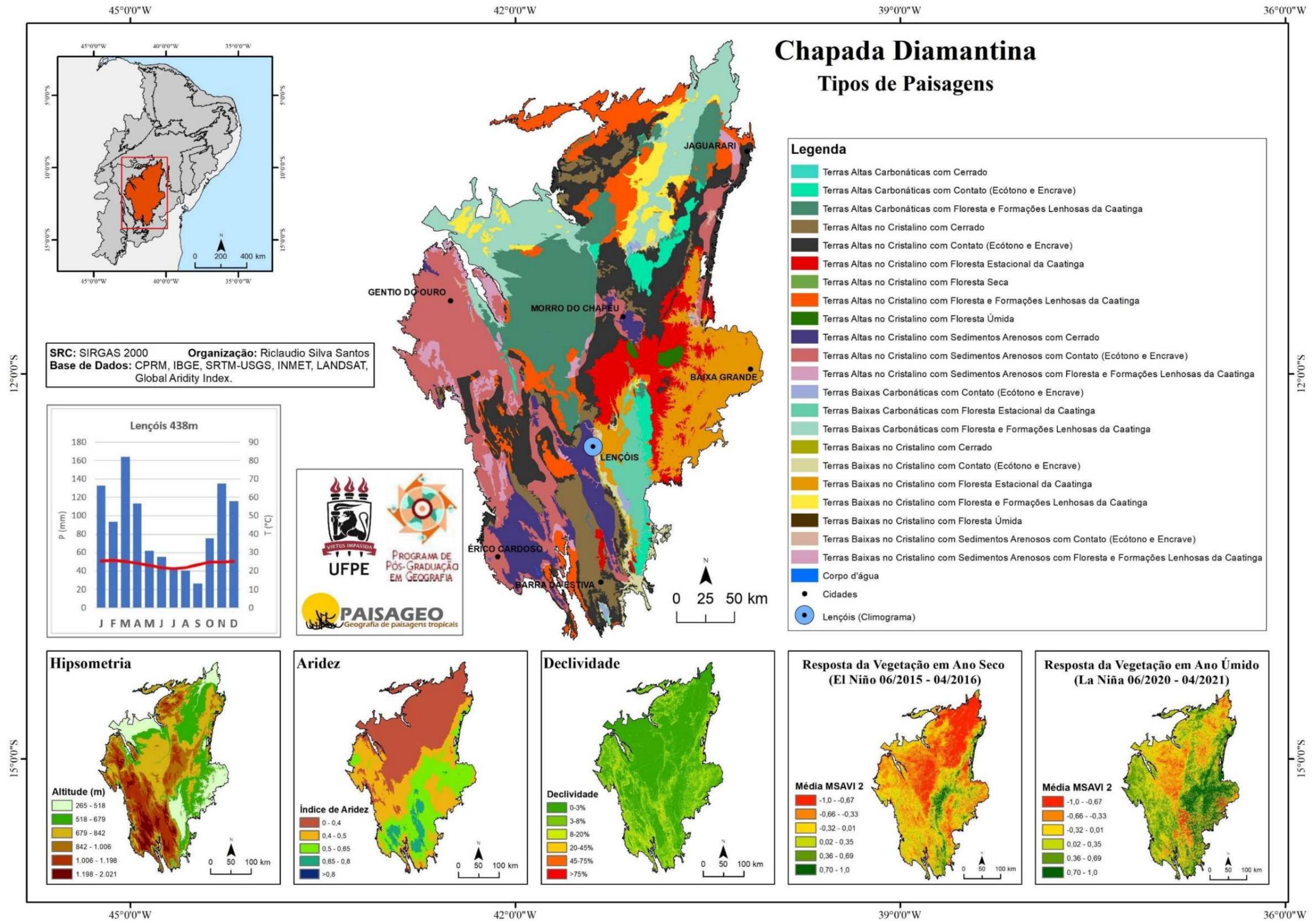
A variação interanual da vegetação revela uma área que permanece com boa densidade mesmo em anos considerados secos, uma faixa no sentido sudoeste-nordeste, abrangendo áreas dos municípios de Lençóis, Jacobina e Senhor do Bonfim. Essas áreas mais verdes correspondem às vertentes a leste (barlavento). Já nas áreas mais rebaixadas e de embasamento carbonático predomina uma vegetação mais escassa, que depende do regime de chuva favorável para se desenvolver. De maneira geral, a porção leste é mais vegetada que os ambientes a oeste, mais árido e conseqüentemente com menor cobertura vegetal.

A respeito dos usos antrópicos estão presentes médias e pequenas propriedades que desempenham atividades de pecuária, principalmente nos ambientes mais secos, já no âmbito da agricultura estão presentes as culturas de subsistência (milho, feijão, mandioca, arroz), nos ambientes mais úmidos. Gradativamente a região vem ganhando destaque em atividades turísticas, com destaque para a cidade de Lençóis e o interesse nas cavernas carbonáticas.

As representações cartográficas da Chapada Diamantina apresentam caracterizações e delimitações diversas. Entre aquelas que reconhecem seus limites, e individualizam a mesma, cabe destaque: a proposta de James (1952) que reconhece sua porção leste como Serra da Jacobina; dentro das Unidades Ambientais do IBGE (1985), reconhecida como Chapada Diamantina, porém mapeada de forma mais alongada que os produtos cartográficos mais atuais; Isachenko e Shliapnikov (1989) reconhece a região como Platôs Elevados em arenito residual (Chapadas) com Savana Seca Subequatorial; na proposta do ZANE da EMBRAPA (1991) a região é formada pelas Unidades Geoambientais das Superfícies Cársicas (J), Chapada Diamantina (D) e Maciços e Serras Altas (S); Souza *et al.* (1992) identifica a Chapada Diamantina e Encostas do Planalto Baiano; Velloso, Sampaio e Pareyn (2002) chamam de Complexo da Chapada Diamantina; e Rodriguez *et al.* (2017) identifica o Planalto da Chapada Diamantina.

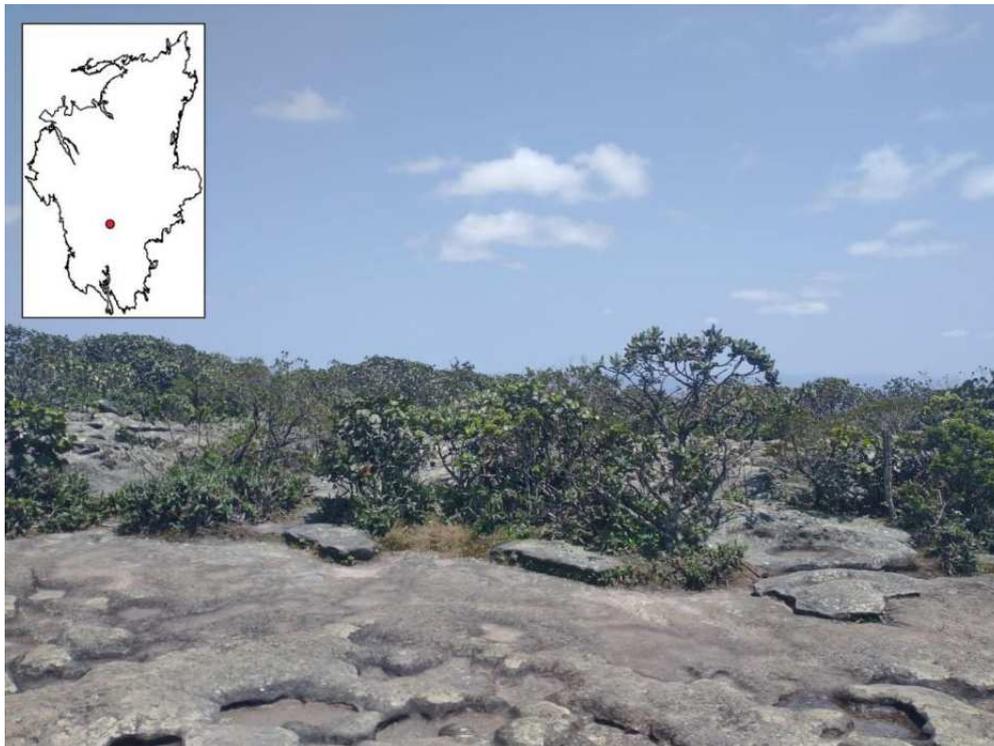
Nas demais classificações estudadas são utilizados termos genéricos que abrangem outras regiões do Semiárido Brasileiro, sem referir-se especificamente a região Diamantina. Relacionados à atual proposta, percebe-se que os limites cartográficos da região são mais similares às aquelas propostas que levam em consideração a geologia e os dados de altitude como critério de mapeamento.

Figura 77 - Mapa da Região Paisagística da Chapada Diamantina.



Fonte: O autor (2023).

Figura 78 - Fragmento de Campo Rupestre (Cerrado) em platô metassedimentar, Palmeiras (BA).



Fonte: Fotografia de Jonas Herisson (2023).

Figura 79 - Campos Rupestres (Cerrado) em platôs metassedimentares e floresta e formações lenhosas da caatinga em depressões cársticas, Palmeiras e Lençóis (BA).



Fonte: Fotografia de Jonas Herisson (2023).

6.13 ESPINHAÇO: TRANSIÇÃO CAATINGA/CERRADO/MATA ATLÂNTICA EM PLANALTO CRISTALINO

A região paisagística do Espinhaço (Figura 80) está localizada na região centro-sul da Bahia, alcançando uma pequena porção do norte de Minas Gerais, correspondendo mais precisamente a porção setentrional da Serra do Espinhaço. É delimitada a nordeste pelas depressões da região de Casa Nova/Xique-Xique, a leste pela Chapa Diamantina e pela depressão da região do Contas-Paraguaçu. Já o limite oeste é marcado pelo contato com as coberturas sedimentares do Médio São Francisco.

Por se tratar de um planalto com extensas faixas quartzíticas essa região se diferencia pelo relevo elevado, conservados pela erosão diferencial. E quanto as fitofisionomias essa região apresenta uma transição para o Bioma Cerrado.

A gênese dessas paisagens está relacionada às orogenias do Paleozoico e Mesoproterozoico responsáveis pela formação da geomorfologia elevada do centro-sul e centro-norte da Bahia. As falhas compressivas de tipo empurrão da Orogênese Transamazônica e Brasiliana marcam o limite com o Planalto Sedimentar da Chapada Diamantina (Corrêa *et al.*, 2019).

Nessa região predominam paisagens com terras altas (planalto) com embasamento cristalino (predomínio de quartzitos) e fitofisionomia de contato entre Caatinga e Cerrado. Além da presença predominante desses dois domínios, é possível encontrar ainda, na literatura da vegetação da região, exemplares de Mata Atlântica (Oliveira-Filho, 2010).

As maiores altitudes estão associadas as linhas de cristas quartzíticas centrais, atingindo mais de 1500 metros de altitude. Esse planalto é marcado por uma drenagem que corta transversalmente as principais estruturas, resultado do soerguimento desse setor.

A base geológico-geomorfológica dá suporte a diversidade biológica da Cadeia do Espinhaço, fazendo da mesma uma importante região com grande biodiversidade, de extrema importância científica, sendo um divisor dos três grandes biomas da Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica. Este mosaico de biomas favorece também o surgimento de um mosaico de biodiversidade, tendo em vista que estes ecótonos facilitam a adaptação de diversas espécies, originários de biomas diferentes (Gontijo, 2008).

A maior aridez dessa região está presente no setor leste, nos municípios de Presidente Jânio Quadros, Maetinga e Caraíbas. A umidade aumenta em direção a porção oeste da região, e ao sul na transição para o Cerrado. O climograma do município de Caetité apresenta seis meses úmidos (entre outubro e março), e um igual período seco (entre abril e setembro).

As áreas de cada tipo de paisagem encontrado na referida região, assim como a porcentagem referente à sua área total, podem ser observadas na tabela a seguir:

Tabela 18 - Áreas dos Tipos de Paisagens encontrados na região paisagística do Espinhaço.

Tipo de Paisagem	Área em km²	Porcentagem da Área Total
Terras Altas Carbonáticas com Cerrado	0,6	0,002 %
Terras Altas Carbonáticas com Contato (Ecótono e Enclave)	23	0,07 %
Terras Altas em Bacias Sedimentares com Contato (Ecótono e Enclave)	0,5	0,001 %
Terras Altas em Bacias Sedimentares com Floresta Estacional da Caatinga	0,2	0,0007 %
Terras Altas no Cristalino com Cerrado	3.611	11,72 %
Terras Altas no Cristalino com Contato (Ecótono e Enclave)	12.513	40,63 %
Terras Altas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	5.177	16,81 %
Terras Altas no Cristalino com Floresta Estacional da Caatinga	4.301	13,96 %
Terras Altas no Cristalino com Floresta Seca	1.798	5,83 %
Terras Altas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Cerrado	846	2,74 %
Terras Altas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Contato (Ecótono e Enclave)	2.480	8,05 %
Terras Altas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	5	0,01 %
Terras Baixas Carbonáticas com Contato (Ecótono e Enclave)	0,005	-
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Contato (Ecótono e Enclave)	0,5	0,001 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta Estacional da Caatinga	0,006	-
Terras Baixas no Cristalino com Cerrado	3	0,009 %
Terras Baixas no Cristalino com Contato (Ecótono e Enclave)	5	0,01 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	4	0,01 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta Estacional da Caatinga	6	0,02 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta Seca	0,06	0,0002 %
Terras Baixas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Contato (Ecótono e Enclave)	1	0,003 %
Corpo d'água	16	0,05 %

Fonte: O autor (2023).

A variação da vegetação nos anos secos e úmidos demonstra que a cobertura vegetal só permanece mais densa, durante os anos secos, na porção central das cristas quartzíticas, de relevo mais elevado. Já nos ambientes mais rebaixados, relacionados aos vales do planalto, a vegetação torna-se muito esparsa nos anos

secos, apresentando uma cobertura mais densa apenas nos anos considerados úmidos. Já o setor mais árido, a leste, citado anteriormente, apresenta pouca densidade vegetal, mesmo durante os anos úmidos.

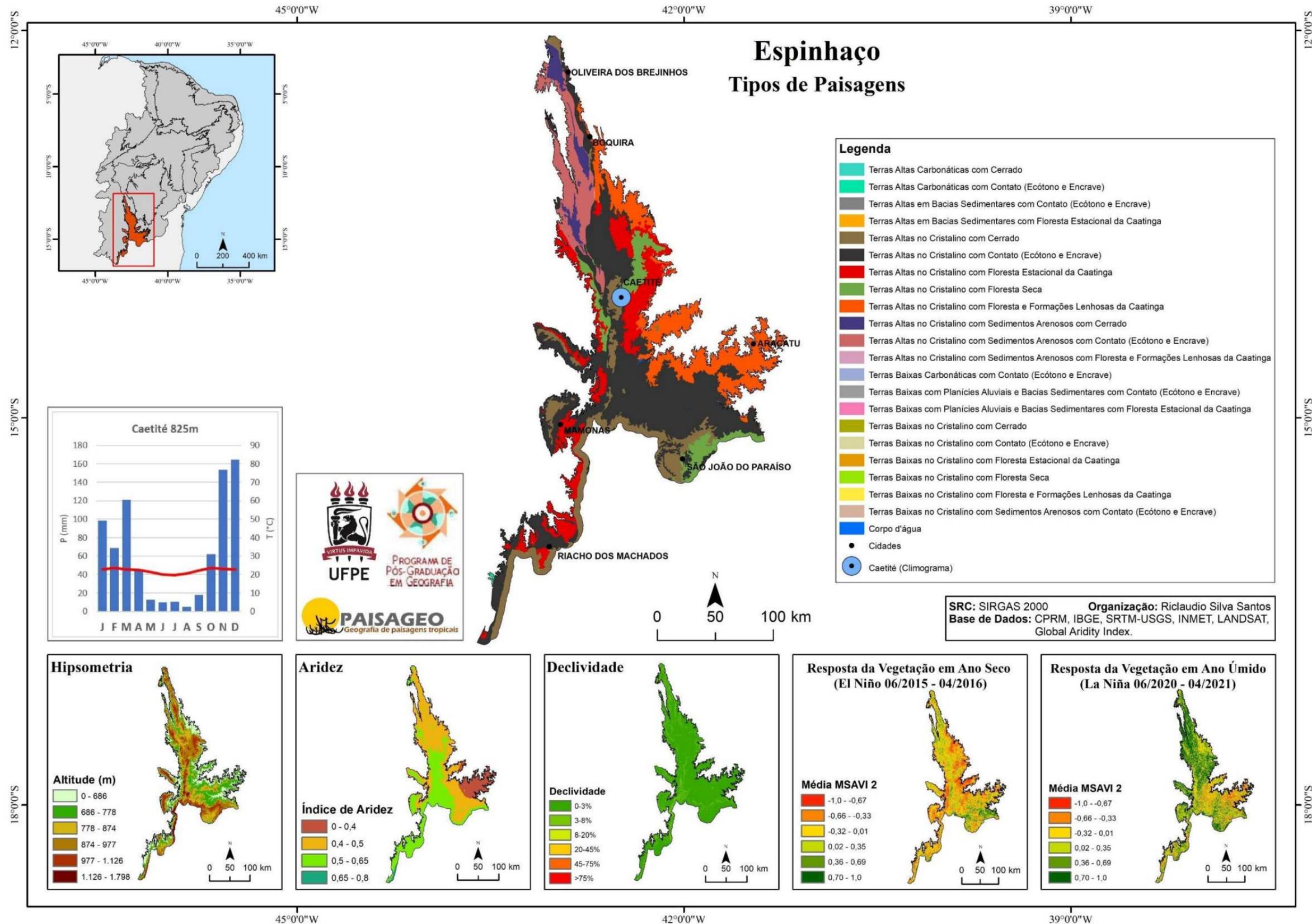
A respeito dos usos antrópicos, permanece o padrão das demais regiões, com predomínio de pastagens nas áreas mais áridas, voltadas à bovinocultura de leite e de corte, e de agricultura de subsistência nas áreas com maior umidade.

Cartograficamente, essa região paisagística é identificada de forma semelhante pela proposta de Cavalcanti (2016), isso devido a utilização de metodologias semelhantes no critério de compartimentação do relevo. Entretanto, nas demais propostas, não há uma individualização consensual dessa região, sendo representada de diferentes maneiras. Na proposta das Ecorregiões do Bioma Caatinga, Velloso, Sampaio e Pareyn (2002) identificam essas duas regiões separadamente, apesar de não usar o termo Espinhaço, denominando-as de Chapada Diamantina e Área de Caetité.

Em algumas propostas a região do Espinhaço é reconhecida juntamente com a Chapada Diamantina, como uma única unidade (IBGE, 1985; Isachenko e Shliapnikov, 1989; EMBRAPA, 1991). Souza *et al.* (1992), por sua vez, agrupa essas duas regiões, porém, nomeia essa unidade como Chapada Diamantina e Encostas do Planalto Baiano, com este último termo referindo-se a região mais ao norte do Espinhaço. Na proposta de Ross *et al.* (2022) essas duas regiões também compõem uma única unidade, denominada de Serra do Espinhaço e Chapada Diamantina. O mapeamento em conjunto dessas duas regiões se dá principalmente pela relação geológica que as duas possuem.

Já nas propostas que utilizam abordagens ecológicas para a identificação dos ambientes, se destaca o elemento de transição entre o Bioma da Caatinga para o Cerrado e Mata Atlântica. Coelho (1988) identifica a transição entre Ecossistemas das Caatingas Sertanejas e Ecossistemas dos Cerrados. Tres *et al.* (2020) identifica transição entre Floresta Premontana Seca, e Floresta Premontana Úmida. De maneira geral, a região do Espinhaço apresenta relação geológica com a Chapada Diamantina e se destaca pela sua localização entre três diferentes biomas, além do alinhamento montanhoso norte-sul e distancia relativamente curta para o litoral do Oceano Atlântico, que favorece a entrada das massas de ar, o que lhe dá um caráter de grande importância ecológica. Assim, uma região com particularidades abióticas e bióticas, que tornam esse conjunto de paisagens um arranjo distinto.

Figura 80 - Mapa da Região Paisagística do Espinhaço.



Fonte: O autor (2023).

Figura 81 - Planalto Cristalino com Contato (Caatinga/Cerrado), Oliveira dos Brejinhos (BA).



Fonte: Fotografia de Rafael Silva (2016).

Figura 82 - Planalto Cristalino com Contato (Caatinga/Cerrado), Candiba (BA).



Fonte: Fotografia de Valdimir Reis (2018).

6.14 IBIAPABA: TRANSIÇÃO CAATINGA/CERRADO EM PLANALTOS SEDIMENTARES

A região da Ibiapaba (Figura 83) (também conhecida como Serra Grande) está localizada na porção nordeste do estado do Piauí e uma pequena porção noroeste do estado do Ceará. Seu limite leste é marcado pelo contato com o embasamento cristalino da Depressão Sertaneja Setentrional, ao sul é delimitada pela Depressão dos rios Piauí e Canindé, e a oeste pela transição para o Domínio do Bioma Cerrado.

A Ibiapaba está inserida no contexto da Bacia do Parnaíba (do tipo sinéclise intracratônica, Siluriano-Triássico), uma das quatro bacias sedimentares que compõem a Província Parnaíba, juntamente com a Bacia das Alpercatas, a Bacia do Grajaú e a Bacia do Espigão-Mestre (Pedreira da Silva *et al.*, 2003). As regiões paisagísticas da Depressão Piauí-Canindé e Serras das Confusões e Capivara também estão inseridas no contexto da Bacia do Parnaíba.

Essa região se diferencia da Depressão Sertaneja Setentrional tanto pela sua estrutura geológica sedimentar como pela presença de Floresta Úmida e Contato Caatinga/Cerrado. Apresentando ainda uma geomorfologia de platôs sedimentares que a distingue da Depressão dos Rios Piauí e Canindé, ao sul.

A gênese desses ambientes está atrelada ao Grupo Serra Grande (principalmente as formações Tianguá e Jaicós), sequência siluriana com ciclo transgressivo-regressivo completo, e do Grupo Canindé (principalmente a formação Pimenteiras), devoniana, com novo ciclo transgressivo-regressivo (Góes e Feijó, 1994). Nessas litologias predominam arenitos e folhelhos.

As paisagens predominantes são formadas por terras altas, concentradas no setor leste que sofreu soerguimento, relacionadas a chapada do Ibiapaba, alcançando altitudes próximas dos 1000 m. Nessas áreas mais altas estão presentes formações de Floresta Úmida e Contato Caatinga/Cerrado. Os ambientes de maior declividade são àqueles da escarpa da Ibiapaba. Em direção a oeste estão os setores mais rebaixados, já em transição para o Domínio do Cerrado.

Dentro desse conjunto de ambientes as paisagens de maior destaque e interesse científico e turístico são justamente as que compõem a região da Ibiapaba. Cabe destaque para a ocupação histórica dos indígenas Cariris-Novos. A Serra Grande também abriga espécies raras e endêmicas que ressaltam a biodiversidade e a importância de buscar maneiras para proteção ambiental desse conjunto paisagístico (Lima *et al.*, 2022).

As áreas de cada tipo de paisagem encontradas na referida região, assim como a porcentagem referente à sua área total, podem ser observadas na tabela a seguir:

Tabela 19 - Áreas dos Tipos de Paisagens encontrados na Região Paisagística da Ibiapaba.

Tipo de Paisagem	Área em km ²	Porcentagem da Área Total
Terras Altas Arenosas com Contato (Ecótono e Enclave)	1.960	6,48 %
Terras Altas Arenosas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	1.137	3,76 %
Terras Altas Carbonáticas com Contato (Ecótono e Enclave)	1	0,003 %
Terras Altas em Bacias Sedimentares com Contato (Ecótono e Enclave)	1.285	4,25 %
Terras Altas em Bacias Sedimentares com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	4.142	13,71 %
Terras Altas em Bacias Sedimentares com Floresta Úmida	653	2,16 %
Terras Altas no Cristalino com Contato (Ecótono e Enclave)	253	0,83 %
Terras Altas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	13	0,04 %
Terras Altas no Cristalino com Floresta Úmida	13	0,04 %
Terras Altas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Contato (Ecótono e Enclave)	77	0,25 %
Terras Altas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	1	0,004 %
Terras Baixas Arenosas com Cerrado	175	0,58 %
Terras Baixas Arenosas com Contato (Ecótono e Enclave)	4.460	14,76 %
Terras Baixas Arenosas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	8.047	26,63 %
Terras Baixas Arenosas com Formação Pioneira	33	0,10 %
Terras Baixas Carbonáticas com Contato (Ecótono e Enclave)	122	0,40 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Cerrado	138	0,46 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Contato (Ecótono e Enclave)	1.821	6,03 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	3.569	11,81 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta Úmida	100	0,33 %
Terras Baixas no Cristalino com Contato (Ecótono e Enclave)	862	2,85 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	0,06	0,0002 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta Úmida	322	1,06 %
Terras Baixas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Contato (Ecótono e Enclave)	785	2,60 %
Terras Baixas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	160	0,53 %
Corpo d'água	70	0,23 %

Fonte: O autor (2023).

A respeito das condições climáticas, os dados de aridez demonstram que as paisagens mais úmidas estão localizadas na porção nordeste e noroeste da região, com destaque para as proximidades do município de Ubajara/CE e Piri-piri/PI. Já os setores mais áridos encontram-se na porção centro-norte e sul. O climograma do

município de Piripiri revela um período de cinco meses chuvosos (entre janeiro e maio) e sete meses secos (entre junho e dezembro).

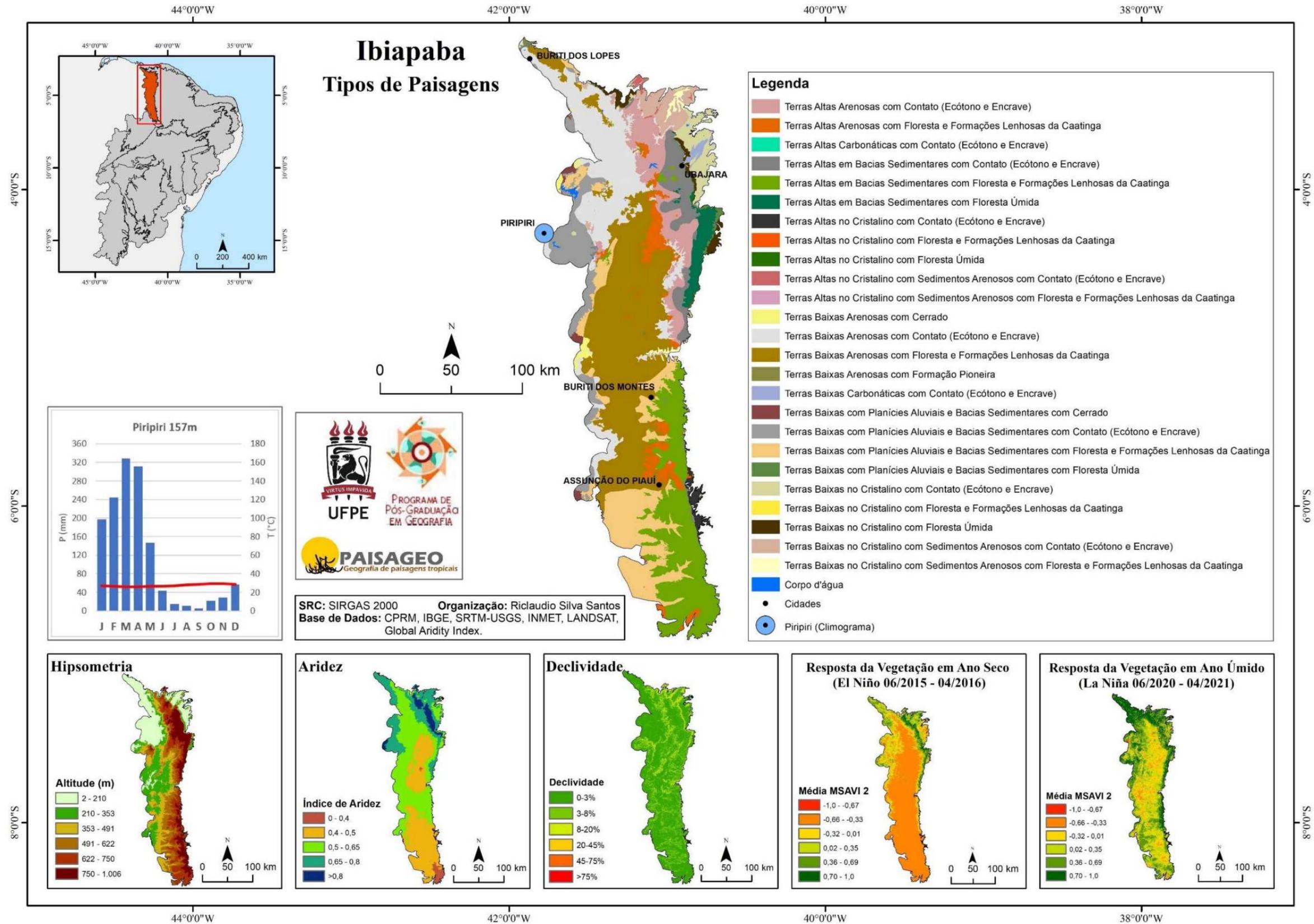
Em relação a variação interanual e distribuição da cobertura vegetal, a mesma se concentra nos ambientes de maior altitude e umidade, nos setores dos topos das cimeiras que alcançam cotas de 1000 m e na porção ao norte da região, de maior proximidade com o oceano, nesses locais a densidade da vegetação permanece consistente mesmo em anos considerados secos. Na porção central e sul da região, entretanto, a vegetação apresenta menor cobertura e maior variação, perdendo considerável parte de sua densidade nos anos secos.

No que diz respeito às atividades antrópicas, além da pecuária, destacam-se a fruticultura de espécies arbóreas, como o abacate, goiaba, laranja, limão, mamão, tangerina, e principalmente banana e coco. E entre as lavouras temporárias, estão as culturas de subsistência, como feijão, milho, mandioca, entre outros. Uma atividade antrópica preocupante é o extrativismo vegetal para produção de lenha e carvão vegetal, que tem contribuído para o desmatamento (Lima *et al.*, 2022).

Pela ótica das representações cartográficas do Semiárido Brasileiro a região em questão tem sido identificada juntamente com as regiões da Depressão Piauí-Canindé e a Serras das Confusões e Capivara. Neste sentido a proposta atual avança individualizando essas três regiões que formam a porção semiárida da Bacia do Parnaíba. Frequentemente essa classificação em conjunto se dá pelo fator geológico e geomorfológico, de rochas sedimentares soerguidas, identificada como Planaltos de Arenito (James, 1952), Encostas Orientais do Meio Norte (IBGE, 1985), Chapadas Altas e Chapadas Intermediárias e Baixas (EMBRAPA, 1991), Planaltos Sedimentares (Souza *et al.*, 1992), Complexo Ibiapaba-Araripe (Velloso; Sampaio; Pareyn, 2002), Planalto Maranhão-Piauí (Rodriguez *et al.*, 2017), Planaltos e Patamares da Bacia do Parnaíba (Ross *et al.*, 2022).

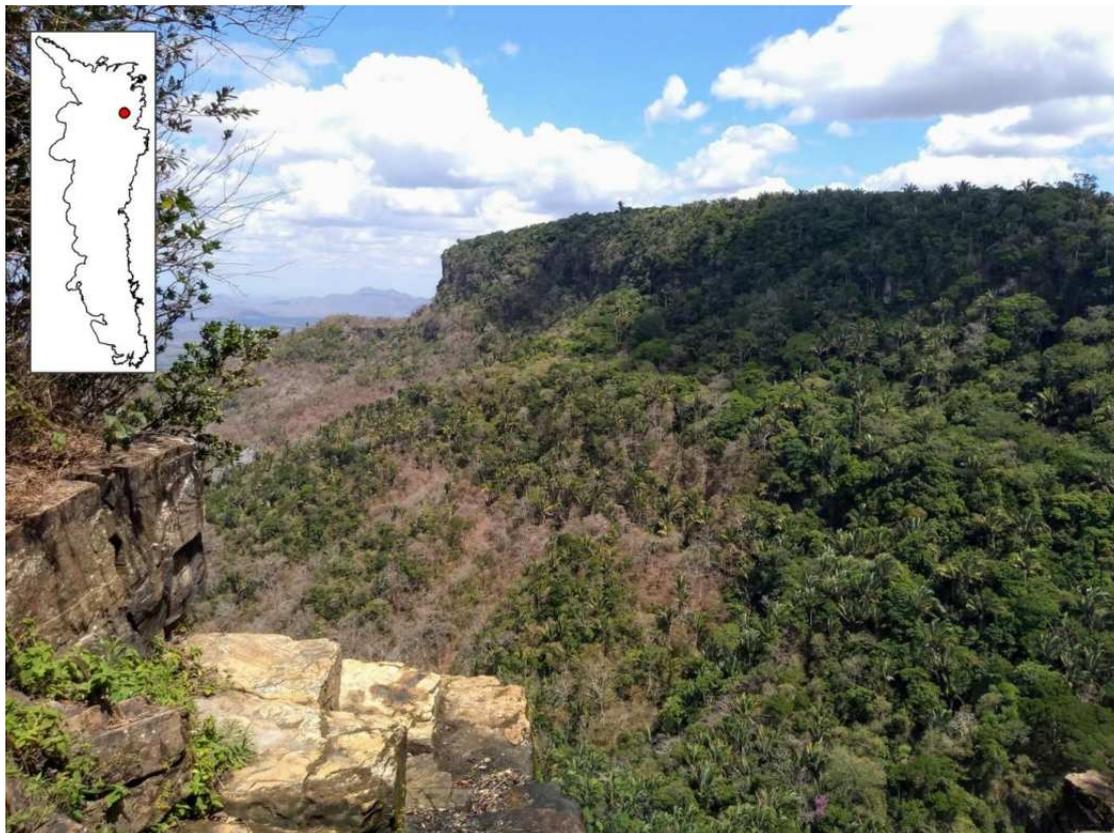
Quando a abordagem adotada está ligada às metodologias ecológicas é dado destaque também ao contato entre Caatinga e Cerrado na identificação da região, apresentada como Ecossistemas dos Ecótonos do Parnaíba e Ecossistemas dos Cerrados (Coelho, 1988), e Floresta Seca e Floresta Úmida Pré-montada (Tres *et al.*, 2020). Isachenko e Shliapnikov (1989), por sua vez, distinguem essas paisagens pelo fator geomorfológico e ecológico, como Bacias Sedimentares com Depósitos Mesozoicos e Paleozoicos Elevados ou em Planícies com Savana Seca Subequatorial e Floresta Tropical Úmida.

Figura 83 - Mapa da Região Paisagística da Ibiapaba.



Fonte: O autor (2023).

Figura 84 - Platô Sedimentar com Contato (Caatinga/Floresta Úmida), Ubajara (CE).



Fonte: Fotografia de Wemerson da Silva (2018).

Figura 85 - Contato Caatinga/Floresta Úmida sobre Depressão Sedimentar e Platô Sedimentar, Assunção do Piauí (PI).



Fonte: Fotografia de Júlio César.

6.15 DEPRESSÃO PIAUÍ-CANINDÉ: TRANSIÇÃO CAATINGA/CERRADO EM BACIA SEDIMENTAR

Essa região é composta pelas depressões sedimentares erodidas pelas bacias hidrográficas dos Rios Piauí e Canindé. Seu limite sudeste é marcado pela Depressão Sertaneja Central, a nordeste pela Ibiapaba, e a sudoeste pelas Serras das Confusões e Capivara, já o limite noroeste marca a transição para o Domínio do Cerrado.

A região da Depressão Piauí-Canindé (Figura 86) se diferencia das regiões fronteiriças ora pelo seu embasamento sedimentar, se comparado com as rochas cristalinas da Depressão Sertaneja, ora pelo relevo mais dissecado que os platôs da Bacia do Parnaíba, representados pelas outras duas regiões presentes nessa bacia sedimentar.

Como citado no tópico anterior, essa região está relacionada a gênese da Bacia Sedimentar do Parnaíba. Estão presentes depósitos colúvio-eluviais quaternários (principalmente sedimentos arenosos), geologia do Carbonífero representada pelas Formações Piauí e Poti, de ambiente litorâneo (arenitos, siltitos, folhelhos e calcários), e do Devoniano representada pelas Formações Longá, Cabeças e Pimenteiras, de ambiente marinho raso (principalmente arenitos, siltitos e folhelhos), conforme Góes e Feijó (1994). Os solos predominantes são das categorias dos Neossolos, Latossolos e Argissolos.

O relevo apresenta caimento para noroeste, setor com maior erosão fluvial e consequente cobertura de sedimentos arenosos. O setor nordeste corresponde a bacia hidrográfica do Rio Canindé, afluente do Rio Piauí, que por sua vez domina a erosão do setor oeste dessa região paisagística.

Esse contexto geomorfológico de depressão faz com que as paisagens predominantes sejam de terras baixas, principalmente planícies aluviais, com sedimentos arenosos, e predomínio da Caatinga no setor sudeste e maior presença de Cerrado em sentido noroeste, já em ambiente de transição para este outro domínio mais úmido. Os tipos de vegetação identificados são Savana-Estépica (e as variações Savana-Estépica Parque e Savana-Estépica Florestada), e ecótonos de Savana Estépica/Floresta Estacional e Savana/Savana Estépica.

Atrelado a essa mudança de fitofisionomias, as condições climáticas apresentam setores mais áridos na porção sudeste, onde predomina a Caatinga, com diminuição gradativa da aridez atingindo maior umidade em sentido a noroeste, na transição para Cerrado. O município de São João do Piauí apresenta período de seis

meses chuvosos, entre novembro e abril, e um igual período seco entre março e outubro, com temperatura média em torno dos 28 °C, sendo outubro o mês de maior média de temperatura com 30,3 °C.

As áreas de cada tipo de paisagem encontradas na referida região, assim como a porcentagem referente à sua área total, podem ser observadas na tabela a seguir:

Tabela 20 - Áreas dos Tipos de Paisagens encontrados na região paisagística da Depressão Piauí-Canindé.

Tipo de Paisagem	Área em km²	Porcentagem da Área Total
Terras Altas Arenosas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	0,2	0,0004 %
Terras Altas em Bacias Sedimentares com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	0,5	0,001 %
Terras Baixas Arenosas com Cerrado	77	0,17 %
Terras Baixas Arenosas com Contato (Ecótono e Enclave)	2.363	5,37 %
Terras Baixas Arenosas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	12.470	28,35 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Cerrado	116	0,26 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Contato (Ecótono e Enclave)	6.956	15,81 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	21.191	48,17 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta Estacional da Caatinga	7	0,01 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta Seca	269	0,61 %
Terras Baixas no Cristalino com Contato (Ecótono e Enclave)	371	0,84 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	40	0,09 %
Terras Baixas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Contato (Ecótono e Enclave)	0,7	0,001 %
Terras Baixas no Cristalino com Sedimentos Arenosos com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	109	0,24 %
Corpo d'água	9	0,02 %

Fonte: O autor (2023).

A variação interanual da vegetação demonstra que o setor nordeste é o que apresenta maior alteração da cobertura vegetal, mais escassa nos anos secos, recuperando-se em anos considerados úmidos. Já a porção mais úmida, no setor noroeste, apesar de também sofre uma variação entre anos secos e úmidos, essa é menor, conseguindo manter de forma mais eficiente a sua cobertura vegetal nos anos secos, sendo este um ambiente de contato entre vegetação da caatinga e cerrado.

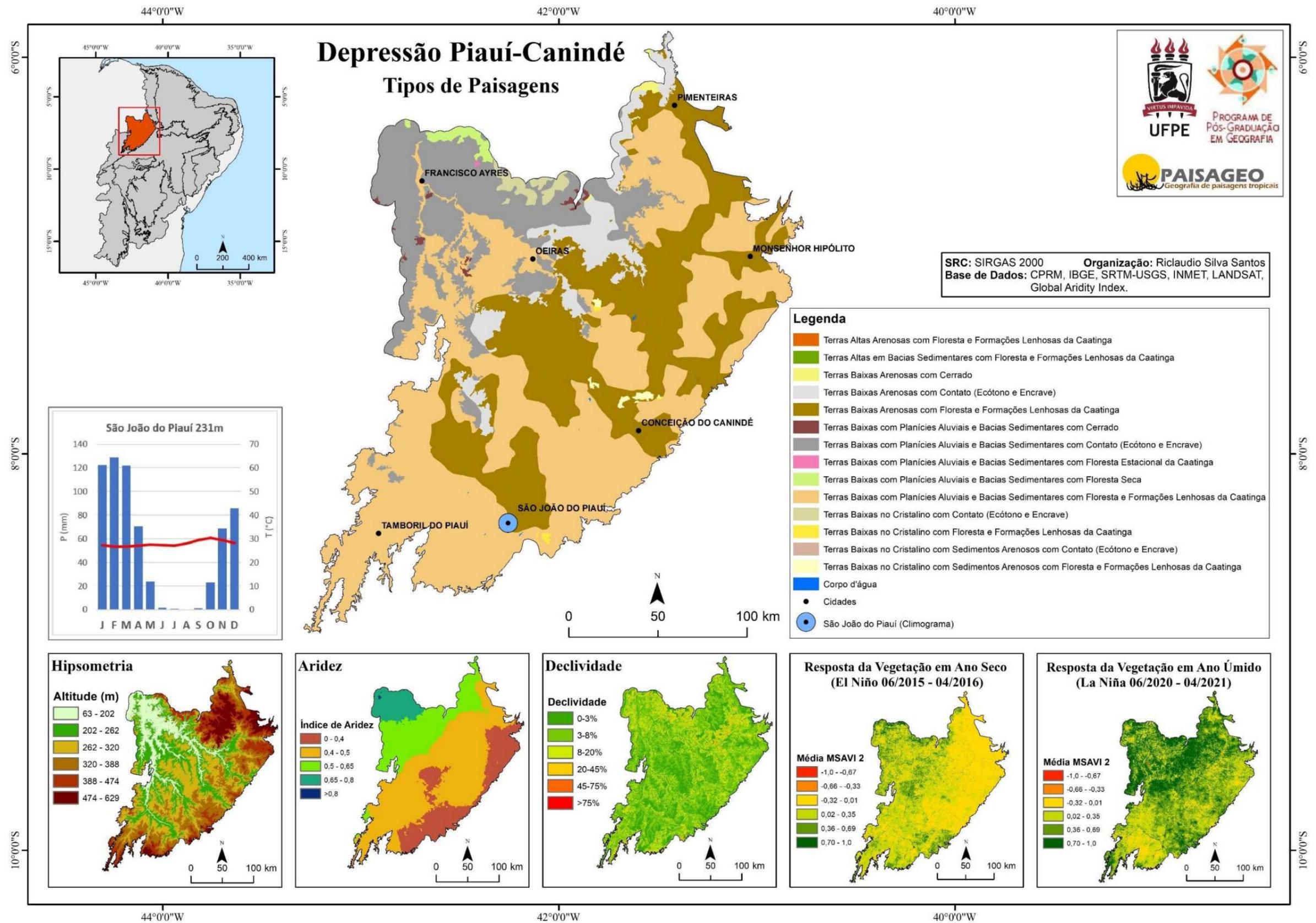
No que diz respeito aos usos antrópicos, predominam as atividades características do Nordeste Brasileiro, com sistemas de pecuária extensiva, galináceos, plantio de arroz nas áreas de vales fluviais, e produtos de subsistência, como o milho, feijão e mandioca.

A respeito da identificação cartográfica dessa região, observa-se que as propostas pretéritas não identificam a mesma de forma individualizada, ora por consequência da escala de trabalho, ora pela escala dos dados utilizados nos mapeamentos. Tal qual a região descrita no tópico anterior, as maiores referências são feitas a litologia e geomorfologia da porção leste Bacia Sedimentar do Parnaíba.

Essa região é cartograficamente reconhecida como: Planaltos de Arenito (James, 1952); Encostas Orientais do Meio Norte (IBGE, 1985); Ecossistemas das Caatingas Sertanejas e Ecossistemas dos Cerrados (Coelho, 1988); Bacias Sedimentares com Depósitos Mesozoicos e Paleozoicos Elevados ou em Planícies com Floresta Tropical Úmida e Savana Seca Subequatorial (Isachenko e Shliapnikov, 1989); Chapadas Intermediárias e Baixas e Superfícies Dissecadas Diversas (EMBRAPA, 1991); Planaltos Sedimentares (Souza *et al.*, 1992); Complexo Ibiapaba-Araripe (Velloso; Sampaio; Pareyn, 2002); Planalto Maranhão-Piauí (Rodríguez *et al.*, 2017); Planícies e Colinas em Rochas Sedimentares com Caatingas (Cavalcanti, 2016); Floresta Seca e Floresta Úmidas Pré-montadas (Tres *et al.*, 2020); e Planaltos e Patamares da Bacia do Parnaíba (Ross *et al.*, 2022).

Fica evidenciado, a partir das classificações apresentadas no parágrafo anterior, que o elemento principal atribuído a essa região é de caráter geomorfológico, a partir do termo 'Planalto', presente em seis classificações. Entretanto, ao analisar a região de maneira mais detalhada, a mesma se apresenta como uma depressão intraplanáltica. A título de exemplo, Corrêa *et al.* (2019) identificam a mesma como Depressões em Bacias Sedimentares Proterozoicas e Fanerozoicas com ou sem Coberturas Detríticas Quaternárias.

Figura 86 - Mapa da Região Paisagística da Depressão Piauí-Canindé.



Fonte: O autor (2023).

Figura 87 - Depressão e Platô em Litologia Sedimentar com Contato (Caatinga/Cerrado), Regeneração (PI).



Fonte: Fotografia de Alexandre Rodrigues Costa (2020).

Figura 88 - Planície Aluvial em Depressão em Bacia Sedimentar com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga, Rio Canindé, Conceição do Canindé (PI).



Fonte: Fotografia de Gildemar Amorim (2018).

6.16 SERRAS DAS CONFUSÕES E CAPIVARA: TRANSIÇÃO CAATINGA/CERRADO EM PLANALTOS SEDIMENTARES

A região paisagística que engloba a Serra das Confusões e a Serra da Capivara (Figura 89) está localizada na porção oeste do Domínio Semiárido da Caatinga, inserida no contexto da Bacia do Parnaíba. É delimitada a sudeste pela Depressão Sertaneja Central e pelo Médio São Francisco, a nordeste pela Depressão Piauí-Canindé, e a noroeste pela transição para o Domínio do Cerrado.

Esse conjunto de paisagens se diferenciam pelo seu embasamento litológico sedimentar, se comparado com as paisagens da Depressão Sertaneja, e pelos setores de maior altitude, representados pelos platôs sedimentares da Serra das Confusões e da Serra da Capivara. Além disso, essa região apresenta áreas de Cerrado e maior faixa de transição para este outro Bioma.

A gênese dos Planaltos da Bacia do Parnaíba está atrelada aos *trends* do lineamento Transbrasiliano, que condiciona o soerguimento da borda da Bacia do Parnaíba e conseqüentemente a formação do front da cuesta da Serra das Confusões e da Serra da Capivara, diferenciando esse setor do interior tabular da bacia. Esse planalto sedimentar possui cimeiras que atingem 600 metros de altitude na Serra da Capivara e ultrapassa os 700 metros na Serra das Confusões, de litologia arenítica da Formação Cabeças (Devoniano), estando presentes ainda cimeiras dissecadas com arenitos, siltito e folhelhos da Formação Pimenteiras (Devoniano), e o front da cuesta com arenitos e conglomerados do Grupo Serra Grande, do Siluriano (Moura, 2004; Mutzenberg *et al.*, 2015; Corrêa *et al.*, 2019).

As paisagens predominantes correspondem as terras altas da cimeira do Planalto Sedimentar com Floresta Estacional da Caatinga e Cerrado, assim como setores mais rebaixados de planícies aluviais com Floresta Estacional da Caatinga e extensa faixa de contato entre Caatinga e Cerrado.

Como o nome dado a essa região já deixa implícito, as paisagens de destaque são as que compõem essas duas unidades de conservação, o Parque Nacional da Serra das Confusões e o Parque Nacional da Serra da Capivara. Este último foi estabelecido por meio do Decreto nº 83.548, de 5 de dezembro de 1979, com área aproximada de 129.000 hectares, localizada no extremo leste desta região. Por sua vez, o Parque Nacional da Serra das Confusões foi criado pelo Decreto nº 97.660, de 21 de janeiro de 1989, com uma área de cerca de 823.000 hectares, ocupando grande parte da porção centro-sul da região. Essas duas unidades de conservação possuem

grande importância científica, turística e ambiental. Destacam-se ainda as pesquisas nos sítios arqueológicos realizadas na região, devido a concentração de abrigos pré-históricos e pinturas rupestres.

As áreas de cada tipo de paisagem encontradas na referida região, assim como a porcentagem referente à sua área total, podem ser observadas na tabela a seguir:

Tabela 21 - Áreas dos Tipos de Paisagens encontrados na Região Paisagística das Serras das Confusões e Capivara.

Tipo de Paisagem	Área em km²	Porcentagem da Área Total
Terras Altas em Bacias Sedimentares com Cerrado	3,99923	0,01 %
Terras Altas em Bacias Sedimentares com Contato (Ecótono e Enclave)	1165,33	3,71 %
Terras Altas em Bacias Sedimentares com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	115,561	0,36 %
Terras Altas em Bacias Sedimentares com Floresta Estacional da Caatinga	3381,06	10,78 %
Terras Altas no Cristalino com Contato (Ecótono e Enclave)	3,763	0,01 %
Terras Altas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	29,7434	0,09 %
Terras Altas no Cristalino com Floresta Estacional da Caatinga	1,39284	0,004 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Cerrado	538,924	1,71 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Contato (Ecótono e Enclave)	17561,6	55,99 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	1766,75	5,63 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta Estacional da Caatinga	5925,03	18,89 %
Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta Seca	614,603	1,95 %
Terras Baixas no Cristalino com Cerrado	0,006131	-
Terras Baixas no Cristalino com Contato (Ecótono e Enclave)	105,129	0,33 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	25,1959	0,08 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta Estacional da Caatinga	94,4497	0,30 %
Terras Baixas no Cristalino com Floresta Seca	0,091787	0,0002 %
Corpo d'água	30,8055	0,09 %

Fonte: O autor (2023).

A respeito das condições climáticas nessa região, pelo fato da mesma já está em um ambiente de transição para o Domínio do Cerrado, a mesma apresenta uma aridez menor do que a encontrada no interior do Domínio da Caatinga, a porção mais árida é a região leste, com maior umidade na porção sudoeste e noroeste. O

climograma do município de Caracol/PI apresenta um período de seis meses úmidos, entre novembro e abril, sendo janeiro o mês com maior frequência de chuvas (131,5 mm). E um igual período seco, entre maio e outubro, sendo agosto o mês com menor registro de chuvas (0 mm). A Média de temperatura anual é de 24,8 °C.

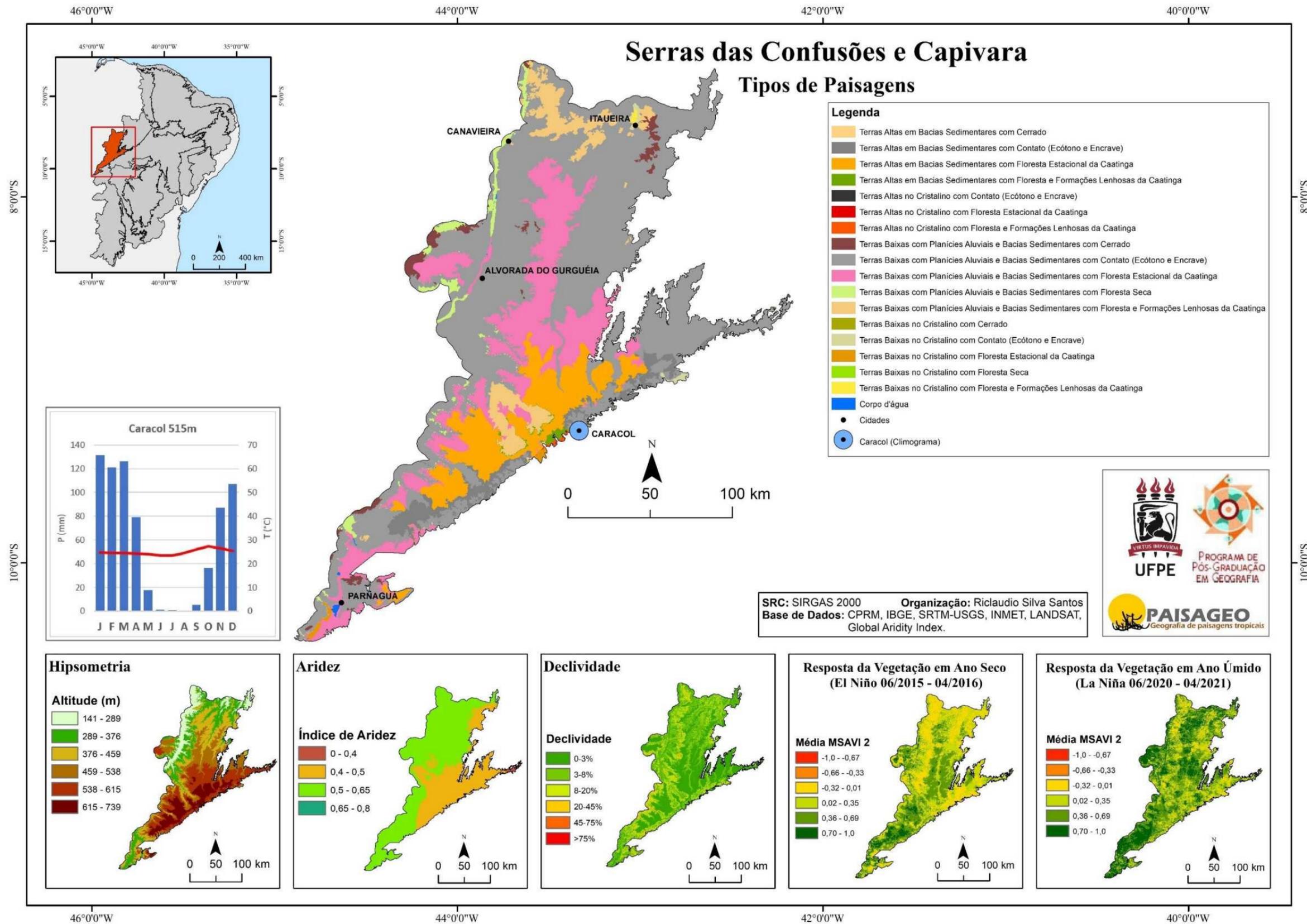
A respeito da variação interanual da vegetação percebe-se que a densidade da mesma é maior nas áreas dos topos planos dos platôs. Na porção leste, mais próximo do front da cuesta, a vegetação é mais escassa, apresentando maior densidade apenas nos anos chuvosos. O setor sudoeste por sua vez, mais úmido e de topo plano, apresenta a maior densidade da vegetação na média dos anos secos e úmidos.

No tocante as atividades antrópicas, se destacam as culturas de subsistência como o feijão, arroz, milho, mandioca, além da agropecuária com criação de bovinos, caprinos, galináceos, ovinos e suínos. Estão presentes ainda cultura frutíferas, como laranja e maracujá, e ainda plantações de soja (Moura, 2004).

Nos produtos cartográficos das propostas pretéritas permanece a relação com a macro região da Bacia Sedimentar do Parnaíba, destacando a geomorfologia dos planaltos sedimentares. Reconhecida como Planaltos de Arenito (James, 1952), mesmo que a região não esteja totalmente incluída no mapa do referido autor, como Encostas Orientais do Meio Norte (IBGE, 1985), Ecossistemas das Caatingas Sertanejas e Ecossistemas dos Cerrados (Coelho, 1988), Bacias Sedimentares com depósitos Mesozoicos e Paleozoicos elevados ou em planícies com Savana Seca Subequatorial e Floresta Tropical Úmida (Isachenko e Shliapnikov, 1989), Chapadas Intermediárias e Baixas (EMBRAPA, 1991), Planaltos Sedimentares (Souza *et al.*, 1992), Planalto Maranhão-Piauí (Rodriguez *et al.*, 2017), Colinas em Rochas Sedimentares e Patamares em Sedimentos com Caatingas (Cavalcanti, 2016), Planaltos e Patamares da Bacia Parnaíba (Ross *et al.*, 2022).

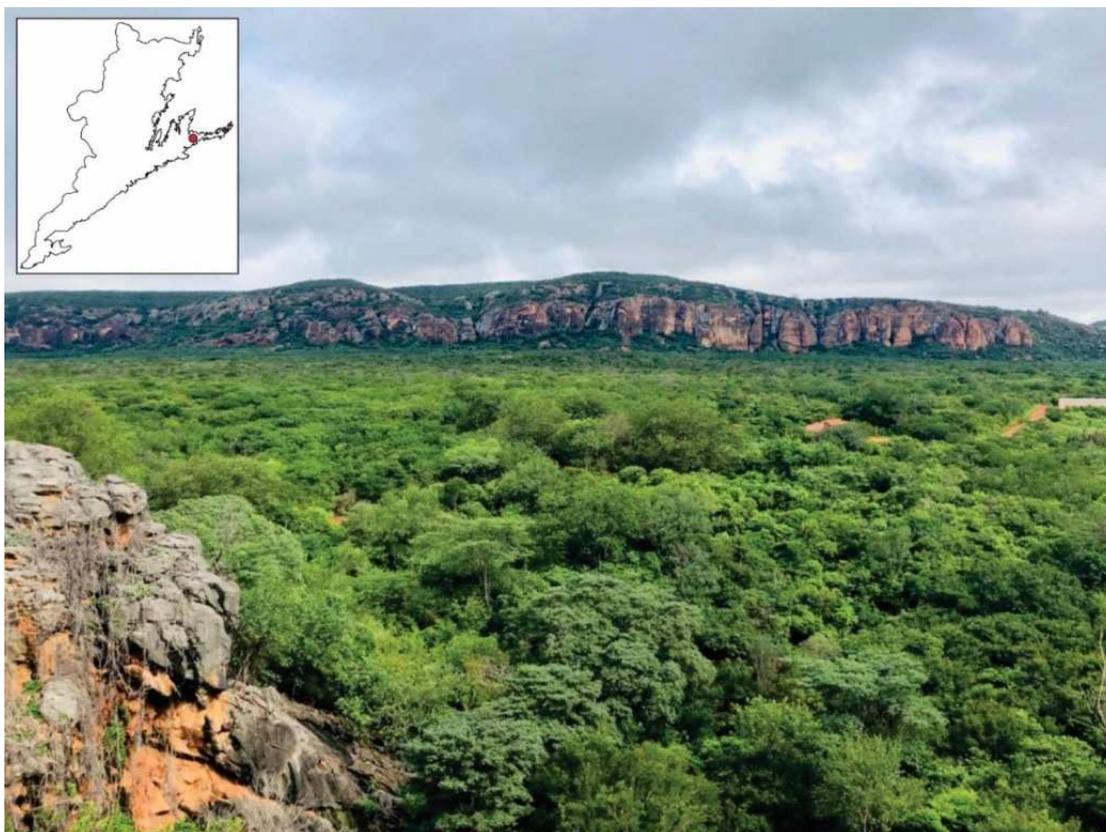
A proposta de Velloso, Sampaio e Pareyn (2002) se diferencia por apresentar uma unidade chamada de Corredor Capivara-Confusões, reconhecendo a região a partir das unidades de conservação. De maneira geral, essa região paisagística é reconhecida pelas áreas elevadas dos platôs sedimentares e pela transição das fitofisionomias da Caatinga para o Cerrado.

Figura 89 - Mapa da Região Paisagística das Serras das Confusões e Capivara.



Fonte: O autor (2023).

Figura 90 - Serra da Capivara, Planalto Sedimentar com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga e contato com Cerrado, Coronel José Dias (PI).



Fonte: Fotografia de Daniel de Lira (2022).

Figura 91 - Contato Caatinga/Cerrado sobre Platô Sedimentar, Serra das Confusões, Caracol (PI).



Fonte: Fotografia de Andrei Roos.

6.17 CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS REGIÕES PAISAGÍSTICAS DO DOMÍNIO SEMIÁRIDO DA CAATINGA

Torna-se evidente a considerável diversidade de paisagens existentes no Domínio Semiárido da Caatinga. Distintos contextos de gênese nesses ambientes resultaram em uma ampla variedade de conjuntos paisagísticos, os quais, por vezes, são erroneamente classificados apenas como depressões de clima semiárido com vegetação da Caatinga, desconsiderando sua significativa variabilidade intradominal.

Essas diferenciações internas neste domínio devem ser cada vez mais contempladas e elucidadas nas propostas de classificação dessa porção do território brasileiro. A análise das características particulares dessas regiões pode fornecer informações relevantes para a implementação de políticas públicas voltadas a esses ambientes.

A presente proposta destaca avanços na delimitação e individualização das regiões a partir dos limites reais dos objetos biofísicos, com ênfase especial naquelas relacionadas às Depressões Sertanejas, e apresenta uma identificação inédita para as regiões dentro do contexto da Bacia do Parnaíba, como destacado no quadro a seguir (Quadro 15).

Quadro 15 - Relação entre cada Região Paisagística identificada com aquelas regiões correspondentes identificadas em propostas pretéritas.

Regiões já consolidadas nas diferentes propostas	Regiões presentes, porém, com nomenclaturas e delimitações diversas	Regiões identificadas na presente proposta
6.9 Araripe; 6.10 Borborema; 6.11 Tucano-Jatobá; 6.12 Chapada Diamantina; 6.13 Espinhaço.	6.1 Litoral Ceará-Piauí; 6.2 Bacia Potiguar; 6.3 Depressão Sertaneja Setentrional; 6.4 Depressão Sertaneja Central; 6.5 Depressão Sertaneja Oriental; 6.6 Depressão Contas-Paraguaçu; 6.8 Médio São Francisco.	6.7 Casa Nova/Xique-Xique; 6.14 Ibiapaba; 6.15 Depressão Piauí-Canindé; 6.16 Serras Das Confusões e Capivara.

Fonte: O autor (2023).

Na página seguinte é apresentado um quadro resumo com as características básicas das Regiões Paisagísticas identificadas na presente proposta (Quadro 16).

Quadro 16 - Características das Regiões Paisagísticas do Semiárido Brasileiro.

Região Paisagística	Gênese das Paisagens	Tipo de Paisagem Predominante	Paisagens Internas de Destaque	Identificação em Outras Propostas
LITORAL CEARÁ-PIAUI: FORMAÇÕES PIONEIRAS EM TABULEIROS COSTEIROS	Gênese atrelada à abertura do Atlântico com regime de margem passiva.	Planícies Aluviais em Bacias Sedimentares com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga.	Contatos Caatinga/Vegetação Pioneira.	Identificada dentro do contexto do Litoral ou Formação Barreiras.
BACIA POTIGUAR: FORMAÇÃO PIONEIRA E CAATINGA EM PIEMONTES	Associada à quebra do Gondwana e o rifteamento do Atlântico, atrelada à margem passiva.	Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga.	Planícies Fluviais do Enclave de Cerrado. Embasamento Carbonático da Formação Jandaíra.	Identificada dentro do contexto do Litoral ou Formação Barreiras.
DEPRESSÃO SERTANEJA SETENTRIONAL: CAATINGAS NO CRISTALINO	Faixas de dobramento neoproterozóicas, suítes intrusivas e complexos metamórficos.	Terras Baixas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga.	Maçiços Estruturais Isolados.	Normalmente identificada dentro do contexto geral da Depressão Sertaneja.
DEPRESSÃO SERTANEJA CENTRAL: CAATINGAS NO CRISTALINO	Faixas de dobramento neoproterozóicas, suítes intrusivas e complexos metamórficos.	Terras Baixas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga.	Contexto de Substrato Arenoso com Núcleo de Desertificação.	Normalmente identificada dentro do contexto geral da Depressão Sertaneja.
DEPRESSÃO SERTANEJA ORIENTAL: CAATINGAS NO CRISTALINO	Atrelada a Depressão Sertaneja São Franciscana	Terras Baixas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	Grande Faixa de Transição para o Bioma de Mata Atlântica.	Normalmente identificada dentro do contexto geral da Depressão Sertaneja.
DEPRESSÃO CONTAS-PARAGUAÇU: CAATINGAS NO CRISTALINO	Depressões interplanálticas, maciços do leste baiano, e uma pequena área de piemontes no contexto do Rio Paraguaçu.	Terras Baixas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga.	Porções de Floresta Úmida nos Maciços.	Normalmente identificada dentro do contexto geral da Depressão Sertaneja.
CASA NOVA/XIQUE-XIQUE: CAATINGAS NO CRISTALINO COM SEDIMENTOS ARENOSOS	Contexto geotectônico do Cráton do São Francisco, com cobertura de sedimentos arenosos inconsolidados com deposição eólica.	Terras Baixas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga.	Dunas Fixas Continentais; Serra do Estreito.	Normalmente identificada dentro do contexto geral da Depressão Sertaneja ou Médio São Francisco.
MÉDIO SÃO FRANCISCO: TRANSIÇÃO CAATINGA/CERRADO NO CRISTALINO	Esta porção do Cráton do São Francisco é marcada por sedimentos inconsolidados quaternários associados a terraços aluvionares.	Terras Baixas no Cristalino com Contato (Ecótono e Enclave).	Planícies de paleomeandros; Planícies flúvio-eólicas.	Normalmente identificada dentro do contexto geral da Depressão Sertaneja ou Médio São Francisco.
ARARIPE: ÁREAS DE EXCEÇÃO CERRADO/FLORESTA ATLÂNTICA EM PLATÔ SEDIMENTAR	Rifteamento do Oceano Atlântico, com reativamento no transcurso do Mesozoico, inversão de relevo e soerguimento da bacia.	Terras Altas em Bacias Sedimentares com Contato (Ecótono e Enclave).	Paisagens Subúmidas na porção nordeste da Região Paisagística.	Identificado individualmente ou no contexto da Depressão Sertaneja.
BORBOREMA: CAATINGAS NO CRISTALINO COM SOERGUIMENTO DIFERENCIAL	Reflete a uma série de pulsos epirogenéticos, relacionados a ruptura de Gondwana, e em momento posterior, ao magmatismo continental Cenozoico.	Terras Baixas no Cristalino com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga.	Maçiços remobilizados do planalto <i>stricto sensu</i> .	Identificação consolidada individualmente.
TUCANO-JATOBÁ: CAATINGAS E CONTATO EM BACIA SEDIMENTAR SOERGUIDA	Rift, originou um ambiente de sedimentos do Paleozoico e do Mesozoico criando uma unidade geomorfológica sedimentar, posteriormente soerguida.	Terras Baixas Arenosas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga.	Parque Nacional do Catimbau, com destaque para a geomorfologia dos arenitos da Formação Tacaratu.	Identificação consolidada individualmente.

CHAPADA DIAMANTINA: CAMPOS RUPESTRES EM METASSEDIMENTOS DOBRADOS E CAATINGAS DAS DEPRESSÕES CÁRSTICAS	Arelada aos esforços compressivos da orogênese Brasileira, que resultou em sequências de dobras dos metassedimentos com presença de quartzitos e metarenitos.	Terras Altas no Cristalino com Contato (Ecótono e Enclave).	Parque Nacional da Chapada Diamantina (PNCD).	Identificação consolidada individualmente.
ESPINHAÇO: TRANSIÇÃO CAATINGA/CERRADO/MATA ATLÂNTICA EM PLANALTO CRISTALINO	Orogenias do Paleo e Mesoproterozoico responsáveis pela formação da geomorfologia elevada do centro-sul e centro-norte da Bahia.	Terras Altas no Cristalino com Contato (Ecótono e Enclave).	Paisagens com exemplares de Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica.	Identificação consolidada individualmente.
IBIAPABA: TRANSIÇÃO CAATINGA/CERRADO EM PLANALTOS SEDIMENTARES	Inserida no contexto da Bacia do Parnaíba (do tipo sinéclise intracratônica, Siluriano-Triássico).	Terras Baixas Arenosas com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga.	Serra da Ibiapaba e Serra Grande.	Identificada dentro do contexto da Bacia do Parnaíba.
DEPRESSÃO PIAUÍ-CANINDÉ: TRANSIÇÃO CAATINGA/CERRADO EM BACIA SEDIMENTAR	Relacionada a gênese da Bacia Sedimentar do Parnaíba.	Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Floresta e Formações Lenhosas da Caatinga	Transição para o Bioma Cerrado.	Identificada dentro do contexto da Bacia do Parnaíba.
SERRAS DAS CONFUSÕES E CAPIVARA: TRANSIÇÃO CAATINGA/CERRADO EM PLANALTOS SEDIMENTARES	Arelada aos <i>trends</i> do lineamento Transbrasiliano, que condiciona o soerguimento da borda da Bacia do Parnaíba.	Terras Baixas com Planícies Aluviais e Bacias Sedimentares com Contato (Ecótono e Enclave).	Serra da Capivara e Serra das Confusões.	Identificada dentro do contexto da Bacia do Parnaíba.

Fonte: O autor (2024).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho alcançou o seu objetivo geral de propor uma compartimentação das paisagens do Domínio Semiárido da Caatinga em bases biofísicas, dialogando com as propostas já existentes a partir de seus pontos de consonância e discordância.

Ao identificar as principais abordagens de estudo integrado da paisagem foi possível observar semelhanças e contrastes entre elas. As abordagens com maior afinidade com a geologia têm como foco os tipos de rochas, a história geológica e o regime tectônico, como é o caso de Fenneman (1917) e Strakhov (1967). Por outro lado, as abordagens com afinidade com a botânica baseiam-se no conceito de ecossistema e bioma, enfatizando a vegetação e o clima, como Holdridge (1967) e Walter (1986). E com a influência da Geografia, surge uma maior preocupação no detalhamento dos níveis taxonômicos (hierarquia da paisagem), como os trabalhos de Bertrand (1968) e Sochava (1978).

Com o reconhecimento dos princípios norteadores das propostas integradas de análise da paisagem do semiárido brasileiro, foi possível perceber que os critérios mais utilizados para classificar dessas paisagens são o clima (aparece 11 vezes), a vegetação (aparece 10 vezes) e a geomorfologia (aparece 9 vezes). Diferentes conceitos são utilizados para descrever as paisagens, desde o conceito de zona até o de geossistemas. No entanto, a preocupação com o potencial de uso às vezes se sobrepõe ao entendimento geográfico da sua configuração evolutiva.

Com a proposta de delimitação do Domínio Semiárido da Caatinga (DSC) o presente trabalho contribui para definição do limite Semiárido brasileiro integrado ao limite da fitofisiográfico da Caatinga, apresentando uma nova proposta de delimitação a partir de critérios ambientais.

A proposta de classificação e regionalização das paisagens do Domínio Semiárido da Caatinga elaborada resultou na criação de um mapa de tipos de paisagens da área de estudo, a partir da junção do contexto pedo-morfo-litológico (litologia, relevo e substrato) com a vegetação, identificando 43 tipos de paisagens.

Na construção das tipologias buscou-se formular classes representativas, mas ao mesmo tempo sem promover excedentes subdivisões. Isto fica explícito na generalização da geomorfologia em dois grandes grupos (Terras Altas e Terras

Baixas) que visam englobar conceitos geomorfológicos mais precisos (Planalto, Depressão, Maciço, Planície Costeira, Platô, Planície Fluvial, etc.).

Posteriormente foram identificadas 16 regiões para o Domínio Semiárido da Caatinga: Litoral Ceará-Piauí; Bacia Potiguar; Depressão Sertaneja Setentrional; Depressão Sertaneja Central; Depressão Sertaneja Oriental; Depressão Contas-Paraguaçu; Casa Nova/Xique-Xique; Médio São Francisco; Araripe; Borborema; Tucano-Jatobá; Chapada Diamantina; Espinhaço; Ibiapaba; Depressão Piauí-Canindé; e Serras das Confusões e Capivara. Formulando assim uma proposta de classificação das paisagens do Domínio Semiárido da Caatinga em dois níveis taxonômicos, um inferior, dos Tipos de Paisagens, e outro superior, das Regiões Paisagísticas.

A presente proposta avança no mapeamento a partir de objetos físicos reais, na identificação individualizada das depressões sertanejas, levando em consideração suas particularidades, principalmente o seu posicionamento geográfico. Assim como identifica as Regiões Paisagísticas da Ibiapaba, Depressão Piauí-Canindé, e Serras das Confusões e Capivara, que não estavam presentes em outras classificações.

Com o detalhamento da resiliência do Domínio Semiárido da Caatinga, observou-se que variabilidade das chuvas manifesta-se por meio de distintas distribuições espaciais e temporais, resultando em uma complexidade de padrões de precipitação no contexto semiárido do Nordeste do Brasil. Em determinadas localidades, observa-se a predominância de chuvas durante o verão, a exemplo de Petrolina (PE); em contraste, em outras áreas, as precipitações prevalecem entre o final do verão e o início do outono, como é o caso de Sobral (CE). Adicionalmente, em algumas regiões, as maiores quantidades de precipitação concentram-se entre o final do outono e o início do inverno, exemplificadas pela área de Cipó (BA).

No contexto das variações interanuais (variação em diferentes anos) das precipitações, tendo como exemplo os anos de ocorrência do El Niño e da La Niña, verificou-se os contrastes que afetam a densidade da cobertura vegetal. Já na análise das mudanças na cobertura e uso da terra da área de estudo, entre 1985 e 2020, destaca-se o aumento das pastagens em aproximadamente 54% (de 146 mil km² para 217 mil km²) e redução da vegetação da Caatinga em aproximadamente 10% (de 541 mil km² para 487 mil km²).

A caracterização das Regiões Paisagísticas mapeadas propiciou um vasto conjunto de informações sobre as referidas regiões, contribuindo com o entendimento das particularidades internas da região semiárida do Brasil.

A hipótese inicialmente formulada, de que a análise integrada de dados geoespaciais, aliada à cartografia de paisagens, pode proporcionar uma compreensão mais abrangente da estrutura e dinâmica das paisagens semiáridas, contribuindo de maneira significativa para a regionalização do Semiárido Brasileiro, se mostrou verdadeira.

Este trabalho é notável pela grande quantidade de informações cartográficas produzidas, com ênfase na paisagem, além de fornecer dados relevantes sobre o contexto climático (climogramas de diversas áreas internas da região estudada, revisão dos sistemas climáticos atuantes, e distribuição espacial da precipitação), a dinâmica da vegetação (pela influência dos períodos de El Niño e LA Niña), o uso e cobertura da terra, bem como outros parâmetros biofísicos presentes no Domínio Semiárido da Caatinga. Além disso, apresenta um caráter metodológico, demonstrando como abordar a cartografia de paisagens em âmbito regional.

Espera-se que este trabalho contribua significativamente para a gestão ambiental do Semiárido brasileiro, por meio de diversos elementos que oferecem *insights* valiosos para a tomada de decisões e o desenvolvimento de estratégias sustentáveis: o mapeamento detalhado sobre as paisagens do DSC; a análise das variações climáticas e padrões de precipitação pluvial, e o reconhecimento das particularidades internas do semiárido brasileiro.

Como sugestão para futuras pesquisas, é necessário que haja um aprimoramento contínuo das informações cartográficas do Semiárido Brasileiro, utilizando novas tecnologias e incorporando avanços de pesquisas passadas, bem como novas metodologias. Tendo em mente que os mapas gerados a partir da cartografia de paisagem depende diretamente dos dados espaciais disponíveis para as áreas estudadas.

É fundamental ainda, abordar essa região de forma regional, levando em consideração suas particularidades internas. Entendendo que o Semiárido Brasileiro é, antes de tudo, diverso.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. Domínios morfoclimáticos e solos do Brasil. In: AB'SABER, A. N. **Os solos dos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa, 1996. p. 1-18.
- AB'SÁBER, A. N. Ecossistemas Continentais. In: OLIVEIRA, E. M.; KACOWICZ, Z. (Coord.). **Relatório da Qualidade do Meio Ambiente**. Sinopse. Brasília, DF: SEMA, 1984, p.171-218. (Publicado sem as bibliografias).
- AB'SÁBER, A. N. Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil. **Geomorfologia**, São Paulo, IGEOG, USP, n. 20, 1969.
- AB'SABER, A.N. Domínios morfoclimáticos e províncias fitogeográficas do Brasil. In: **Orientação**. Instituto de Geografia, USP. 3:45-48. 1967.
- AB'SABER, A.N. Domínios Morfoclimáticos na América do Sul. In **Geomorfologia** 52- São Paulo, 1977A.
- AB'SÁBER, A. N. **A problemática da desertificação e da galvanização no Brasil Intertropical**. USP, Instituto de Geografia. São Paulo, 1977B.
- AB'SÁBER, A. N. O relevo brasileiro e seus problemas. In: AZEVEDO. A. **Brasil: a Terra e o Homem**. vol.1, cap. III. São Paulo: Cia. Editora Nacional. 1964.
- AB'SÁBER. A. N. **O domínio morfo-climático semi-árido das caatingas brasileiras**. São Paulo: IGEOGU-USP, 1974. 34p.
- AHRENS, C. D. **Meteorology today: an introduction to weather, climate, and the environment**. Cengage Learning Canada Inc, 2015.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M. Modeling monthly mean air temperature for Brazil. **Theor Appl Climatol**, v. 113, p. 407-427, 2012.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711-728, 2013.
- ANDRADE, G. O. de. **Panorama dos recursos naturais do Nordeste**. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1968.
- ANDRADE, Leonaldo Alves de. **Classificação ecológica do território brasileiro situado a leste de meridiano de 44º oeste e ao norte do paralelo de 16º sul - uma abordagem climática**. Viçosa: UFV, 1998.
- ANDRADE, M. C. de. **A Terra e o homem no Nordeste**. 4. ed. Livraria Editora de Ciências Humanas, p. 49-123, São Paulo, 1980.
- ANDRADE, M. C. de. **Geografia econômica do Nordeste**. 3. ed. Atlas, São Paulo, 1977. 169p.

ANDRADE, Manuel Correia de (Coordenação). **Ecosistemas e Potencialidades dos Recursos Naturais do Nordeste**. Recife, SUDENE - Departamento de Recursos Naturais - Divisão de Estudos Integrados, 1989.

ARAUJO FILHO, J. C. de; SILVA, F. B. R. e; RICHE, G. R.; SOUSA NETO, N. C. de. **Zoneamento agroecológico como instrumento de planejamento no uso dos ambientes nas escalas regional e estadual**. In: Workshop Sobre Avaliação e Manejo Dos Recursos Naturais Em Área De Exploração Da Cana-de-açúcar, 1997, Aracaju: EMBRAPA-CPATC, 1997. p. 33-37.

ARINO, O.; BICHERON, P.; ACHARD, F.; LATHAM, J.; WITT, R.; WEBER, J. Globcover: the most detailed portrait of the Earth. ESA Bulletin 136, **European Space Agency**, Frascati, Italy. 2008. 31 p.

BAGNOULS, F.; GAUSSEN, H. Les climats biologiques et leur classification. In: **Annales de géographie**. Armand Colin, 1957. p. 193-220.

BAILEY, R. Ecosystem Geography. **Springer**. Verlag, New York, NY. 1996. 204 p.

BAILEY, R. G. **Ecoregions of the United States**. USDA Forest Service, Intermountain Region. 1:7.500.000. EUA: Ogden, Utah, 1976.

BANCO DO NORDESTE DO BRASIL. Proposta de dimensionamento do semi-árido brasileiro. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil**, 2005.

BARRY, R. G.; CHORLEY, R. J. **Atmosfera, tempo e clima**. Bookman Editora, 2009.

BELTRÃO, A. E. de. O inventário hidrogeológico do Nordeste: folha nº 6-Fortaleza-Ce. **SUDENE-DRN, Recife-PE**, 1970.

BELTRÃO, V. de A.; LAMOUR, C. Uso atual e potencial dos dolos do Nordeste. **Recife, SUDENE**, 1984.

BERNHARD-REVERSAT, F.; HUTTEL, C.; LEMEÉ, G. Biogeography and ecology in South America. **Hague**, 1969.

BERTALANFFY, Ludwig von. **Teoria Geral dos Sistemas**. Tradução de Francisco M. Guimarães. Petrópolis: Vozes, 1973.

BERTRAND, Claude & BERTRAND, Georges. O sistema GTP (Geossistema, Território, Paisagem) O retorno do Geográfico? (cap. IV). In: **Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades**. Organizador: Messias Modesto dos Passos. Maringá: Ed. Massoni, 2009. 360p.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física global: um esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**. N.13. São Paulo. IGUSP. 1972. 27p.

BERTRAND, G. Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique. **Revue géographique des Pyrénées et sud-ouest**, v. 39, fasc. 3, 1968. p. 249-272.

BIGARELLA, J. J.; ANDRADE, G. O. de. Considerações sobre a Estratigrafia dos sedimentos Cenozoicos em Pernambuco (Grupo Barreiras). Univer. Federal de Pe., **ICT**. Arquivos n.2, p. 2-13, Recife, 1964.

BRASIL. **Departamento de Produção Mineral, Projeto Radam - Vegetação. Estudos Fitogeográfico da folha S.B. 23-Teresina e parte da folha S.B. 24-Jaguaribe**, vol. 2- Rio de Janeiro, 1973.

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Projeto Radam. Parte das folhas SC.23 Rio São Francisco e SC.24 Aracaju; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, 1973.

CAILLEUX, A.; TRICART, J. Zones phytogeographiques et morphoclimatiques de Quaternaire au Brésil. - **C. R. de la Société de Biogéographie**, 293, p. 7-13, Paris, 1957.

CALDAS LINS, R.; ANDRADE, G. O. de. Diferentes combinações do meio natural na zona da Mata Nordestina – Introdução ao estudo da variação dos fatores naturais na agroindústria do açúcar. **Anais da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, vol. XIII, 1959-60, p. 49-80, São Paulo, 1960.

CALDEIRON, S. S. (Coord.). **Recursos naturais e meio ambiente: uma visão do Brasil**. Rio de Janeiro: 1993: IBGE, 154p.

CARDOSO, D. B. O. S.; QUEIROZ, L. P. Caatinga no contexto de uma metacomunidade: evidências da Biogeografia, padrões filogenéticos e abundância em espécies de leguminosas. In: CARVALHO, C.J.B.; ALMEIDA, E.A.B. **Biogeografia da América do Sul: Padrões & Processos**. São Paulo: ROCA. 2010. p.242-260.

CARDOSO, D. B. O. S.; QUEIROZ, L. P. de. Diversidade de Leguminosae nas caatingas de Tucano, Bahia: implicações para a fitogeografia do semi-árido do Nordeste do Brasil. **Rodriguésia**, v. 58, p. 379-391, 2007.

CAVALCANTI, I. F. A. **Um estudo sobre interações entre sistemas de circulação de escala sinótica e circulações locais**. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 1982.

CAVALCANTI, L. C de S. Geossistemas do Semiárido Brasileiro: Considerações Iniciais. **Caderno de Geografia**, v.26, número especial 2, 2016.

CAVALCANTI, L. C. de S. **Da Descrição de Áreas à Teoria dos Geossistemas: uma Abordagem Epistemológica sobre Sínteses Naturalistas**. Tese (Doutorado em Geografia). Recife: UFPE. 2013.

CAVALCANTI, L. C. de S.; **Cartografia de Paisagens: fundamentos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

CAVALCANTI, L. C. de S.; SANTOS, R. S. Domínio das Caatingas: considerações a partir de uma cartografia comparada. In: SOUZA, S. O.; LIMA, K. C.; VALEZIO, E. V.; SAMPAIO, S. A. (org.). **Perspectivas e desafios do sertão nordestino**. – 1. ed. Vol. 1 - Senhor do Bonfim-Ba: Univasf, 2021.

CAVALCANTI, L. C. S. CORRÊA, A. C. de B. Geossistemas e Geografia no Brasil. **R. Bras. Geogr.**, Rio de Janeiro, v. 61, n. 2, p. 3-33, jul./dez. 2016.

CAVIEDES, C. N. **El Niño in History: Storming Through the Ages**. University Press of Florida, 2001.

CHRISTOFOLETTI, A. Modelagem de Sistemas Ambientais. São Paulo: **Edgard Blücher**. 236p., 1999.

COELHO, J. OS GRANDES ECOSSISTEMAS DO NORDESTE BRASILEIRO: PROBLEMAS E SOLUÇÕES. **B. Agric.** Recife. V.6. n.1. p.31 a 93. jan./jun. 1988.

CORRÊA, A. C. B.; SOUZA, J. O. P.; CAVALCANTI, L. C. S. Solos do Ambiente Semiárido Brasileiro: Erosão e Degradação a Partir de uma Perspectiva Geomorfológica. In: **GUERRA, A.J.T.; JORGE, M.C.O. (Org.). Degradação dos Solos no Brasil**. 1ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014. p.127-169.

CORRÊA, A. C. B.; TAVARES; B. A. C.; MONTEIRO, K. A.; CAVALCANTI, L. C. S.; LIRA; D. R. Megageomorfologia e morfoestrutura do Planalto da Borborema. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 31, n. 1-2, p. 35-52, 2010.

CORRÊA, A. C. de B.; CAVALCANTI, L. C. de S.; LIRA, D. R. de. Stone and sand ruins in the drylands of Brazil: the rustic landscapes of Catimbau National Park. **Landscapes and Landforms of Brazil**, p. 243-251, 2015.

CORRÊA, A. C. de B.; TAVARES, B. de A. C.; LIRA, D. R. de; MUTZENBERG, D. da S.; CAVALCANTI, L. C. de S. The Semi-arid Domain of the Northeast of Brazil. In: **SALGADO, A.; SANTOS L.; PAISANI, J. (eds.). The Physical Geography of Brazil**. Geography of the Physical Environment. Springer, Cham. 2019.

COSTA, I. R. da; ARAÚJO, F. S. de. Organização comunitária de um enclave de cerrado sensu stricto no bioma Caatinga, chapada do Araripe, Barbalha, Ceará. **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, p. 281-291, 2007.

COSTA, M. S. da. **Estudo hidrogeoquímico comparativo entre os ambientes de rochas carbonáticas neoproterozoicas no Estado da Bahia**. Orientador: Sérgio Augusto de Moraes Nascimento. Dissertação (Mestrado - Geologia) -- Universidade Federal da Bahia, Instituto de Geociências (UFBA), 2019.

COUTINHO, L. M. O conceito de bioma. **Acta Bot. Bras.** 20(1):1-11. 2006.

CPRM. Gestão Territorial. **Levantamento da Geodiversidade**. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Gestao-Territorial/Saiba-Mais---Levantamento-da-Geodiversidade-5409.html>> Acesso em: 09, maio de 2020.

CRETNEY, R. Resilience for Whom? Emerging Critical Geographies of Socio-ecological Resilience. **Geography Compass**. 8,9, 627–640, 2014. DOI:10.1111/gec3.12154.

CROSTA, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Campinas: UNICAMP, 1992. 170 p.

DA SILVA, F. E. L. da.; BEZERRA, J. A. Região e Território: um breve olhar sobre a nova delimitação do Semiárido brasileiro. **Revista Homem, Espaço e Tempo**, v. 14, n. 2, p. 66-82, 2020.

DINIZ, M. T. M.; SOUZA, A. C. D.; MEDEIROS, D. B. S. D.; OLIVEIRA, A. V. L. C. D.; SILVA, S. D. R. D. ENCLAVE DE CERRADO E A ATUALIZAÇÃO DO MAPEAMENTO DAS UNIDADES DE PAISAGEM DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE. **Mercator (Fortaleza)**, v. 21, 2022.

DUQUE, G. **Solo e água no polígono das Secas**. 5. Ed. Fundação Guimarães Duque. Mossoró, 1980.

EMBRAPA. **Mapa de Solos do Brasil-escala 1:5.000.000**. Brasília, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2011.

EMBRAPA. Monitoramento por Satélite. **Brasil visto do espaço: Nordeste**, 2001.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos**. Rio de Janeiro, 1979. 83p.

EMBRAPA. Zoneamento Agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico – Brasil. Brasília: MARA, EMBRAPA – CPATSA/SNLCS, 1991.

ERHART, H. La théorie biorhexistasique et les problemes biogéographiques et paléobiologiques. **C. R. Som. des Seances de la Société de Biogéographie**, XXXIII année, n.o 287.288-289, pág 45 a 53, dezembro de 1956. Tradução de Antônio Christofoletti.

ESCOBAR, I. P.; OLIVEIRA, S. A. M. de; LIMA, S. P. S.; PRADO, R. L. de; FERREIRA, A. T. A. Reprocessamento digital das imagens SLAR geradas pelos projetos RADAM e RADAMBRASIL - projeto RADAM-D. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 4395-4397.

FENNEMAN, N. M. Physiographic Divisions of the United States. **Annals of the Association of American Geographers**. Volume VI, pp; 19-98, Plate I. 1917.

FERNANDES, A.; BEZERRA, P. Estudo fitogeográfico do Brasil. Fortaleza: **Stylus Comunicações**, 1990. 205p.

FERRAZ, J. de S. **Causas Prováveis das Secas do Nordeste Brasileiro**. Rio de Janeiro, 1925.

FREYRE, G. **Nordeste**. Rio de Janeiro, 1937.

FUNCEME. **Redimensionamento da região semi-árida do Nordeste do Brasil**. Fortaleza, 1993. 112p.

GALVÃO, M. V. Regiões bioclimáticas do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 29, n. 1, p. 3-36, 1967.

GAUSSEN, Henri; BAGNOULS, Fi. Saison sèche et indice xéothermique. **Toulouse, França: Université de Toulouse, Faculté des Sciences**, 1953.

GÓES, A. M. O.; FEIJÓ, F. J. Bacia do Parnaíba. **Boletim de Geociências da PETROBRAS**, v. 8, 1994.

GOIS, L. S. de S.; CORRÊA, A. C. de B.; MONTEIRO, K. de A. Análise Integrada dos Brejos de Altitude do Nordeste do Brasil a partir de Atributos Fisiográficos. **Espaço Aberto**, PPGG - UFRJ, v. 9, p. 77-98, 2019.

GOMES, H. B. **Distúrbios ondulatórios de leste no nordeste brasileiro: climatologia e modelagem numérica**. 2012. Tese (Doutorado em Meteorologia) - Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

GONTIJO, Bernardo Machado. Uma geografia para a Cadeia do Espinhaço. **Megadiversidade**, v. 4, n. 1-2, p. 7-14, 2008.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.) Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 4. ed. Rio de Janeiro: **Bertrand Brasil**, 2001.

HARTMANN, J.; MOOSDORF, N. The new global lithological map database GLiM: A representation of rock properties at the Earth surface. **Geochemistry, Geophysics, Geosystems**, p. 1-37, 2012.

HOLDRIDGE, L. R. Ecologia basada em zonas de vida. San José, Costa Rica: **Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura**, 2000.

HOLDRIDGE, L. R. **Life zone ecology**. Tropical Science Center. San Jose, Costa Rica. 1967.

HUANG, B.; THORNE, P. W.; BANZON, V. F.; BOYER, T.; CHEPURIN, G.; LAWRIMORE, J. H.; MENNE, M. J.; SMITH, T. M.; VOSE, R. S.; ZHANG, H. Extended Reconstructed Sea Surface Temperature, Version 5 (ERSSTv5): Upgrades, Validations, and Intercomparisons. **Journal of Climate**, v. 30, n. 20, p. 8179–8205, 13 set. 2017.

IBGE. **Atlas Nacional do Brasil** - Região Nordeste. Rio de Janeiro, 1985. 175p.

IBGE. **Atlas Nacional do Brasil**. Ministério da Economia, Fazenda e Planejamento. 2. ed. Rio de Janeiro, 1992. 198p.

IBGE. Biomas e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250 000 / IBGE, **Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais**. - Rio de Janeiro: IBGE. 2019. 168 p. - (Relatórios metodológicos, ISSN 0101-2843; v. 45). ISBN 978-85-240-4510-3. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101676.pdf>> Acesso em: jan. 2022.

IBGE. **Mapa da Vegetação do Brasil**. Rio de Janeiro. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1991.

IBGE. **Mapa das Unidades de Relevo do Brasil**. Rio de Janeiro. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1993.

IBGE. Mapa de Aplicação da Lei nº 11.428 de 2006, Decreto nº 6.660, de 21 de novembro de 2008, publicado no Diário Oficial da União de 24 de novembro de 2008. 2008.

IBGE. **Mapa Geológico do Brasil- escala 1:5.000.000**. Rio de Janeiro. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Serviço Geológico do Brasil – CPRM, Departamento Nacional de Pesquisa Mineral, 1990.

ISACHENKO, A. G. A Ciência da paisagem e a regionalização físico-geográfica. Moscou: **Editora da Escola Superior**, 1991.

ISACHENKO, A. G. Principles of Landscape Science and Physical-Geographic Regionalization. Melbourne. 1973.

ISACHENKO, A. G.; SHLIAPNIKOV, A. A. Paisagens. Moscou: MISL. 504p. 1989. Em russo.

JAMES, P. E. Observations on the Physical Geography of Northeast Brazil. **Annals of the Association of American Geographers**, Vol. 42, No. 2. p. 153-176, 1952. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2560977>> Acesso em: 20, maio 2021.

KLIJN, J. A. Hierarchical concepts in landscape ecology and its underlying disciplines. Wageningen (The Netherlands), **DLO Winand Staring Centre**, Report 100, 144 p., 1994.

KÖPPEN, Wilhelm. Climatologia. Com un estudio de los climas de la tierra. México - Buenos Aires: **Fundo de Cultura Econômica**, 1948. Tradução de Antônio Carlos de Barros Corrêa.

KUHLMANN, E. Os Tipos de Vegetação do Brasil (Elementos para uma classificação fisionômica), in **Anais da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, vol. 8, tomo 1, 1953/54, p. 133-180. 1954.

LIMA, S. S.; CORDEIRO, J. L. P.; TEIXEIRA, L. P.; MAIA, R. P.; SILVA, M. V. C.; MORO, M. F. Caracterização geográfica e dinâmica de uso da terra da Ibiapaba e seu entorno, Domínio Fitogeográfico da Caatinga. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 15, n. 05, p. 2500-2524, 2022.

LIRA, D. R. de. **Evolução geomorfológica e paleoambiental das Bacias do Riacho do Pontal e GI-8 no Sub-Médio São Francisco**. Tese (Doutorado). Recife, Pós-Graduação em Geografia, CFCH, Universidade Federal de Pernambuco, 2014. 234p.

LUETZELBURG, P. V. Estudos Botânicos do Nordeste. **MVOP - Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas**, 1922-1923, 3º vol. Rio de Janeiro, 1923.

MABESOONE, J. M. Mapa de Aspectos Morfológicos. In: **Atlas de recursos naturais do Nordeste**. SUDENE. Recife, 1977.

MAJOR, J. A Functional, Factorial Approach to Plant Ecology. **Ecology**. 1951.

MARTINS, S. V.; REIS, M. G. F.; ASPIAZU, C.; PEREIRA, J. F. Interpolação de valores de altitude e de variáveis climáticas para o Estado do Espírito Santos. **Rev. Arv.**, v. 16, n. 3, p. 262-271. 1992.

METZGER, M.; BUNCE, R.; JONGMAN, R.; SAYRE, R.; TRABUCO, A.; ZOMER, R. A high-resolution bioclimate map of the world: a unifying framework for global biodiversity research and monitoring. **Global Ecology and Biogeography**, p. 630-638, 2013.

MONTEIRO, J. B. A influência de teleconexões e sistemas meteorológicos produtores de precipitação no semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 15, n. 01, p. 312-332, 2022.

MORAIS, M. D. C. de; GAN, M. A. Vórtices ciclônicos em altos níveis sobre o Nordeste do Brasil. 2016.

MORIZE, H. Contribuição ao Estudo do Clima do Brasil. 2nd edição. Rio de Janeiro, 1927.

MOURA, L. de S. Estudo da paisagem da caatinga piauiense: Parque Nacional Serra das Confusões-PI. 2004.

MUTZENBERG, D. da S.; CORREA, A. C. de B.; TAVARES, B. de A. C.; CISNEIROS, D. Serra da Capivara National Park: Ruinform Landscapes on The Parnaiba Cuesta. **Landscapes and landforms of Brazil**, p. 253-263, 2015.

NIMER, E. Climatologia da região nordeste do Brasil. Subsídios à geografia regional do Brasil. **R. Bras. Geogr.**, v.34, n.2, p.3-51, 1972.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1984. 421p.

NOUTCHEU, Ronald *et al.* Chronic human disturbance and environmental forces drive the regeneration mechanisms of a Caatinga dry tropical forest. **Perspectives in Ecology and Conservation**, 2024.

NOVAES PINTO, M. (Org.). **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 1993. 679p.

ODUM, E. Fundamentals of Ecology. Philadelphia: **W. B. Saunders Company**, 1953. 383p.

OLIVEIRA, F. P. de. **Processos convectivos na iniciação de linhas de instabilidade na costa norte do Brasil**. Tese (Doutorado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2017.

OLIVEIRA, L. N.; AQUINO, C. M. S. de. Definições e aplicações da resiliência na ciência geográfica. **Revista do Departamento de Geografia**, [S. l.], v. 39, p. 1-13, 2020. DOI: 10.11606/rdg.v39i0.159581. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/159581>. Acesso em: 10 jun. 2022.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. Flora arbórea da Região Neotropical: Um banco de dados envolvendo biogeografia, diversidade e conservação. 2010.

OLSON, D. M.; DINERSTEIN, E.; WIKRAMANAYAKE, E. D.; BURGESS, N. D.; POWELL, G. V. N.; UNDERWOOD, E. C.; D'AMICO, J. A.; ITOUA, I.; STRAND, H. E.; MORRISON, J. C.; LOUCKS, C. J.; ALLNUTT, T. F.; RICKETTS, T. H.; KURA, Y.; LAMOREAUX, J. F.; WETTENGEL, W. W.; HEDAO, P.; KASSEM, K. R. Terrestrial Ecoregions of the World: a new map of life on Earth. **BioScience** 51:11, 933-938. 2001.

OVINGTON, J. D. Quantitative ecology and woodland ecosystem concept. **Advances in ecological research**. Vol. 1. N.Y., 1962.

PEDREIRA DA SILVA, A. J.; LOPES, R. C.; VASCONCELOS, A. M.; BAHIA, R. B. C. Bacias Sedimentares Paleozoicas e Meso-Cenozoicas Interiores. In: BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, J. H. (eds.): **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil**. CPRM, Brasília. p. 55, 2003.

PELTIER, L. C. The Geographic Cycle in Periglacial Regions as It is Related to Climatic Geomorphology. **Annals of the Association of American Geographers**. Vol. 40, Nº. 3. 1950. p.214-236.

PEREZ-MARIN, A. M. *et al.* Núcleos de desertificação no semiárido brasileiro: ocorrência natural ou antrópica. **Parcerias Estratégicas**, v. 17, n. 34, p. 87-106, 2012.

PINTO, J. E. S. de S. **Os reflexos da seca no Estado de Sergipe**. São Cristóvão: Editora do NPGeo/UFS, 1999.

PRESS, S.; SIEVER, R. In: **Para entender a terra**, 3ª Edição. Trechos; Figs.1.10 e 2.15. Artmed Editora. Porto Alegre. 2006.

PROBIO. Seminário sobre Avaliação e Identificação de Ações Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade do Bioma Caatinga. 2000.

PROJETO MAPBIOMAS. **Coleção 6.0 da Série Anual de Mapas da Cobertura e Uso do Solo do Brasil**. 2021. Disponível em: https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR. Acesso em: 03 jun. de 2021.

QI, J.; KERR, Y.; CHEHBOUNI, A. External Factor Consideration in Vegetation Index Development. In **Proc. Of Physical Measurements and Signatures in Remote Sensing**. ISPRS, 723-730, 1994.

QUEIROZ, L. P. de; CARDOSO, D.; FERNANDES, M. F.; MORO, M. F. Diversity and Evolution of Flowering Plants on the Caatinga Domain. In: **SILVA, J. M. C. da; LEAL, I. R.; TABARELLI, M. (eds.). Caatinga: The Largest Tropical Dry Forest Region in South America**. Springer. 2017.

RADAMBRASIL. **Folha SA. 24 - Fortaleza, Levantamento de Recursos Naturais**, v. 21, Brasil, MME, Rio de Janeiro, 1981A.

RADAMBRASIL. **Folha SB. 24/25 - Jaguaribe/Natal, Levantamento de Recursos Naturais**, v. 23, Brasil, MME, Rio de Janeiro, 1981B.

RADAMBRASIL. **Folha SC. 24/25 - Aracaju/Recife, Levantamento de Recursos Naturais**, v. 30, Brasil, MME, Rio de Janeiro, 1983.

RADAMBRASIL. **Folha SD. 24 - Salvador, Levantamento de Recursos Naturais**, v. 24, Brasil, MME, Rio de Janeiro, 1981C.

REIS, M. G. F.; MARTINS, S. V.; TRISTÃO, R. A.; Classificação ecológica para reflorestamento: uma nova metodologia. In: **Anais do CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1 CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO**. Curitiba, 1993.

RICHÉ, G. R.; TONNEAU, J. P. Stratification du milieu l'exemple de Ouricuri. **Les Cahiers de la Recherche Développement**, n. 24, p. 57-76, dec., 1989.

RODRIGUES E SILVA, F. B.; RICHE, G. R.; TONNEAU, J. P.; SOUZA NETO, N. C. de; BRITO, L. T. de L.; CORREIA, R. C.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. H. B. B. da; SILVA, A. B. da; ARAUJO FILHO, J. C. de; LEITE, A. P. Zoneamento agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico. Petrolina: **EMBRAPA-CPATSA**; Recife: EMBRAPA-CNPS, Coordenadoria Regional Nordeste, 1993.

RODRIGUES E SILVA, F. B.; SANTOS, J. C. P. dos; SOUZA NETO, N. C. de; SILVA, A. B. da; RICHE, G. R.; TONNEAU, J. P.; CORREIA, R. C.; BRITO, L. T. de L.; SILVA, F. H. B. da; SOUZA, L. de G. M. C.; SILVA, C. P. da; LEITE, A. P.; OLIVEIRA NETO, M. B. de. **Zoneamento agroecológico do Nordeste do Brasil: diagnóstico e prognóstico**. Recife: Embrapa Solos- Escritório Regional de Pesquisa e Desenvolvimento Nordeste; Petrolina: Embrapa Semi-Arido, 2000.

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo; SILVA, Edson Vicente da; CAVALCANTI, Agostinho Paula Brito. Geoeecologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental. 5. ed. Fortaleza: **Edições UFC**, 2017. 222 p.

ROSS, J. L. (Org.). **Geografia do Brasil**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1995. 546p.

ROSS, J. L. Relevo brasileiro: uma nova proposta de classificação. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo, FFLCH/USP, n. 4, 1985. p. 25-39.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

ROSS, J. L. S.; CUNICO, C.; LOHMANN, M.; DEL PRETTE, M. E. (orgs.). **Ordenamento territorial do Brasil : potencialidades naturais e vulnerabilidades sociais**. Osasco, SP : Ed. dos Autores, 2022. 585 p.

SAMPAIO, J. B. M. Mapa pedológico. In: SUDENE.DRN **Atlas de recursos naturais do Nordeste**. Recife, 1977.

SANTOS, L. A.; LATRUBESSE, E. M. Unidades geomorfológicas da planície aluvial do Médio Rio São Francisco, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 23, n. 1, 2022.

SAWYER, C. F. The lasting impact of N.M. Fenneman's works physiography of the western and eastern United States. **Progress in Physical Geography: Earth and Environment**. 45 (5): 802–813. 2021. doi:10.1177/03091333211012944. ISSN 0309-1333. S2CID 235586655.

SAYRE, R.; DANGERMOND, J.; FRYE, C.; VAUGHAN, R.; ANIELLO, P.; BREYER, S.; CRIBBS, D.; HOPKINS, D.; NAUMAN, R.; DERRENBACHER, W.; WRIGHT, D.; BROWN, C.; CONVIS, C.; SMITH, J.; BENSON, L.; PACO VANSISTINE, D.; WARNER, H.; CRESS, J.; DANIELSON, J.; HAMANN, S.; CECERE, T.; REDDY, A.; BURTON, D.; GROSSE, A.; TRUE, D.; METZGER, M.; HARTMANN, J.; MOOSDORF, N.; DÜRR, H.; PAGANINI, M.; DEFOURNY, P.; ARINO, O.; MAYNARD, S.; ANDERSON, M.; COMER, P. A New Map of Global Ecological Land Units — An Ecophysiological Stratification Approach. **Association of American Geographers**. Washington, DC, 2014.

SCHIER, Raul Alfredo. Trajetórias do conceito de paisagem na geografia. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 7, 2003.

SERRA, A. **Meteorologia do Nordeste Brasileiro**. Rio de Janeiro, 1945.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; TETTO, A. F. **Meteorologia e climatologia florestal**. Curitiba: [s. n.]. 2015. 215 p.

SOCHAVA, V.B. **Introdução à Teoria dos Geossistemas**. Novosibirsk: Nauka, 1978. 320p. Em russo.

SOUZA, M. J. N.; OLIVEIRA, J. G. B. de; LINS, R. C.; JATOBA, L. Condições Geo-Ambientais do Semi-Árido Brasileiro. **Ci. & Trop.**, Recife. v. 20, n. 1, p. 173-198, jan/jun., 1992.

STRAKHOV, N. M. **Principles of lithogenesis**. Edinburgh, London. 1967.

SUDENE. **Estudos e investigações dos recursos naturais do Nordeste**, DRN, p. 3-42, Recife, 1968.

SUDENE. **Inventário hidrogeológico básico do Nordeste**. Recife-PE, 1977.

TANSLEY, A. The use and abuse of vegetational concepts and terms. **Ecology**, v. 16, n. 3, p. 284-307. 1935.

TAVARES, B. A. C. **Evolução morfotectônica dos pedimentos embutidos do Planalto da Borborema**. Recife, PE. 2015. 251f. Tese (Doutorado em Geografia). UFPE, 2015.

TAYLOR, Ken *et al.* Landscape and meaning: Context for a global discourse on cultural landscape values. **Managing cultural landscapes**, 2012.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. New Jersey: Centerton, 1955. 104p.

TRES, A.; TETTO, A. F.; SOARES, R. V.; WENDLING, W. T.; SANTOS, G. H. ECOLOGICAL LIFE ZONES OF BRAZIL. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 50, n. 3, p. 1575 - 1584, jul/set 2020.

TRICART, J. As Zonas Morfoclimáticas do Nordeste Brasileiro. **Publicações da Universidade da Bahia, Laboratório de Geomorfologia e Estudos Regionais**, VII-4, Brasil, 1959.

TRICART, J. F. L. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, FIBGE/SUPREN. 1977. 91p.

TRICART, J. Observations sur le façonnement des rapides des rivières inter-tropicales. - **Bull. de La Sect. de Géorg.** - Comm. des Travaux historiques et scientifiques. Sep. Impr. Nationale. Paris, 1958.

TRICART, J.; KILLIAN, J. L'éco-géographie et l'aménagement du milieu naturel. Paris: Lib. F. Maspero, 1979. 325p.

TROLL, C. Die Tropische Gebirge. **Bonner geogr. Abhandlungen**. 1959.

TURNER, M. G.; GARDNER, R. H.; O'NEILL, R. V. Landscape Ecology in Theory and Practice. **Springer**. 1989.

UNEP. United Nations Environment Program. MIDDLETON, N.; THOMAS, D. (Eds.). **World atlas of desertification** (2nd ed.). London: Arnold, 1997.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. As regiões naturais de Pernambuco. **Arquivos do Instituto de Pesquisas Agronômicas**, n.3. 1941. p.25-32.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **As regiões naturais do Nordeste: o meio e a civilização**. Recife: Conselho do Desenvolvimento de Pernambuco. 1970. 441p.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **Catecismo da ecologia**. Vozes, Petrópolis, 1973.

VELLOSO, A. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; PAREYN, F. G. C. ECORREGIÕES Propostas para o Bioma Caatinga. Associação Plantas do Nordeste: Instituto de Conservação Ambiental The Nature Conservancy do Brasil, Recife, 2002.

VILAS BOAS, J. H. Projeto RADAMBRASIL. **Sítio Eletrônico dos Antigos Funcionários do Projeto RADAMBRASIL**. Rio de Janeiro, 1998-2012. Disponível em:
<<https://web.archive.org/web/20121215033703/http://www.projeto.radam.nom.br/index.html>> Acesso em: 04/04/2022.

WALTER, H. **Vegetação e Zonas Climáticas**. São Paulo, E.P.U. Ltda. 1986.

ZOMER, R. J.; TRABUCCO, A. Version 3 of the "Global Aridity Index and Potential Evapotranspirations (ET0) Database": Estimation of Penman-Monteith Reference Evapotranspiration. **Scientific Data**, v. 9, n. 1, p. 409, 2022.

APÊNDICE A – SCRIPT PARA OBTENÇÃO DOS DADOS DO GBIF A PARTIR DO SOFTWARE R

```

# fill in your gbif.org credentials
user <- "seu nome de usuário do GBIF" # your gbif.org username
pwd <- "sua senha do GBIF5" # your gbif.org password
email <- "seu email" # your email

library(dplyr)
library(purrr)
library(readr)
library(magrittr) # for %T>% pipe
library(rgbif) # for occ_download
library(taxize) # for get_gbifid_
file_url <- "C:/GBIF/taxons_caat.csv" #Local do arquivo

gbif_taxon_keys <-
  readr::read_csv(file_url) %>%
  pull("Taxon name") %>% # use fewer names if you want to just test
  taxize::get_gbifid_(method="backbone") %>% # match names to the GBIF backbone
  to get taxonkeys
  imap(~ .x %>% mutate(original_sciname = .y)) %>% # add original name back into
  data.frame
  bind_rows() %T>% # combine all data.frames into one
  readr::write_tsv(path = "all_matches.tsv") %>% # save as side effect for you to
  inspect if you want
  filter(matchtype == "EXACT" & status == "ACCEPTED") %>% # get only accepted
  and matched names
  filter(kingdom == "Plantae") %>% # remove anything that might have matched to a
  non-plant
  pull(usagekey) # get the gbif taxonkeys

# use matched gbif_taxon_keys from above
occ_download(
  pred_in("taxonKey", gbif_taxon_keys),
  pred_in("basisOfRecord", c('PRESERVED_SPECIMEN')),
  pred("hasCoordinate", TRUE),
  pred("hasGeospatialIssue", FALSE),
  format = "SIMPLE_CSV",
  user="nome de usuário do GBIF",pwd="senha do GBIF",email="seu email"
)

```

APÊNDICE B – SCRIPT DO GOOGLE EARTH ENGINE PARA PRODUÇÃO DO ÍNDICE MSAVI2 A PARTIR DE IMAGENS LANDSAT 8

```

//MSAVI2 com L8//
var colecaoL8 = ee.ImageCollection("LANDSAT/LC08/C01/T1")
.filterDate('2013-01-01','2021-12-31')
.filterBounds(table)
.filterMetadata('CLOUD_COVER_LAND','less_than', 20)
//Visualizar imagens disponíveis
print ('Disponível L8', colecaoL8)
print ('Quantidade L8', colecaoL8.size())
// Calcular a mediana
var medianL8 = colecaoL8.median();
//Calcular MSAVI2 (Modified Soil-Ajusted Vegetation Index)
var msavi2L8 = medianL8.expression ('float (((2* NIR + 1 - sqrt(((2* NIR + 1)**2) -
8*(NIR - RED)))/2)',{
  'NIR': medianL8.select ('B5'),
  'RED': medianL8.select ('B4')});
// Mostrar o resultado.
var L8ms2 = msavi2L8.clip(table)
/***** Simbologia para os indices *****/
Map.addLayer(L8ms2);
Map.centerObject(table, 8);

/***** Exportar camada *****/
Export.image.toDrive({
image: L8ms2,
description: 'L8ms2',
scale: 30,
region: table
});

```

**ANEXO A – DADOS DO INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET),
NORMAIS CLIMATOLÓGICAS DO BRASIL (1981-2010 E 1991-2020) PARA
CONSTRUÇÃO DOS CLIMOGRAMAS**

Precipitação Acumulada Mensal (mm)												
Município	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Fortaleza	156,4	187	336,9	385	229	130	69,7	20	13,6	9,5	9,8	37,1
Natal	80,7	99,8	200,8	240,8	221,8	348,8	254	118,7	54	20,6	22,5	29
Sobral	123,7	161,8	220,1	206,3	93,2	30,1	17,4	3,9	0,4	2	5,5	23,2
Petrolina	83,5	78,1	83,6	45,8	11	5,7	4,5	1,7	2,3	9,2	46,5	47,1
Propriá	53	32,3	57,8	102,9	166,5	153,3	141,6	83,8	54,4	38,1	19,8	20,8
Itaberaba	94,8	59,9	70,8	47,1	28,5	35,7	35,5	20,8	18,2	30,5	70	81,2
Barra	112,7	96,2	125,5	67,2	13,8	1,4	0,1	0,3	6,7	30,9	97,9	107,1
Bom Jesus da Lapa	117,9	96,1	111	53,8	11,6	2,4	0,4	0,9	11	47,7	134,9	168,1
Barbalha	180,9	197,4	251,7	151	69,8	18,2	13,9	2,4	4,2	20,2	36,3	76,3
Pesqueira	21,7	75,8	98,1	100,2	83,8	59,7	53,8	27,3	10,8	14,3	19,3	26,2
Cipó	43,2	42,9	55,8	53,1	58	60,7	57,8	38,1	29,5	23,2	48,9	38,6
Lençóis	133,1	93,9	164,3	113,6	62,5	55,7	41,5	40,4	26,4	75,5	135	115,8
Caetité	98,4	69	120,7	45,8	12,5	10,1	10,4	4,9	17,6	61,9	153,6	164,6
Piripiri	196,5	244,5	328,2	311,2	146,9	43,3	15,1	10,8	5,2	21,8	28,5	57,1
São João do Piauí	122,5	129	122	70,5	23,8	1,5	0,8	0,1	1,4	23	68,6	85,8
Caracol	131,5	121,3	126,5	79,1	18	1,1	0,6	0	5	36,5	86,9	107,1

Temperatura Média Compensada Mensal (°C)												
Município	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Fortaleza	27,4	27,3	27	26,8	26,8	26,4	26,2	26,6	27	27,4	27,7	27,8
Natal	27,4	27,6	27,5	27,2	26,6	25,4	24,8	25	25,8	26,5	27	27,4
Sobral	27,5	26,7	26,3	26	26,2	26,3	26,8	27,5	28,1	28,3	28,4	28,5
Petrolina	28,2	28,1	8	27,6	26,6	25,2	24,6	25,2	26,9	28,5	28,8	28,6
Propriá	27,7	28	28	27,1	25,9	24,4	23,6	23,7	24,6	26,1	27,2	27,7
Itaberaba	26,4	26,8	26,5	25,6	24,4	22,7	22,1	22,6	23,9	25,2	25,9	26
Barra	27,1	27	26,5	26,8	26,3	25,2	24,7	25,8	27,7	28,9	27,9	27,2
Bom Jesus da Lapa	26,6	26,7	26,6	26,4	25,7	24,7	24,4	25,7	27,7	28,7	27,1	26,6
Barbalha	26,2	25,6	25,4	25,2	25	24,7	24,6	25,5	26,8	27,8	27,8	27,3
Pesqueira	24,1	24,2	24,1	23,5	22,6	21,2	20,6	20,8	21,8	23,2	23,8	24,1
Cipó	27,4	27,4	27,5	26,7	25,2	23,5	22,7	22,9	24,2	25,7	26,7	27,2
Lençóis	25,5	25,8	25,3	24,4	23,2	21,8	21,3	21,9	23,5	25	24,9	25,2
Caetité	22,9	23,5	22,9	22,5	21,5	19,9	19,6	20,4	22,3	23,5	23,1	22,9
Piripiri	27,1	26,4	26,1	26,1	26,5	26,6	27,1	27,9	28,8	29,2	29,2	28,8
São João do Piauí	27,4	26,7	26,7	27	27,5	27,2	27,1	28	29,5	30,3	29,4	28,1
Caracol	24,8	24,5	24,4	24,3	24	23,3	23,3	24,4	26,1	27,3	26,4	25,3