UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

ANÁLISE GEOSSISTÊMICA DA REGIÃO DE IRECÊ-BA

Salvador
2014

MAURÍLIO QUEIRÓS NEPOMUCENO

ANÁLISE GEOSSISTÊMICA DA REGIÃO DE IRECÊ-BA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Puentes Torres

Salvador
2014

TERMO DE APROVAÇÃO

MAURÍLIO QUEIRÓS NEPOMUCENO

ANÁLISE GEOSSISTÊMICA DA REGIÃO DE IRECÊ-BA

Dissertação aprovada como requisito para obtenção do grau de Mestre em Geografia, Universidade Federal da Bahia – UFBA, pela seguinte banca examinadora:

_____

Dr. Antonio Puentes Torres – Orientador
Doutor em Ciências Florestais, Universidad de Córdoba, Espanha.

_____

Drª. Jocimara Souza Britto Lobão
Doutora em Geografia, Universidade Federal de Sergipe, UFS, Brasil.

_____

Dr. Marco Antonio Tomasoni
Doutor em Geografia, Universidade Federal de Sergipe, UFS, Brasil.

Salvador, 2014

Você verá que é mesmo assim
Que a história não tem fim
Continua sempre que você responde "sim"
À sua imaginação
À arte de sorrir cada vez que o mundo diz "não"

(Brincar de viver, eternizada na voz de Maria Bethânia)

Ficha catalográfica elaborada pela
Biblioteca do Instituto de Geociências - UFBA

N441 Nepomuceno, Maurílio Queirós
Análise geossistêmica da região de Irecê-BA / Maurílio Queirós Nepomuceno.- Salvador, 2015.
295 f. : il. Color.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Puentes Torres
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia. Instituto de Geociências, 2014.

1. Geoprocessamento. 2. Geomorfologia - Irecê (Bahia). 3. Paisagem - Irecê (Bahia). I. Torres, Antonio Puentes. II. Universidade Federal da Bahia. III. Título.

CDU: 551.435(813.8)

Dedico a minha mãe, Dona Vanecy de Queirós, que ao construir sua história com tão pouco, rompeu as amarras das desigualdades e abriu os meus caminhos.

RESUMO

O geossistema surge como o grande conceito norteador do complexo geográfico e da dinâmica de conjunto que, por sua vez, são dotados de funcionalidade própria no espaço e no tempo. Ao passo que um dos conjuntos de técnicas para a análise da paisagem disponibilizados pelos avanços científicos e tecnológicos, trata-se do geoprocessamento. Ele potencializa a integração de dados espacializados. No presente estudo, o geoprocessamento firmou-se como base técnica indispensável para avaliação das potencialidades e limitações das paisagens circunscritas no espaço, ocupados ou não por atividades humanas. Essas diretrizes nortearam a compreensão da diversidade e do mosaico paisagístico na região de Irecê, como resultado da forma de ocupação e exploração do território, da mesma forma o tratamento em relação aos elementos naturais como a água, a terra, a biodiversidade e as técnicas. Neste âmbito, o objetivo geral da dissertação é analisar a região de Irecê, a partir da abordagem geossistêmica. Importante compreender também como os elementos biofísicos da paisagem e o processo de ocupação da terra contribuem para a dinâmica do balanço morfogênese/pedogênese das unidades geossistêmicas. Construímos uma proposta de periodização do processo histórico de ocupação e uso das terras na região de Irecê. Foi constatado como a modernização do campo, através do discurso da revolução verde, viabilizou a reprodução ampliada do capital a partir dos anos 60. O mesmo capital que ao se territorializar substitui extensas coberturas vegetais primárias por cultivos mercantis altamente mecanizados. A região ganhou notoriedade nacional como uma grande produtora de grãos. Todavia, a pujança financiada pelo Estado, entrou em crise quando este último reduziu drasticamente os investimentos. Em consequência, os trabalhadores rurais endividados se viram expulsos de suas terras, expropriados de seu principal meio de produção. Após a migração para os centros urbanos da região, muitos dependem hoje em dia da transferência de renda para sua sobrevivência. Analisamos o balanço morfogênese/pedogênese respaldados sobre um componente espacial e outro temporal. No componente espacial destacamos a modelagem com auxílio da inferência *fuzzy* para sintetizar os níveis de pertinência de cada dado e seus atributos ao processo de morfogênese. Constatamos, assim, as áreas de maior e menor estabilidade ambiental, onde os processos erosivos podem ocorrer de maneiras igualmente diferenciadas. O componente temporal está amparado em doses de empirismo e subjetividade, em que pesa a interpretação do observador a respeito da paisagem e das relações estabelecidas entres seus componentes. Este componente é uma tentativa de inserir a dinâmica temporal ao balanço morfogênese/pedogênese. A identificação e delimitação das unidades geossistêmica viabilizaram a classificação dos meios com base na Ecodinâmica de Tricart. Desta forma, o geossistema da Agropecuária Sobre o Platô Cárstico de Irecê foi o único em situação de instabilidade. Reconhecemos assim, que os elementos biofísicos da paisagem aliada com o uso e o processo de ocupação das terras, orquestram diferentes combinações para o balanço morfogênese/pedogênese. De tal forma, que as manifestações espaciais condicionadas e condicionantes, destas combinações geográficas, mostram-se através do tempo e do espaço. E ainda no interior de cada geossistema, as distintas paisagens que o compõem, são capazes de emanarem novos arranjos e muitos processos, por vezes desconhecidos frente ao conjunto de instrumentalização teórica e técnica adotada.

Palavras-chave: Geossistema, Geoprocessamento, Irecê, Periodização

ABSTRACT

The geosystem appears as the great guiding concept of geographical complex and set of dynamics that, in turn, are endowed with own functionality in space and time. While one set of techniques for landscape analysis provided by scientific and technological advances, it is the Geoprocessing. It enhances the integration of spatial information. In this study, the Geoprocessing has established itself as indispensable technical basis for evaluation of the potential and limitations of landscapes circumscribed in space, occupied or not by human activities. These guidelines guided the understanding of diversity and landscape mosaic in Irecê region as a result of the occupation and exploitation of the territory, as the treatment with natural elements like water, land, biodiversity and techniques. In this context, the general purpose of this work is to analyze the Irecê region, from the geosystemic approach. Also important to understand how the biophysical elements of the landscape, and the land occupation process contribute to the dynamics of balance morphogenesis/pedogenesis of geossistêmicas units. Was built a periodization proposal of the historical process of occupation and land use in the region of Irecê. It has been found as the modernization of the countryside, through the speech of the green revolution, enabled the expanded reproduction of capital from the 60. The same capital when territorialized replaces extensive primary vegetation cover by highly mechanized commercial crops. The region gained national notoriety as a major grain producer. However, the wealth financed by the state, went into crisis when the state drastically reduced investments. Consequently, the indebted peasants found themselves driven from their land, dispossessed of their primary means of production. After migration to urban centers in the region, many rely today of income transfer to their survival. We analyze the balance morphogenesis/pedogenesis backed about on a spatial component and another temporal. In the spatial component we highlight the modeling with the help of fuzzy inference to synthesize the level of relevance of each data and its attributes to the morphogenesis process. We observed, like this, the areas of greater and lesser environmental stability, where erosion can occur equally ways different . The time component is supported in empiricism and subjectivity doses, in weighing the interpretation of the observer about the landscape and the relationships established entres its components. This component is an attempt to insert the temporal dynamics to morphogenesis / pedogenesis balance. The identification and delimitation of ecosystemic units enabled the classification of means based on ecodynamic Tricart. Thus, the geosystem Agriculture of About Karstic Irecê Plateau was the only one where conditions are unstable. We recognize as well that the biophysical elements of the landscape coupled with the use and the process of land occupation, orchestrate different combinations for the balance morphogenesis/pedogenesis. So that the conditioned space events and conditions, these geographical combinations, are shown through time and space. And within each geosystem, the different landscapes that make it up are capable of emanating new arrangements and many processes, sometimes unknown outside the set of theoretical instrumentation and technique adopted.

Keywords: Geosystem, Geoprocessing, Irecê, Periodization

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu pai criador, Deus, que com sua ilimitada graça me deu consolo e forças nos momentos difíceis para continuar nessa jornada.

A minha dedicada mãe por esta sempre ao meu lado, se abdicando de interesses próprios para satisfazer minhas necessidades.

A minha namorada, Luiza Neiliane, por compreender meus momentos de ausência e por está sempre disposta a me ajudar com carinho e dedicação.

Ao meu orientador Antonio Puentes, por permitir o desenvolvimento de um projeto conforme interesses científicos particulares.

À professora Jocimara Lobão, pela inspiração na formação de um jovem profissional e auxílio prestado neste estudo.

Aos professores Elane Fiúza, Emanuel Reis, Juan Delgado e Martônio Sacramento pelas muitas orientações extraoficiais à esta pesquisa.

Ao grupo Geonat e colegas de pesquisa por possibilitarem o desenvolvimento não só deste trabalho, como de tantos outros, não faltando em nenhum momento os requisitos mínimos em termos de infraestrutura, assim como o espírito de cooperação...

Ao meu amigo de fé e irmão camarada Israel Oliveira, que foi decisivo para a pesquisa ao dividirmos as vivências, dentro e fora da academia.

Aos meus amigos geógrafos e a UFBA pelo apoio prestado durante a graduação e pós-graduação.

A CAPES, pelo financiamento deste projeto, sem o qual não seria possível elabora-lo.

LISTA DE TABELAS

Tabela 01. Parâmetros de transformação entre Sistemas Referenciais Geodésicos adotados pelo Brasil. 66

Tabela 02. Intervalo adotado na ponderação dos níveis de pertinência. 76

Tabela 03. Evolução das áreas destinada aos cultivos agrícolas permanentes e temporários na região de Irecê entre a década de 50 e 80. 121

Tabela 04. Evolução das áreas destinadas aos cultivos agrícolas permanentes e temporários na região de Irecê entre a década de 90 e 2010. 126

Tabela 05. Área plantada com feijão na região de Irecê entre 2008 e 2012. 127

Tabela 06. Área plantada com mamona na região de Irecê entre 2008 e 2012. 128

Tabela 07. Número de beneficiários dos programas sociais no Cadastro Único. 139

Tabela 08. Correspondências entre as altitudes e as temperaturas para as sedes municipais da região de Irecê entre 1950-2000. 147

Tabela 09 Precipitação média anual e total anual para as sedes municipais da região de Irecê entre 1950-2000. 150

Tabela 10. Área ocupada em termos absolutos e relativos por cada litotipo na região de Irecê. 158

Tabela 11. Área ocupada em termos absolutos e relativos por cada modelado na região de Irecê. 162

Tabela 12. Distribuição espacial por municípios da região de Irecê referente ao modelo *fuzzy* do balanço morfogênese/pedogênese em termos absolutos e relativos. 186

Tabela 13. Médias pluviométricas e erosividade mensais ao longo do ano climatológico 1973-2003 para o geossistema das Serras Mesotérmicas Florestadas da Chapada Diamantina. 194

Tabela 14. Distribuição espacial do uso e cobertura da terra em 2013 para o geossistema das Serras Mesotérmicas Florestadas da Chapada Diamantina. 196

Tabela 15. Médias pluviométricas e erosividade mensais ao longo do ano climatológico 1973-2003 para o do geossistema da Vegetação Lacustre Fluvial sobre Planície do Lago de Sobradinho. 206

Tabela 16. Distribuição espacial do uso e cobertura da terra em 2013 para o do geossistema da Vegetação Lacustre Fluvial sobre Planície do Lago de Sobradinho. 209

Tabela 17. Médias pluviométricas e erosividade mensais ao longo do ano climatológico 1973-2003 para o do geossistema da Agropecuária Sobre o Platô Cárstico de Irecê. 218

Tabela 18. Distribuição espacial do uso e cobertura da terra em 2013 para o do geossistema da Agropecuária Sobre o Platô Cárstico de Irecê. 226

Tabela 19. Médias pluviométricas e erosividade mensais ao longo do ano climatológico 1973-2003 para o do geossistema da Caatinga Sobre a Serra do Uibaí. 236

Tabela 20. Distribuição espacial do uso e cobertura da terra em 2013 para o do geossistema da Caatinga Sobre a Serra do Uibaí. 241

Tabela 21. Médias pluviométricas e erosividade mensais ao longo do ano climatológico 1973-2003 para o do geossistema dos Remanescentes de Caatinga Sobre a Planície Megatérmica do Rio Verde. 248

Tabela 22. Distribuição espacial do uso e cobertura da terra em 2013 para o do geossistema dos Remanescentes de Caatinga Sobre a Planície Megatérmica do Rio Verde. 254

Tabela 23. Relação entre os totais anuais de chuva e a erosividade entre três pontos de observação e descrição da paisagem *in loco*. 263

Tabela 24. Distribuição espacial do uso e cobertura da terra em 2013 para as Zonas de Transição entre os geossistemas. 265

LISTA DE QUADROS

Quadro 01. Observações sobre as abordagens de Sotchava, Bertrand e Monteiro. 57

Quadro 02. Identificação das classes de uso e cobertura da terra para os anos de 2013 e 1975 70

Quadro 03. Modelo teórico dos critérios e parâmetros adotados pelos especialistas no estabelecimento dos níveis de pertinência do balanço morfogênese/pedogênese. 76

Quadro 04. Níveis de pertencimento de cada variável à morfogênese. 80

Quadro 05. Esquema lógico da classificação da modelagem espacial e das unidades geossistêmica. 84

Quadro 06. Características de cada período. 91

LISTA DE MAPAS

Mapa 01. Localização da áre de estudo. 27

Mapa 02. Análise multitemporal das imagens Landsat 1 MSS e Landsat 8 OLI, referente aos anos de 1975 e 2013 respectivamente. 72

Mapa 03. Localização dos pontos de observação e descrição da paisagem por ordem de trabalho de campo. 74

Mapa 04. Uso e cobertura da terra na região de Irecê em 1975. 117

Mapa 05. Uso e cobertura da terra na região de Irecê em 2013. 130

Mapa 06. Localização dos poços artesianos. 135

Mapa 07. Número de inscritos no cadastramento único para programas sociais do governo. 140

Mapa 08. Zonas de atuação dos sistemas de circulação atmosféricos. 146

Mapa 09. Regime térmico na região de Irecê entre 1950 e 2000. 148

Mapa 10. Precipitação total anual na região de Irecê entre 1950 e 2000. 152

Mapa 11. Níveis setoriais de erosividade na região de Irecê. 155

Mapa 12. Geologia na região de Irecê. 157

Mapa 13. Modelados da região de Irecê. 161

Mapa 14. Declividade na região de Irecê. 163

Mapa 15. Representação tridimensional da altimetria na região de Irecê. 165

Mapa 16. Tipologia de solos da região de Irecê. 168

Mapa 17. Drenagem na região de Irecê. 171

Mapa 18. Índice de vegetação para o período chuvoso (janeiro) na região de Irecê entre os anos 2000 e 2012. 174

Mapa 19. Mudanças ocorridas no EVI do período chuvoso (janeiro) entre os anos 2000 e 2012 na região de Irecê. 179

Mapa 20. Índice de vegetação para o período seco (setembro) na região de Irecê entre os anos 2000 e 2012 181

Mapa 21. Modelo *fuzzy* do balanço morfogênese/pedogênese na região de Irecê. 184

Mapa 22. Estrutura espacial da organização geossistêmica. 189

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01. Número de ocorrências da palavra *geossistema* no banco de obras digitalizado Google Ngram entre os anos 1950 e 2008, respectivamente para as línguas inglesa (A), francesa (B) e russa (C). 59

Gráfico 02. Frequência em que a palavra *geossistema* é procurada na plataforma Google entre os anos 2004 e 2013, respectivamente em escala global (A) e no território brasileiro (B). 60

Gráfico 03. Histograma do índice de vegetação (EVI) para o período chuvoso (janeiro) na região de Irecê. 177

Gráfico 04. Histograma do índice de vegetação (EVI) para o período seco (setembro) na região de Irecê. 182

Gráfico 05. Balanço hídrico do Geossistema das Serras Mesotérmicas Florestadas da Chapada Diamantina segundo Thornthwaite 1948 (100mm). 193

Gráfico 06. Dinâmica ao longo de um ano normal da morfogênese/pedogênese para o geossistema das Serras Mesotérmicas Florestadas da Chapada Diamantina. 193

Gráfico 07. Balanço morfogênese/pedogênese para o geossistema das Serras Mesotérmicas Florestadas da Chapada Diamantina 199

Gráfico 08. Balanço hídrico do geossistema da Vegetação Lacustre Fluvial sobre Planície Do Lago de Sobradinho segundo Thornthwaite 1948 (100mm). 204

Gráfico 09. Dinâmica da morfogênese/pedogênese ao longo de um ano normal para o geossistema da Vegetação Lacustre Fluvial Sobre Planície do Lago de Sobradinho. 205

Gráfico 10. Balanço morfogênese/pedogênese para o geossistema da Vegetação Lacustre Fluvial Sobre Planície do Lago de Sobradinho. 213

Gráfico 11. Balanço hídrico do geossistema da Agropecuária Sobre o Platô Cárstico de Irecê segundo Thornthwaite 1948 (100mm). 216

Gráfico 12. Dinâmica da morfogênese/pedogênese ao longo de um ano normal para o geossistema da Agropecuária Sobre o Platô Cárstico de Irecê. 217

Gráfico 13. Balanço morfogênese/pedogênese para o geossistema da Agropecuária Sobre o Platô Cárstico de Irecê. 228

Gráfico 14. Balanço hídrico do geossistema da Caatinga Sobre a Serra do Uibaí segundo Thornthwaite 1948 (100mm). 234

Gráfico 15. Dinâmica da morfogênese/pedogênese ao longo de um ano normal para o geossistema da Caatinga Sobre a Serra do Uibaí. 235

Gráfico 16. Balanço morfogênese/pedogênese para o geossistema da Caatinga Sobre a Serra do Uibaí. 242

Gráfico 17. Balanço hídrico do geossistema dos Remanescentes de Caatinga Sobre a Planície Megatérmica do Rio Verde segundo Thornthwaite 1948 (100mm). 246

Gráfico 18. Dinâmica da morfogênese/pedogênese ao longo de um ano normal para o geossistema dos Remanescentes de Caatinga Sobre a Planície Megatérmica do Rio Verde. 247

Gráfico 19. Balanço morfogênese/pedogênese para o geossistema dos Remanescentes de Caatinga Sobre a Planície Megatérmica do Rio Verde. 258

Gráfico 20. Balanço hídrico das Zonas de Transição entre os geossistemas segundo Thornthwaite 1948 (100mm). 263

Gráfico 21. Balanço morfogênese/pedogênese para o geossistema da Vegetação Lacustre Fluvial Sobre Planície do Lago de Sobradinho. 267

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Diagrama das culturas nascentes e declinantes no atual processo de transformação cultural. 35

Figura 02. Classificação estrutural dos sistemas. 41

Figura 03. Infraestrutura da rede de observatórios na URSS para coleta e processamento de dados e informações dos distintos estados do geossistemas. 45

Figura 04. Representação da composição do geossistema e ecossistema, onde A = água, R = relevo, B = biosfera, S = sociedade, PL = pedosfera e litosfera, segundo S. Preobrajenski. ... 48

Figura 05. Modelo teórico do geossistema 50

Figura 06. Desenho experimental na tentativa de articular no espaço e no tempo os sistemas geográficos 55

Figura 07. Fluxograma metodológico 64

Figura 08. Etapas do processamento das imagens Landsat 8 OLI e o mapeamento do uso e cobertura da terra referente ao ano de 2013. 66

Figura 09. Etapas do processamento da imagem Landsat 1 e o mapeamento do uso e cobertura da terra referente ao ano de 1975. 69

Figura 10. Sequências de operações na geração da modelagem espacial do balanço morfogênese/pedogênese 83

Figura 11. Ilustração da fitofisionomia mais comum no bioma Caatinga. 110

Figura 12. Resumo da média do vizinho mais próximo para os poços na região de Irecê. .. 136

Figura 13. Perfil longitudinal do rio Verde (A) e rio Jacaré (B). 172

Figura 14. Cobertura aerofotogamétrica entre os anos 1948 e 1953 (A) e imagem orbital Landsat 8 OLI de maio de 2013 (B), referentes ao geossistema da Vegetação Lacustre Fluvial Sobre Planície do Lago de Sobradinho. 211

Figura 15. Dissecações nas vertentes do modelado. 244

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Foto 01. Arte Rupestre (A). Gruta no leito seco do rio Jacaré, utilizada como proteção por antigos indígenas (B). Ambas as fotos retiradas na divisa do município de Lapão com Canarana. 94

Foto 02. Possível localização da Lagoa das Caraybas conforme Rubem (2010), próxima a zona urbana da atual cidade de Irecê (A). O sistema de transporte fluvial até hoje é muito presente na cidade de Xique-Xique (B). 95

Foto 03. Uma das inúmeras cacimbas existentes na região. Esta se encontra abandonada e soterrada pela erosão no povoado de Baixão dos Honoratos, município de São Gabriel (A). A Boca do Lapão é uma gruta esculpida em rochas calcárias que deu origem ao povoamento e nome a cidade (B). 100

Foto 04. Morador coletando água da chuva armazenada numa pequena dolina no município de Cafarnaum (A). Toca localizada em dolina sem água habitada por coruja-buraqueira no município de São Gabriel (B). Lajedo preenchido com água durante a estação de chuvas no município de Irecê (C). 102

Foto 05. Lavoura de algodão no município de Jussara (A). Trabalhador rural utilizando o arado de aiveca por tração animal no município de Presidente Dutra. 105

Foto 06. Banco da Bahia na cidade de Irecê (A). Feira livre na Vila de Gabriel, atual cidade de São Gabriel (B). 108

Foto 07. Os primeiros tratores a chegarem na região (A). Trabalhador preparando o solo para o plantio da mamona (B). 115

Foto 08. Monumento localizado na cidade de Irecê, em homenagem ao triconsórcio feijão, milho, mamona. 118

Foto 09. Embalagem de produto fitossanitário encontrado em meio à lavoura. 120

Foto 10. Vegetação de capoeira no município de São Gabriel (A). Queimada (B) e extração de areia (C) no leito seco do rio Jacaré, divisa entre os municípios de Lapão e Canarana. ... 132

Foto 11. Torrões em solo preparado para o plantio no município de Canarana (A). Perfuração de poço artesiano no município de Ibipeba (B). 133

Foto 12. Carcaça de animais mortos durante a longa estiagem (A). Lavoura irrigada e mercantil imersa numa paisagem castiga pela seca (B). Ambas as fotos retiradas no município de São Gabriel. 137

Foto 13. Baixa profundidade do manto de intemperização em Neossolo Litólico (A). Vegetação em solo pedregoso (B). Destaque para a área de morfogênese positiva (C). Fotografias retiradas em fevereiro de 2013. 195

Foto 14. Encosta e vale cobertos por vegetação densa em diferentes estratos, inclusive arbóreo. 197

Foto 15. Erosão em sulco (A). Plantio seguindo a direção do declive em região de relevo ondulado (B). Barragem de Mirorós com destaque para a marca demonstrando o nível alcançado pela água (C). 202

Foto 16. Solo fendilhado (A). Destaque para o solo encharcado em vereda recoberta por *Copernicia prunifera* (Carnaúba) (B). 208

Foto 17. Colheita de Carnaúba ilustrada por Percy Lau (A). Vestígios de queimadas em veredas (B). Caatinga arbustiva entre gramíneas que recobrem parcialmente um solo desnudo e fendilhado (C). 210

Foto 18. Vegetação em solo com pouca profundidade efetiva (A). Variação do regolito (B). Vegetação verde intercalada com indivíduos vegetais sem folhas (C). 219

Foto 19. Lavoura de cenoura irrigada por pivô central (A). Processo erosivo através da ação eólica em solo desnudo (B). 222

Foto 20. Fissura no solo no município de Lapão, decorrente da subsidência do terreno. 223

Foto 21. Mudança sazonal da atividade fotossintética para o mesmo frave (A). Lavoura de mamona em baixada alagada (B). Serrapilhaeira (C). 225

Foto 22. Acúmulo de sais na superfície (A). Erosão laminar e depósito de sedimentos (B). Contraste entre o solo pedregoso da encosta erodida e o depósito colúvio-aluvionar (C). Solo pedregoso (D). Montes com fragmentos de rochas retirados da propriedade (E). Matéria orgânica de incisões erosivas do tipo sulco (F). Erosão subsuperficial em forma de dutos (G). Leito seco do rio Jacaré com destaque para o barramento (H). 231

Foto 23. Em primeiro plano o geossistema da Caatinga Sobre a Serra do Uibaí; em seguida a cidade de Uibaí; a zona de transição e no horizonte o Platô de Irecê (A). Praticante de MotoCross em primeiro plano e ao fundo a presente unidade analisada (B). 233

Foto 24. Casa de taipa (A). Vegetação de pequeno porte curvada pelo vento (B). 237

Foto 25. Capoeira herbácea e arbustiva no topo (A). Vegetação arbórea e arbustiva densa nas encostas em primeiro plano; no plano intermediário a Zona de Transição; no horizonte o geossistema da Agropecuária Sobre o Platô Cárstico de Irecê (B). 239

Foto 26. No primeiro plano, lavoura em solo pedregoso no topo da unidade e ao fundo o Platô de Irecê (A). Plantio de abacaxi em solo muito pedregoso (B). 241

Foto 27. Erosão laminar no primeiro plano, seguida da vegetação e no horizonte o planalto cárstico num patamar inferior (A). Zona de Transição no patamar inferior, logo após a Serra do Uibaí e destaque para as rupturas de declive nas encostas da unidade (B). 244

Foto 28. Solo erodido em margem desmatada do rio Verde. 250

Foto 29. Caatinga Arbórea Arbustiva intercalada por palmeiras. 252

Foto 30. Caatinga densa e multiestratificada (A). Caatinga aberta e arbustiva (B). 254

Foto 31. *Melocactus azureus* sobre Neossolo Litólico (A). Fisionomia caracterizada por um mar de cactos. 255

Foto 32. Mata de Algaroba com a presença de apenas 2 espécies (A). Localização da mata de Algaroba e o campo de visão da foto (B). 256

Foto 33. Vegetação com Influência Lacustre Fluvial com presença de Carnaúbas..... 257

Foto 34. Margem declivosa em processo de erosão acelerada e os sedimentos depositados logo abaixo (A). Leito assoreado do rio Verde (B). Ravina em margem declivosa (C). 260

Foto 35. Plantações de milho em primeiro plano na ZT, seguida por uma encosta do geossistema da Caatinga Sobre a Serra do Uibaí; em destaque um bananal (A). Sulcos e erosão laminar em terreno suavemente ondulado voltado para o cultivo da mamona e a serra do Uibaí no horizonte (B). No primeiro plano o mergulho do terreno no geossistema da Agropecuária Sobre o Platô Cárstico de Irecê, seguido da ZT ocupada por diferentes usos e a serra num partamar superior; em destaque a cidade de Uibaí (C)..... 266

LISTA DE FÓRMULAS

Fórmula 01. Erosividade 77

Fórmula 02. Amplitude Altimétrica 77

Fórmula 03. Índice de Vegetação Realçado (EVI) 78

Fórmula 04. Aumento da Atividade Fotossintética 178

Fórmula 05. Redução da Atividade Fotossintética 178

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP – Área de Preservação Permanente

ASD – Áreas Susceptíveis à Desertificação

BA – Bahia

CadÚnico – Cadastro Único

CAR – Companhia de Desenvolvimento e Ação Regional

CEPA – Comissão Estadual de Planejamento Agrícola

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

CTN – Complexo Territorial Natural

EMATERBA – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural da Bahia

EMI – Energia Matéria e Informação

ENOS – *El Niño* Oscilação Sul

EPABA – Empresa de Pesquisa Agropecuária da Bahia

EVI – *Enhanced Vegetation Index*

FNE – Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste

FPA – Frente Polar Atlântica

FRAVE´s – Fragmentos de Vegetação

GNSS – *Global Navigation Satellite System*

GPS – *Global Positioning System*

GTP – Geossistema Território Paisagem

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDH – Índice de Desenvolvimento Humano

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IUCN – *International Union for Conservation of Nature*

MCE – *Multi Criteria Evaluation*

MDS – Ministério do Desenvolvimento Social

MODIS – *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*

MSS – *Multispectral Scanner System*

NDVI – *Normalized Difference Vegetation Index*

OLI – *Operational Land Imager*

ONG – Organizações Não Governamentais

PAE – Plano de Ação Estadual de Combate a Desertificação e Mitigação do Efeitos da Seca

PDRI – Projeto de Pesquisa Irecê

PIB – Produto Interno Bruto

PRAD – Planos de Recuperação de Áreas Degradas

REM – Radiação Eletromagnética

RGB – *Red Green Blue*

SEA – Sistema Equatorial Amazônico

SEPLANTEC – Secretária do Planejamento, Ciência e Tecnologia

SGR – Sistemas Geodésicos de Referência

SIG – Sistema de Informações Geográficas

SIRGAS – Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas

SRH – Superintência de Recursos Hídricos da Bahia

SUDENE – Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste

TGS – Teoria Geral dos Sistemas

URSS – União das Repúblicas Socialistas Soviéticas

USGS – *United States Geological Survey*

USP – Universidade de São Paulo

UTM – Universal Transversa de Mercator

ZCIT – Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 24

1. **A TEORIA GERAL DOS SISTEMAS E O GEOSSISTEMA** 31
1.1 Na Esteira da Teoria Geral dos Sistemas 33
1.2 Geossistemas: Trajetórias Geográficas 43

2. **AS APLICAÇÕES DO GEOPROCESSAMENTO** 61
2.1 O Mapeamento Multitemporal do Uso e Cobertura da Terra e a Análise Socioeconômica 65
2.2 As Observações *In Loco* 73
2.3 A Modelagem Espaço-Temporal do Balanço Morfogênese/Pedogênese e a Classificação Ecodinâmica 75

3. **PROPOSTA DE PERIODIZAÇÃO** 89
3.1 O Processo Inicial de Ocupação 93
3.2 Novos Arranjos na Base Produtiva 104
3.3 Modernização Agrícola e as Mudanças no Uso e Cobertura Da Terra 110
3.4. Outros Rítmos no Uso e Algumas Mudanças de Base Social 123

4. **SÍNTESE ANALÍTICA DO QUADRO AMBIENTAL** 143
4.1 O Regime Termopluviométrico 145
4.2 Os Litotipos 156
4.3 Os Modelados 160
4.4 Os Tipos de Solos 167
4.5 A Rede de Drenagem 170
4.6 A Dinâmica da Vegetação 173
4.7 O Modelo *Fuzzy* do Balanço Morfogênese/Pedogênese 183

5. **ANÁLISE DAS UNIDADES GEOSSISTÊMICAS** 188
5.1 Geossistema das Serras Mesotérmicas Florestadas da Chapada Diamantina (G I) 192
5.2 Geossistema da Vegetação Lacustre Fluvial Sobre Planície do Lago de Sobradinho (G II) 203
5.3 Geossistema da Agropecuária Sobre o Platô Cárstico de Irecê (G III) 215
5.4 Geossistema da Caatinga Sobre a Serra do Uibaí (G IV) 232
5.5 Geossistema dos Remanescentes de Caatinga Sobre a Planície Megatérmica do Rio Verde (G V) 245
5.6 Zonas de Transição Entre os Geossistemas (ZT) 261

CONCLUSÃO 269
REFERÊNCIAS 278
ANEXO 287

INTRODUÇÃO

A análise integrada da paisagem sempre custou muito caro para Geografia. Em certo momento histórico, sob a égide do pensamento mecaniscista, os esforços eram muitas vezes concentrados em estudos setoriais, baseados em levantamentos, inventários e descrições da paisagem. Estes trabalhos consistiam, no máximo, em situar os sistemas sociais e econômicos numa paisagem natural vista como suporte para as atividades humanas. A perspectiva cartesiana dificultava algum tipo de reflexão que apontassem para os relacionamentos entre os diversos sistemas numa óptica conjunta.

A assimilação do arcabouço referente a Teoria Geral dos Sistemas (TGS) mostrou-se um contraponto a essa conjuntura. A ciência da paisagem, outrora fragmentada e isolada de outros saberes, volta-se a integração com outros ramos da ciência. Sem contudo negar a primazia dos inventários análiticos dos dados. A influência da TGS na Geografia não se traduz numa substituição dos conhecimentos especializados tradicionais, dos quais ela própria se nutre, mas em analisar as combinações geográficas dos fenômenos e processos na sua dinâmica global.

Nesse sentido, a definição da paisagem é importantíssima para se definir os caminhos a serem percorridos nesta pesquisa que busca a integração dos fenômenos e processos manifestados por e através dela. Nos apropriamos do consagrado conceito de Bertrand (1971) em que pesa uma paisagem vista como uma determinada porção do espaço, fruto da combinação dinâmica dos elementos físicos, biológicos e humanos, convivendo dialeticamente na construção de um conjunto indissociável, em perpétua evolução, coeso o bastante para formar uma unidade. O geossistema surge como o grande conceito norteador do complexo geográfico e da dinâmica de conjunto que, por sua vez, são dotados de funcionalidade própria no espaço e no tempo.

O geossistema é a principal teoria no estudo integrado da paisagem, envolvendo portanto as materialidades produzidas pelas atividades humanas e os fatores biofísicos concomitantemente. Ele emana do conhecimento histórico de apropriação e construção mútua da natureza pela sociedade, aliada com a influência dos elementos naturais sobre o uso e ocupação das terras, suas técnicas e produção do espaço. O geossistema pode ser entendido como o histórico no natural e o natural no histórico.

Ao passo que um dos conjuntos de técnicas para a análise da paisagem disponibilizados pelos avanços científicos e tecnológicos, trata-se do geoprocessamento. Ele

facilita e potencializa a integração de dados espacializados. O número de dados e informações disponibilizados por diversas fontes nos últimos anos tem aumentado consideravelmente. O geoprocessamento permite trabalhar com a crescente oferta de dados, resultantes do mapeamento do território, necessários para uma análise geossistêmica, embora numa medida ainda aquém de suas reais potencialidades.

O Geoprocessamento por sinal, traduz-se em uma representação do mundo e não deve reduzir a Geografia aos seus meios. Ele pode dar conta dos fixos, mas terá dificuldade com os fluxos; poderá satisfazer a forma e a estrutura, com custos atenderá a função e raramente aos processos; pode até mostrar os sistemas de objetos, mas não dará conta de *per si* dos sistemas de ações. Logo, constatar as geometrias em um Sistema de Informações Geográficas (SIG), não significa necessariamente compreender um fenômeno em sua dimensão geográfica. Isto decorre das limitações, ainda muito presentes nos SIG's, em atender por vezes, as dinâmicas inererentes aos fenômenos de natureza mais complexa. Cujos processos envolvidos demandam a análise de sistemas não necessariamente lineares do tipo ação-resposta, ou passíveis de representação areal. Daí a necessária postura de um usuário crítico, que compreenda a transposição dos arranjos espaciais para a linguagem matemática do Geoprocessamento.

Muitos problemas de ordem geográfica envolvem objetivos diversos, por vezes expressos de modo incompatíveis em outros tempos. A análise geossistêmica é complexa, mas de qualquer forma, muitos problemas importantes de ordem espacial podem ser solucionados pelas técnicas envolvidas no geoprocessamento, mesmo que sejam uma pequena parte dela.

O avanço do geoprocessamento como instrumento de análise é inexorável dentro da Geografia, e deve ser considerado como a informatização do corpo teórico geógrafico, no bojo do meio técnico científico e informacional (SANTOS e SILVEIRA, 2004). Cabe ao profissional conciliar este corpo teórico e filósofico com o pragmatismo científico, a fim de propiciar novos saberes que contribuam para elucidar os arranjos espaciais construídos historicamente na relação dos homens com a natureza. Concebemos o geoprocessamento, como o instrumento de trabalho do geógrafo, imprecíndivel na mediação entre a representação dos fenômenos (na forma de mapas, cartogramas, modelos matemáticos, blocos diagramas...) no campo do concebido, e a realidade em si, observada e percebida na dimensão do vivido.

Os novos tempos desvelam que os territórios instrumentalizados por mapeamentos de toda ordem, oferecem maiores possibilidades de êxito, em relação a territórios análogos do

ponto de vista natural, mas desprovidos destes recursos a favor do conhecimento (SANTOS, 2009). Por conseguinte, o imageamento orbital e o processamento de dados, promovidos respectivamente pelo Sensoriamento Remoto e pelo SIG, não dão conta de apreender o espaço geográfico na totalidade, haja vista, nos oferecem dados que são uma redução da realidade. Contudo, as geotecnologias são imprescindíveis para o conhecimento da paisagem na sua integridade, levando em consideração a síntese dos seus elementos constituintes.

No presente trabalho, o geoprocessamento firmou-se como base técnica indispensável para avaliação das potencialidades e limitações das paisagens circunscritas no espaço ocupados ou não por atividades humanas. Essas diretrizes nortearam a compreensão da diversidade e do mosaico paisagístico na região de Irecê, como resultado da forma de ocupação e exploração do território, da mesma forma o tratamento em relação aos elementos naturais como a água, a terra, a biodiversidade e as técnicas.

Neste âmbito, o objetivo geral do estudo é analisar a região de Irecê, a partir da abordagem geossistêmica. Queremos assim entender, como os elementos biofísicos da paisagem e o processo de ocupação da terra contribuem para a dinâmica do balanço morfogênese/pedogênese das unidades geossistêmicas? Ademais, outros objetivos específicos cooperaram no percurso dessa trajetória:

- Realizar um levantamento cartográfico de referência em ambiente SIG
- Propor uma periodização baseado no processo de ocupação das terras
  - Elaborar o mapeamento do uso e cobertura das terras para o ano de 1975 e 2013
  - Mensurar e analisar a dinâmica têmporo-espacial da vegetação por meio do EVI.
- Gerar e analisar uma modelagem espacial do balanço morfogênese/pedogênese
- Avaliar qualitativamente a dinâmica anual do balanço morfogênese/pedogênese
- Identificar e delimitar as unidades geossistêmicas existentes
- Classificar as unidades geossistêmicas de acordo com a Ecodinâmica

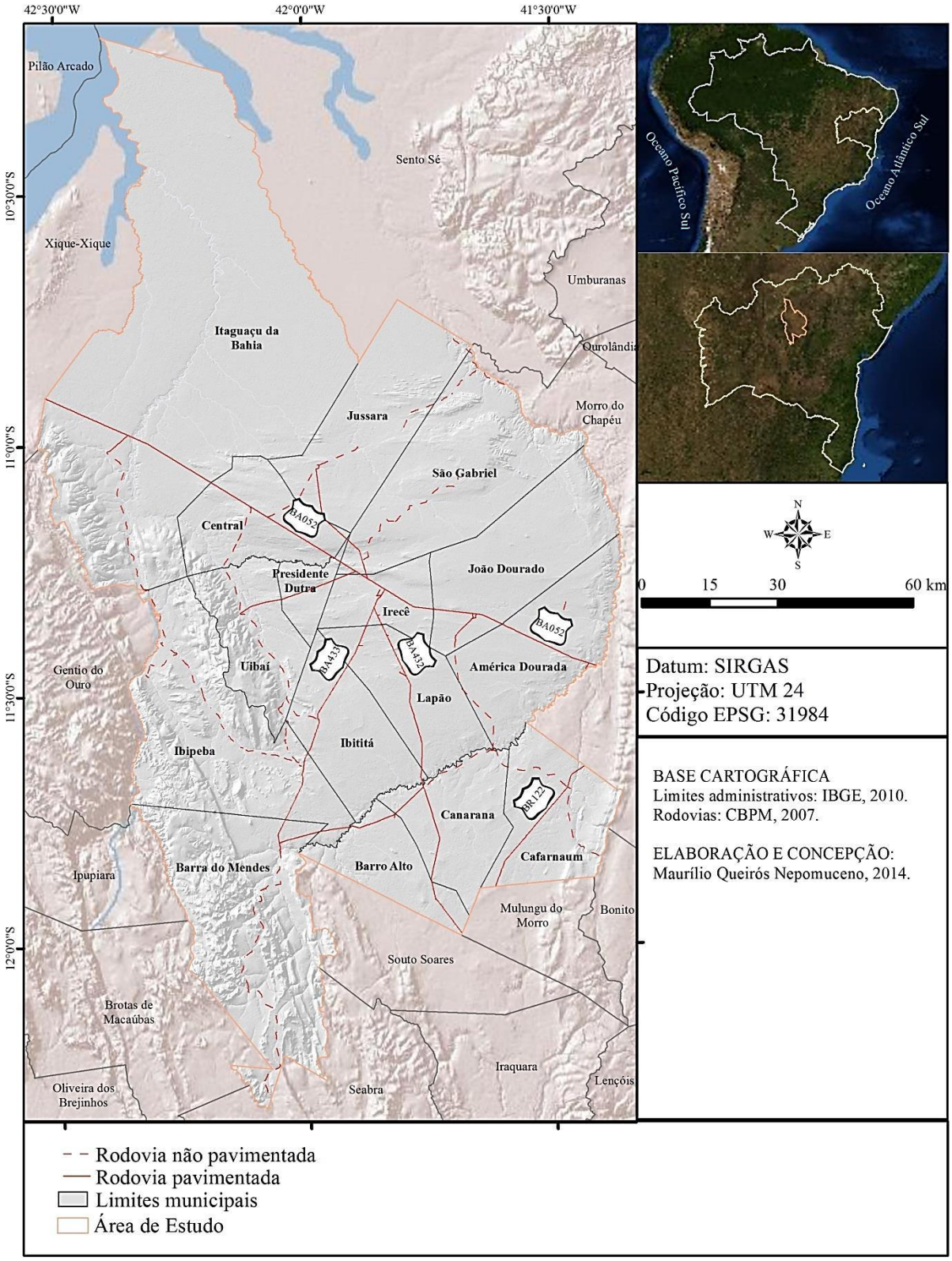
Optamos pela região de Irecê, em decorrência de estudos pretéritos que já acusavam uma exploração excessiva da terra, face a substituição da vegetação por cultivos mercantis. Estes estudos eram voltados para o entendimento da desertificação, um fenômeno de caráter eminentemente geográfico, por envolver os sistemas socioeconômicos em estreita relação

com os naturais. Neste âmbito, teve início em 2007 na Bahia a construção do Plano de Ação Estadual de Combate a Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAE), visando entre outros objetivos, aprofundar e contextualizar a vulnerabilidade à desertificação das terras classificadas como Áreas Susceptíveis à Desertificação (ASD) do estado. Foram gerados quatro polos regionais de estudos da desertificação (Guanambi, Irecê, Jeremoabo e Juazeiro), por considera-las áreas muito críticas para o desencadeamento deste fenômeno.

Nossa área de estudo insere-se neste contexto e refere-se ao polo de Irecê. Os mapeamentos gerados por este estudo, aliado a outras pesquisas de cunho ambiental, alusivas a esta porção do território baiano, denotam um florescente interesse por espaços outrora pouco conhecidos seja pela academia, pelo poder público ou pelos agentes locais numa perspectiva de conjunto. O polo de Irecê destaca-se nos trabalhos de Nepomuceno e Lobão (2012); Nepomuceno, Lobão e Vale (2011) e Nepomuceno, Lobão e Oliveira Junior (2011).

A área de estudo é composta por dezesseis municípios observados no mapa 01 somando uma área de 15.837,4 km² ou seja 2,8% do território da Bahia. Conforme a atual delimitação do IBGE (2010) está situada na mesoregião do Centro Norte Baiano, exceto pelo município de Itaguaçu da Bahia, localizado no Vale São-Franciscano. Insere-se na microregião de Irecê, enquanto Itaguaçu da Bahia está na microregião da Barra. Pertence também ao território de identidade de Irecê, distando cerca de 400 km da capital baiana. Delimitado por um polígono entre as coordenadas 10º12’ e 12º31’ de latitude sul e 42º57’00” e 41º31’00” de longitude oeste. A principal rodovia que corta seus limites é a BA-052, responsável por grande parte do escoamento da produção agrícola da região e por integrá-la ao restante do estado. De acordo com o censo demográfico 2010 (IBGE, 2010), a população total é representada por 325.136 habitantes, cuja taxa de urbanização é da ordem de 60,75% número muito inferior aos 72% da Bahia e 84,36% do Brasil. Em termos gerais, encontra-se em um contexto de ambientes com baixas precipitações pluviométricas, logo, tem pouca oferta de água superficial, vegetação xerófita, solos rasos e clima seco, sendo naturalmente frágil a atividades produtivas predatórias e às intempéries climáticas.

A escolha por limites administrativos municipais em um estudo com características ambientais, deve-se ao fato de ser esta a escala de ação das políticas de fomento a sustentabilidade. A maioria das ações dispostas a conciliar as particularidades dos sistemas ambientais com a materialidade das atividades humanas concentram-se na escala municipal. Os mecanismos de proteção de um ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, como presa o artigo 225 da Constituição



Mapa 01. Localização da área de estudo.

Federal, somente são implantados a nível de município ou de um consórcio intermunicipal, como já revelam as políticas nacionais de destinação dos resíduos sólidos para construção de aterros sanitários.

Dada a vantagem de estudos integrados em relação a projetos setoriais, no que tange a elucidação de problemas complexos, cujos efeitos não se manifestam necessariamente de maneira linear ou direta, pretende-se contribuir na geração de dados e informações que possam ser utilizados pela sociedade para formação de novos conhecimentos, uma vez que a região possui, no geral, escassas produções técnicas e acadêmicas.

No primeiro capítulo contextualizamos no tempo, as mudanças ocorridas na ciência que conduziram a uma transição do paradigma mecanicista (cartesiana ou newtoniana) para o sistêmico. Enfatizamos não uma negação ao pensamento mecanicista em prol do sistêmico, mas uma compreensão dos avanços e limitações de cada um, no sentido de construir um conhecimento científico capaz satisfazer as novas demandas sociais. Em razão dos objetivos escolhidos, destacamos as premissas essenciais da TGS como corrente teórica adequada ao entendimento das relações dentro dos sistemas ambientais, por vezes distintos, variados e aparentemente disjuntos. Aborda a assimilação da TGS dentro da Geografia, o qual resultou na construção do conceito de geossistema enquanto entidade de organização espacial dos elementos físicos, biológicos e socioeconômicos. Trazemos assim, o movimento histórico do geossistema desde a escola Russo-Soviética, representado pelo pioneirismo de Sotchava, perpassando pela escola francesa (na figura de Georges Bertrand), até o modelo teórico-metodológico sugerido por Monteiro no contexto da escola brasileira. O capítulo complementa ainda com a dinâmica de publicações envolvendo esse conceito nas últimas décadas e mais especificamente nos últimos anos, através de ferramentas modernas disponibilizadas pela empresa Google.

No segundo capítulo, construímos uma proposta de periodização do processo histórico de ocupação e uso das terras na região de Irecê. No enredo dos acontecimentos, traçamos as principais características de cada período, visando conciliar o processo de ocupação com os fatos naturais. Verificamos como nos primórdios da ocupação colonial os sertões participaram de um projeto de interiorização da cadeia produtiva da pecuária para abastecer o recôncavo baiano e outros territórios, e se apropriando de terras até então indígenas. O garimpo na região serrana também foi fundamental no povoamento, mas é com a agricultura tradicional, inicialmente do algodão e posteriormente do feijão, milho e mamona que a região inicia formação de uma base produtiva mais semelhante aos dias atuais. Constatamos como a

modernização do campo, ancorado no discurso da revolução verde, incrementou a reprodução ampliada do capital a partir dos anos 60 na área em estudo. O mesmo capital que ao territorializar-se substitui extensas coberturas vegetais primárias por cultivos mercantis altamente mecanizados. A região ganhou notoriedade nacional como uma grande produtora de grãos. Todavia, a pujança financiada pelo Estado, entrou em crise quando este último reduziu drasticamente os investimentos. Em consequência, os trabalhadores rurais endividados se viram expulsos de suas terras, expropriados de seu principal meio de produção. Após a migração para os centros urbanos da região, muitos dependem hoje em dia da transferência de renda para sua sobrevivência.

O terceiro capítulo trata da síntese analítica do quadro ambiental. Analisamos as peculiaridades da região, instrumentalizados por uma cartografia que retrata a estrutura dos principais elementos naturais espacializados. Esse momento é fundamental, haja vista que antes de se tecer a dinâmica entre os elementos naturais é preciso conhecê-los. Empregamos assim as técnicas de geoprocessamento para analisar os arranjos espaciais através da localização, medir a distância, delimitar a extensão, verificar a distribuição dos fenômenos naturais etc. Discorremos a respeito de conhecimentos preliminares que subsidiaram o diagnóstico e a avaliação das unidades funcionais delimitadas. Foi considerado, sobretudo, dados aptos a estimar o balanço morfogênese/pedogênese consoante com as leituras bibliográficas e com as observações de campo.

O quarto capítulo, mensura e analisa o balanço morfogênese/pedogênese respaldados sobre um componente espacial e outro temporal. No componente espacial destacamos a modelagem com auxílio da inferência *fuzzy* para sintetizar os níveis de pertinência de cada dado e seus atributos ao processo de morfogênese. A modelagem foi apoiada pela consulta aos especialistas de outras áreas correlatas a Geografia, que propuseram valores de pertinência condizentes com a linguagem matemática do SIG e com o conhecimento próprio de cada profissional a respeito do fenômeno. Constatamos assim as áreas de maior e menor estabilidade ambiental, onde os processos erosivos podem ocorrer de maneiras igualmente diferenciadas. O componente temporal está amparado em doses de empirismo e subjetividade, em que pesa a interpretação do observador a respeito da paisagem e das relações estabelecidas entres seus componentes. Este componente é uma tentativa de inserir a dinâmica temporal ao balanço morfogênese/pedogênese. A identificação e delimitação das unidades geossistêmica viabilizaram a classificação dos meios com base na Ecodinâmica de Tricart. Desta forma, as unidades foram classificadas em meios estáveis, instáveis e intergrades.

1. A TEORIA GERAL DOS SISTEMAS E O GEOSSISTEMA

> *Após uma época de decadência vem o ponto de transição. A luz poderosa que tinha sido banida retoma. Porém, este movimento não é provocado pela força... o movimento é natural e surge espontaneamente. Por isso a transformação do antigo também torna-se fácil. O velho é descartado e o novo, introduzido. Ambos os movimentos estão de acordo com as exigências do tempo e, portanto, não causam prejuízos. Formam-se associações de pessoas que têm os mesmos ideais. Como tal grupo se une em público e está em harmonia com o tempo, os propósitos particulares e egoístas estão ausentes, e assim erros são evitados... Tudo vem de modo espontâneo e no tempo devido.* I Ching (WILHELM, 2006, p.92)

Ciência e cientistas vivem em um processo de crise permanente, resultado da busca por respostas certas ou talvez pelas perguntas corretas. Diversos pensadores nas mais distintas civilizações e tempos diferentes, teorizaram sobre a pluralidade do saber, a eficiência dos métodos e a crise de paradigmas.

Sem entrar no mérito da discussão sobre o que é ciência afinal (CHALMERS, 1993), a busca pela cientificidade permeia a legitimação do trabalho intelectual perante a sociedade. Seja o conhecimento científico ou popular, ambos estão inseridos, no contexto histórico-social do seu tempo. Mesmo que o trabalho intelectual possua uma dinâmica típica, qualquer análise da produção científica deve considerar, portanto, as influências da conjuntura.

Neste sentido, ao longo do tempo, numerosos intelectuais construíram alguns modos de se aproximarem da realidade, teórico e metodologicamente, por intermédio de perspectivas que correspondem a interpretações e representações do mundo. O soviético Nicolas Berutchachvili e o francês Georges Bertrand (BERTRAND, G e BERTRAND, C. 2009), ambos geógrafos, sintetizaram suas reflexões no domínio da ciência da paisagem em três paradigmas.

O primeiro paradigma é o descritivo e classificatório, desenvolvido no século XVIII e na primeira metade do século XIX. O rigor e a precisão são intrínsecos a linguagem e a problemática desta linha de pensamento que ajudou no desenvolvimento de algumas ciências modernas, inclusive, no interior de suas sub-áreas a exemplo da taxonomia da paisagem.

A teoria da seleção natural e os princípios evolucionistas propostos por Charles Darwin em 1859 na obra *Origem das Espécies* (2002) visava explicar como as condições ambientais exercem influências no processo seletivo de algumas espécies, conforme sua maior adaptabilidade ao ambiente. Essa corrente exerceu profundas mudanças na ciência, sobretudo nas pesquisas naturalistas do século XIX, a ponto de se desenvolver o segundo paradigma, o genético e setorial.

O terceiro paradigma, o sistêmico, está fundamentado oficialmente nos trabalhos do biólogo Karl Ludwig Von Bertalanffy e sua obra máxima *Teoria Geral dos Sistemas* (TGS), cujos enunciados datam de 1925, a proposta surge em 1937 e alcança o seu auge de divulgação na década de 50 (ALVAREZ, 1990). O presente estudo está inserido neste paradigma.

1.1 NA ESTEIRA DA TEORIA GERAL DOS SISTEMAS

Muito além de uma teoria ligada a uma única pessoa, o próprio Bertalanffy admite que a TGS era um movimento da ciência, uma tendência. As bases desta proposta criticavam o mecanicismo, pois acreditavam que esta percepção de mundo, por possuir um caráter de análise parcial e linear, não atendia mais a compreensão dos fenômenos e solução dos difíceis problemas atuais.

Os maiores expoentes da filosofia mecanicista/cartesiana são René Descartes e Isaac Newton. A concepção de mundo e consequentemente de natureza neste modelo filosófico era o de uma máquina, semelhante a um relógio. O Mundo, a natureza, a sociedade e os indivíduos eram analisados sob esta ótica de explicação dos fenômenos, coisas e processos. O mecanicismo teve grande aceitação nas ciências "duras" (Física, Geologia, Matemática...) e suas influências perduram até hoje, através de métodos e técnicas, mesmo em campos do conhecimento que denotam flexibilidade e análises qualitativas.

De certa forma, os diversos cientistas sucessores de Descartes e Newton contribuíram maiormente no desenvolvimento deste modelo a ponto de aplicar os conceitos mecanicistas em áreas do conhecimento completamente distintas das empregadas inicialmente.

A característica basilar deste modelo é a decomposição do todo em partes simples, com o objetivo de facilitar uma solução. A partir da análise fragmentada das partes, seria possível a compreensão mais completa da natureza e de todos os fenômenos que nela ocorrem, uma vez que, o todo é entendido como a soma de suas unidades menores.

Tal como a máquina do mundo newtoniana, o sistema de valores da sociedade ocidental foram inexoravelmente construídas sob a égide de cadeias lineares de causa e efeito. Portanto, o fenômeno X possui suas causas em Y e assim como as peças de um relógio, é possível identificar, isolar e solucionar os problemas que venham a ocorrer em cada uma das unidades. Neste modelo, prevalece o reducionismo[1], onde somente duas variáveis são observadas, o que gera uma única causa para a ocorrência de determinada avaria na máquina.

A abordagem analítica de raciocínio se sobrepõe à síntese, e a leis que regem a natureza são igualmente determinadas pela estrutura e descrição matemática de suas atividades. Por conseguinte, os fenômenos de maior complexidade e diversidade são entendidos pela redução dos componentes básicos, bem como pela simples interação formal e

[1] A premissa do reducionismo sustenta que os objetos, fenômenos, comportamentos, teorias e significados complexos, em última análise podem ser considerados pela linguagem da física, e finalmente decompostos a seus componentes mais simples.

binária entre X e Y, dispondo-os em sua ordem lógica. Neste contexto, Descartes (2011) ao decompor a lógica em quatro preceitos lança as bases da ciência do século XVII:

> O primeiro consistia em nunca aceitar, por verdadeira cousa nenhuma que não conhecesse como evidente; isto é, devia evitar cuidadosamente a precipitação e a prevenção; e de nada incluir em meus juízos que não se apresentasse tão clara e distintamente ao meu espírito que não tivesse nenhuma ocasião de o pôr em dúvida. O segundo, dividir cada uma das dificuldades que examinasse em tantas parcelas quantas pudessem ser e fossem exigidas para melhor compreendê-las. O terceiro, conduzir por ordem os meus pensamentos, começando pelos objetos mais simples e mais fáceis de serem conhecidos, para subir, pouco a pouco, como por degraus, até o conhecimento dos mais compostos, e supondo mesmo certa ordem entre os que não se precedem naturalmente uns aos outros. E o último, fazer sempre enumerações tão completas e revisões tão gerais, que ficasse certo de nada omitir. (p.40)

De fato ao criar a estrutura conceitual da ciência moderna e positivista, Descartes contribui para a concepção da natureza como uma máquina governada por leis matemáticas exatas. Sua participação restringe-se ao esboço das linhas gerais de uma visão de mundo, a qual posteriormente foi complementada por Newton.

O sonho da ciência cartesiana nascida da física clássica se materializou implacavelmente na abstração da realidade, repartindo-a em átomos e o organismo vivo em células. Além disso, houve dentro da própria ciência, a especialização de numerosas subdisciplinas, que de alguma maneira condicionou os pesquisadores a permanecerem isolados em uma bolha disciplinar, dificultando a circulação do conhecimento dentro ou fora da academia.

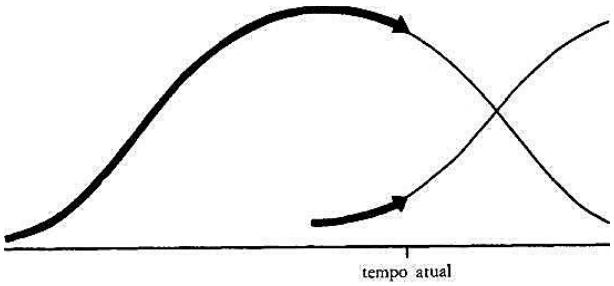
Em consequência, quase como por propagação deste raciocínio, a Geografia se viu dividida em humana e física, há ainda uma crescente subdivisão interna em gavetas, por vezes estruturada hierarquicamente. Nesta conjuntura, corre-se o risco de alguns subcampos se especializarem e desenvolverem tanto, ao ponto de ocorrer o desligamento de sua ciência mãe, como aconteceu com a Cartografia em relação à Geografia.

A palavra sistema já era conhecida no século XVII, a exemplo do sistema heliocêntrico construído por Nicolau Copérnico em oposição ao geocentrismo. Aliás, na posição de um conceito de análise, o sistema permaneceu durante séculos no ostracismo da ciência moderna. As noções de interação e organização eram de árdua aplicação, visto que, comumente eram negligenciadas em prol das leis da física como realidade última[2].

[2] A visão mecanicista do mundo encontrou seu ideal no espírito laplaciano, ou seja, na concepção segundo a qual todos os fenômenos são em última análise agregados de ações fortuitas de unidades físicas elementares.

O físico teórico Capra (2012) destaca as influências da filosofia cartesiana em todos os aspectos da sociedade atual e a harmonia do mundo moderno com o misticismo oriental, aparentemente, irreconciliáveis. Para o autor, vivenciamos um período de crise das bases estruturantes do pensamento, o qual deve ser reconstruído em um arcabouço de novos princípios filosóficos. Aproximamo-nos do ponto de mutação, que compreende todas as transformações culturais em curso desde o século XX.

A figura 01 mostra como o pensamento mecanicista/cartesiano entra em declínio, ao passo que outra forma de racionalidade emerge. O mesmo autor afirma ainda que o novo paradigma é mais bem entendido por indivíduos e pequenas comunidades em oposição às grandes instituições sociais e acadêmicas, que tendem frequentemente a manterem-se presas em uma obsessão pelo raciocínio único. Esta configurada assim, uma estratégia de domínio e controle, em amplos aspectos dialéticos do espaço vivido/mental e do espaço concebido/social (LEFEBVRE, 2008) como alicerces de certezas, modelos e predições de um mundo assegurado.



Fonte: Capra, 2012.

Figura 01. Diagrama das culturas nascentes e declinantes no atual processo de transformação cultural.

A tensão existente se materializa em conflitos e manifestações de ordem predominantemente política e cultural. A conjuntura torna-se favorável às grandes mudanças, por sua vez exigindo também novos instrumentos conceituais, percepções e valores. Tem-se um ponto chave, isto é, um ponto de mutação nas palavras de Capra. Contraditoriamente, Capra utiliza-se de uma representação esquemática num plano cartesiano para demonstrar os limites do seu ponto de mutação.

Ademais, intelectuais contemporâneos apontam para outras formas de pensar, outros caminhos para a construção e diálogo entre saberes, que sejam humanamente éticos e socialmente justos. O mexicano Enrique Leff (2010) entende a crise ambiental como os limites da crise do nosso tempo, uma crise da civilização, herança da racionalidade

historicamente construída com a cisão entre o ser e o ente iniciada com Platão e posteriormente do sujeito e do objeto com Descartes. Se a crise da civilização ocidental foi lastreada por uma racionalidade a qual engendrou a dominação da natureza, a simplificação do mundo e a globalização do mercado, não haveria de ser ela mesma a solução para os problemas da humanidade, implicando o risco da reprodução de graves erros. Leff sugere uma consciência, uma racionalidade ambiental movida por meio do saber ambiental e que se insere na proposta de um mundo de sustentabilidade, equidade e democracia. Sobre suas ideias, o mesmo afirma:

> A complexidade ambiental inaugura uma nova reflexão sobre a natureza do ser, do saber e do conhecer, sobre a hibridação de conhecimentos na interdisciplinaridade e na transdiciplinaridade; sobre o diálogo de saberes e inserção da subjetividade, dos valores e dos interesses nas tomadas de decisão e nas estratégias de apropriação da natureza. Mas questiona também as formas pelas quais os valores permeiam o conhecimento do mundo, abrindo um espaço para o encontro entre o racional e o moral, entre a racionalidade formal e a racionalidade substantiva (2010, p.195).

O antropólogo francês Edgar Morin tece sobre o reagrupamento dos saberes a fim de se conhecer a realidade única e diversa. Suas considerações são uma reflexão sobre a mentalidade, o conhecimento e as práticas educativas para articular os elementos dissipados outrora pelas disciplinas influenciadas pelo mecanicismo. Morin ao avançar no debate introduzido por Gaston Bachelard, questiona se de fato existe uma complexidade ou diversas complexidades, posto que, a realidade confronta-se com os paradoxos da ordem/desordem, da parte/todo, do singular/geral. O pensar complexo é antes de tudo multidimensional, arriscado, contraditório, plural e complicado, de certo estes elementos compõem a problemática do saber científico em oposição às leis gerais e aos princípios reducionistas que permeiam a decomposição da complexidade. É preciso muita cautela, pode-se chegar à complexidade, por inúmeros caminhos ou *avenidas* como prefere o autor (2005), mas sem se constituir em uma receita:

> A complexidade não é a palavra-mestra que vai explicar tudo. É a palavra que vai nos despertar e nos levar a explorar tudo. O pensamento complexo é o pensamento que, equipado com os princípios de ordem, leis, algoritmos, certezas e ideias claras, patrulha o nevoeiro, o incerto, o confuso, o indizível, o indecidível (p.231).

Por outro lado, estes estudiosos não negam os avanços alcançados pela ciência, através do método hipotético-dedutivo igualmente cartesiano. A invenção do raio x, do laser, as leis da termodinâmica, as vacinas, a decodificação do genoma humano são inegáveis progressos da sociedade erigidos pelo espírito formal, linear e binário. Longe de estabelecer diretrizes para uma ciência calcada pelo maniqueísmo, o que se buscou foi compreender os limites de

cada linha filosófica. Cada método possui suas limitações, pois como conhecimento científico ao construir um, ou diversos caminhos, tantos outros inegavelmente não são contemplados, apesar de serem genuinamente verdadeiros.

No campo da TGS algumas obras precederam a análise sistêmica, porem sem abarcar a discussão em toda sua generalidade. Estas obras eram indícios de uma ampla tendência do ponto de vista teórico e metodológico, como mencionado anteriormente, culminando na Teoria Geral dos Sistemas.

O interessante é perceber o surgimento de ideias semelhantes, relativamente concomitantes, em áreas distintas do conhecimento e em diferentes continentes, sem o mínimo de informação dos trabalhos realizados em outros campos do saber. A esta similitude estrutural entre modelos, leis e conceitos dá-se o nome de isomorfismo, entendido como a união na dissemelhança. O isolamento em bolhas por parte dos cientistas, dentro de sua já restritiva disciplina explica inicialmente o desenvolvimento dos isomorfismos, assim como, tantos outros chegaram à conclusão de existir uma Teoria Geral dos Sistemas e que esbarraram nas dificuldades de cruzar as fronteiras disciplinares.

Em consequência das semelhanças estruturais, os teóricos da TGS postularam a existência de princípios universais válidos de serem aplicados aos sistemas mais gerais, independentemente de suas particularidades, elementos e forças implicadas. Sendo assim, o ponto central desta teoria não são os sistemas específicos, comumente utilizados por profissionais das ciências duras, mas a formulação de modelos, princípios e leis que dão conta daqueles sistemas generalistas sejam eles de origem biológica, física ou social. São as evidentes correlações entre os princípios gerais, capazes de explicar a existência de isomorfismos no comportamento de entidades dispares. Em síntese, é sugerido o emprego de correspondentes abstrações e modelos conceituais a fenômenos de naturezas diferentes.

Um exemplo desta relação de paralelismo foi a construção da teoria dos refúgios, envolvendo os pesquisadores Jean Tricart, Aziz Ab'Saber, Paulo Vanzoline e Jurgen Haffer. Tricart (geógrafo) ao observar as *stones lines* (linhas de pedras) no estado de São Paulo deduziu após alguns anos, que se tratavam de pavimentos detríticos registrando a atuação de um clima seco de grandes proporções. Nesse período mais seco, possivelmente a caatinga e o cerrado recobriram estas áreas. Ab'Saber (geógrafo) completou que o período seco tratava-se na realidade do último período glacial do Pleistoceno Superior (entre 23.000 e 12.000 anos), acontecimento que propiciou a formação de ilhas de umidade e aridez, ele formula assim a Teoria dos Redutos. Vanzoline (zoólogo) ao se apropriar do modelo dos redutos, agrega valor

a teoria estendendo para a dinâmica de refugiação dos animais. Destarte, nos redutos ocorreria uma diferenciação genética da fauna por processos de concentração faunística. O ornitólogo Huffer sem ter o conhecimento dos trabalhos anteriormente descritos, investigou a distribuição de aves na Amazônia e concluiu de modo igual, que no Quaternário as florestas teriam se reduzido e outros tipos de vegetação se expandido, gerando uma especiação de aves nos enclaves (AB'SABER, 2011). Neste exemplo de movimento da ciência, o isomorfismo em consonância com a interdisciplinaridade favoreceu ao final, o diálogo entre especialistas na compreensão de aparentes anomalias distributivas da biodiversidade[3] brasileira.

A convergência de ideias entre os quatro cientistas, sobretudo no caso de Huffer, deve-se ao fato dos entes analisados se configurarem como sistemas, estes por sua vez são complexos de elementos interdependentes agindo mutuamente para alcançar um objetivo comum. Princípios universais como totalidade, interação, centralização, competição, soma, mecanização, ordem hierárquica, aproximações a estados estáveis e equifinalidade estão presentes nos sistemas de qualquer natureza, ratificando a hipótese de existir um axioma da Teoria Geral dos Sistemas materializado nos isomorfismos. Uma das formas de expressão dos sistemas é através do modelo de equações diferenciais, a qual não deve ser rígida, tão pouco substituir os modelos verbais.

Mesmo diante de modificações ora interna, ora externa, o complexo possui a competência de conservar certo grau de organização. O corpo humano possui a capacidade de renovação de suas células após um trauma ou lesão; o pó de uma residência é constituído em sua maioria por células da epiderme; também o fígado regenera-se cem por cento em alguns meses quando retirada metade de sua massa, mesmo perante estas transformações conseguimos distinguir os indivíduos de nossa convivência direta, pois reconhecemos neles um mínimo nível organizacional.

Obviamente, a TGS como corrente teórica cientifica enfrentou inicialmente forte resistência em um ambiente ainda dominado pelo esquema das séries causais isoláveis e da abordagem por partes. Num segundo momento, sobretudo a partir da década de 50, outros tantos enfoques demonstram claramente a receptividade das ideias de Bertalanffy (2012) como a teoria clássica dos sistemas, a computação e simulação, teoria dos compartimentos, teoria dos conjuntos, teoria dos gráficos, teoria das redes, cibernética, teoria da informação, teoria dos jogos, teoria da decisão, teoria da fila entre outras.

[3] Designa a totalidade dos vegetais, animais, micro-organismos presentes na terra, igualmente os variados ecossistemas que os comportam.

Uma premissa essencial da TGS é o fato de se estudar a organização não somente pela via das partes ou processos isolados, mas também solucionar os problemas existentes na ordem que os unifica, decorrente da interação dinâmica dos elementos.

Com este horizonte, a concepção do comportamento das partes diverge se analisada em conjunto com o todo, este último sendo mais do que a soma das partes. Uma vez reunidos os elementos da unidade funcional maior, desenvolvem-se características não existentes nos elementos separados, uma nítida referência ao Holismo[4].

Assim sendo, ela é concebida como uma ciência geral da totalidade, passível de aplicação, principalmente no campo empírico. Foi orquestrada para impulsionar a unidade da ciência, promovendo a construção de pontes entre os especialistas, em vez de muros, e consequentemente reduzir o ônus da duplicação de teorias em diferentes áreas.

Na visão mecanicista-newtoniana o organismo é dissecado em mecanismos celulares e moleculares bem definidos. De algum modo, justifica-se este postulado pelo fato dos organismos se comportarem, em parte como máquinas. Prevalecendo assim, a variedade de analogias que ver o coração como uma bomba, as articulações como engrenagens, o sangue como fluído e a circulação sanguínea como mecanismo.

Já a análise sistêmica põe em foco os princípios elementares de organização, baseado na proposição que todos os organismos vivos são essencialmente um sistema aberto, logo, sustentam ininterruptas trocas de matéria e energia com o ambiente, conforme descreve Bertalanffy (2012):

> Mantém-se em um contínuo fluxo de entrada e de saída, conserva-se mediante a construção e a decomposição de componentes, nunca estando, enquanto vivo, em um estado chamado de equilíbrio químico e termodinâmico[5], mas mantendo-se no chamado estado estacionário, que é distinto do último. Isto constitui a própria essência do fenômeno fundamental da vida, que é chamado metabolismo, os processos químicos que se passam no interior das células (p.65).

A influência mútua entre os elementos dos sistemas abertos geram realimentações. Por sua vez, é criada uma autorregulação regenerativa, podendo ser ora benéficas, mas também negativas, tanto para o complexo como um todo, como para as partes.

Quando as modificações benéficas prevalecem o organismo sobrevive, caso contrário, as dificuldades impõe um empenho maior à sobrevivência do sistema, o que exige regulações

---

[4] A palavra Holismo foi empregada pela primeira vez por Jan Christian Smuts 1926 (1996) e provém do grego *holo*, que significa todo, inteiro, completo. Em resumo, o princípio do holismo pode ser encontrado há mais de 2 mil anos nos escritos de Aristóteles sobre sua Metafísica: o inteiro é mais do que a simples soma de suas partes.

[5] Em um organismo vivo a máxima entropia significa deveras a morte, representada pelo estádio de equilíbrio, após sucessivos e relevantes aumentos da desordem até os limites toleráveis pelo sistema.

regenerativas capaz de neutralizar ou cessar a perturbação. O poder regenerativo das estruturas orgânicas é inversamente proporcional ao aumento da complexidade do organismo. Por esta razão, as estrelas-do-mar são capazes de regenerar seu corpo inteiro, enquanto seres humanos podem renovar um órgão ou tecido (CAPRA, 2012). Embora, esse comportamento caracterize o organismo como dinâmico, deve ocorrer uma resistência a mudanças. A predisposição em manter o estado atual é um mecanismo de defesa, com o proposito de resistir a possíveis oscilações bruscas de *input*.

Distante do clímax[6] teórico, como estágio final, a TGS propõe que os elementos se desenvolvem num prisma de interação e criação. O próprio meio ambiente é um sistema vivo, portanto aberto, capaz de adaptação e evolução, em constante coevolução com demais sistemas e subsistemas.

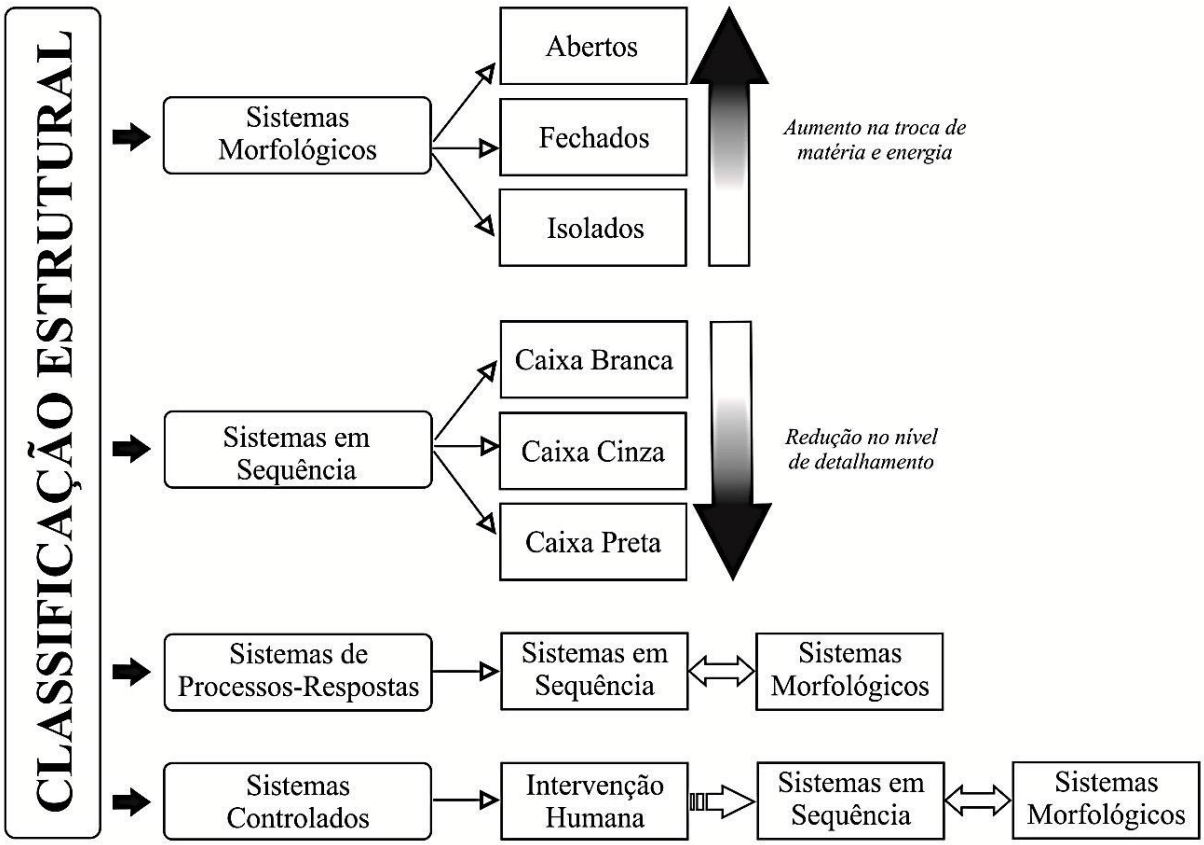
A despeito da abordagem sistêmica está centrada nas relações e interações dos elementos, há casos passíveis de resolução de fenômenos específicos por meio de componentes independentes e cadeias causais. Em sistemas somativos, a trivial totalização dos elementos considerados isoladamente é capaz de caracterizar o seu complexo. Neste estado, os elementos se mostram idênticos em qualquer condição e, pode ser expresso mediante equações diferenciais ordinárias. Ao mesmo tempo, quanto menores as interações mais o sistema tende a parecer uma máquina. Por exemplo, a massa molecular que é calculada através da soma de todos os pesos atômicos da molécula, da mesma forma o calor é considerado como a soma dos movimentos das moléculas.

No âmbito da modelagem ambiental, Christofoletti (1999) alerta para a necessidade de que distinguir com clareza um sistema na multiplicidade das características e fenômenos da superfície trata-se de um ato mental. Neste contexto, cabe ao investigador a ação de abstrair da realidade os elementos constituintes dos sistemas, tal como suas relações. O espírito de quem investiga é guiado pela formação intelectual e percepção ambiental, em doses profundas de empirismo e subjetividade. Além disso, ele também ressalta a variedade de critérios adotados na classificação dos sistemas, mas afirma que para a análise ambiental a funcionalidade e a composição integrativa são os mais importantes.

Chorley e Kennedy (1971, apud CHRISTOFOLETTI, *op. cit*) idealizaram uma classificação estrutural apoiada na composição integrativa dos sistemas, onde discriminaram

[6] Indica o estado de equilíbrio entre o clima, solo, vegetação e fauna que caracteriza o ambiente em estádio final lenta evolução.

no total de onze tipologias. Entretanto, somente as quatro primeiras, esquematizadas na figura 02, são primordiais para a Geografia Física e análise ambiental.



Elaboração: Maurílio Nepomuceno, 2014, baseado em CHRISTOFOLETTI, 1999.

Figura 02. Classificação estrutural dos sistemas.

Os sistemas morfológicos refletem as formas dos processos na superfície. São compostos pelas correlações das propriedades físicas, geométricas e de composição. Frequentemente analisados pelas mensurações de variáveis como declividade, altimetria, comprimento da rampa etc. Podem ser subdivididos funcionalmente em abertos, fechados ou isolados, segundo o comportamento do fluxo de matéria e energia.

Quando um conjunto de subsistemas está encadeado pelo movimento de energia e matéria continuamente são enquadrados como sistemas em sequências. Nessa cadeia os *outputs* de matéria ou energia convertem-se em *inputs* para sistema seguinte ininterruptamente. O foco converge no entendimento das relações entre a entrada e saída dos fluxos. Para tanto existem três formas de aplicação desta análise, de acordo com o grau de detalhamento da organização interna do sistema.

Enquanto os sistemas morfológicos apontam para as formas e os sistemas em sequência os processos, a análise conjunta de ambos formam os sistemas de processos-

respostas. Neste ponto o que se busca é a compreensão global dos sistemas. Isto posto, oscilações nos sistemas em sequência demandam ajustes nas estruturas das formas, o inverso também se aplica.

A intervenção humana em variáveis específicas dos sistemas processos-respostas configuram novos arranjos, que refletem no aumento da complexidade. Amiúde, distribuições de energia, matéria e informação (EMI) bruscas e de grande magnitude podem requerer outra organização acima dos limites de resiliência[7] e, portanto o sistema entra em desequilíbrio.

Na esteira do pensamento sistêmico surgem abordagens complementares em diferentes campos da ciência da paisagem. Dentro da ecologia nasce o conceito de ecossistema, elaborado por biólogo Arthur George Tansley em 1935. Com a contribuição do soviético Viktor Borisovich Sochava, em 1963 emerge o Geossistema para a Geografia. Baseado na concepção de Ecossistema, em 1977 o francês Jean Tricart elabora a proposta metodológica da Ecodinâmica, para alguns anos mais tarde em 1992, desenvolver o conceito de Ecogeografia, uma coautoria com Conrad Kiewietdejonge e Jean Kilian. Ainda em 1939 o alemão Carl Troll utiliza pela primeira vez o termo Ecologia da Paisagem (ou Geoecologia) para designar uma abordagem ambiental integrada.

Mesmo partindo de referenciais distintos, a busca pelo discernimento de aspectos funcionais, estruturais e dinâmicos dos sistemas, e a definição das variáveis relevantes em consideração aos fluxos de EMI representa o elo destes tratamentos. Neste contexto, as ideias de Bertalanffy foram inexoravelmente decisivas na construção epistemológica da Geografia, fato é, que exceto Tansley, os demais autores citados anteriormente possuem formação nesta disciplina.

[7] Capacidade de recuperação de um sistema, objeto ou pessoa após uma perturbação, ou a flexibilidade para se readaptar a uma nova organização sem mudar de comportamento, função ou processos de regulação

1.2 GEOSSISTEMAS: TRAJETÓRIAS GEOGRÁFICAS

> *São as interações espaciais uma condição geográfica necessária do desenvolvimento dos fenômenos.* (MOREIRA, 2012, p.104)

A Teoria Geral dos Sistemas não buscou eliminar a observação analítica em prol da síntese, mas estabelecer os limites da crescente especialização e compartimentação na ciência em consonância com o caráter integrativo exigido pelos novos rumos do saber.

Desde o início do século XX, a Geografia Física tem procurado uma aproximação maior com a abordagem analítico-integradora e sintetizadora da paisagem. Uma tarefa difícil, principalmente em tempos de profundos dogmas científicos, representados pela influência do pensamento newtoniano, cristalizado até então na academia e na sociedade. É pertinente destacar as inúmeras barreiras que dificultam a transferência de métodos e conceitos do mundo físico e biológico, extremamente válidos em suas áreas, para a Geografia Aplicada. Por vezes, a própria Geografia foi questionada quanto a sua cientificidade. Atualmente, a consolidação do espaço como objeto de estudo, o planejamento e compreensão da organização espacial como objetivo, e a utilização de métodos científicos[8] nos estudos, comprovam a importância deste conhecimento para interpretar a complexa realidade.

Neste contexto, Christofoletti (1999) sintetiza que a organização espacial remete a ordem e entrosamento entre as partes de um conjunto. O funcionamento e a interação entre tais elementos são resultantes da ação dos processos mantenedores da dinâmica e das relações entre eles. Assim, o efeito desta integração é um sistema organizado, dos quais o arranjo e a forma se expressa pela estrutura. Dentre as infinitas tipologias de organização, cabem ao geógrafo as detentoras de características espaciais.

Os fenômenos geográficos são passíveis de manifestações territoriais concretas ou imateriais, possuem uma fisionomia e uma aparência na paisagem. Mesmo possuindo uma dimensão areal, Christofoletti adverte que a Geografia trata da organização espacial e não somente da dimensão espacial, pois se assim fosse, bastariam os inventários estatísticos e levantamentos das partes, ou seja, do solo, clima, políticas públicas, nível de escolaridade etc.

No que pesa o planeta, diversas são os sistemas espaciais existentes, cuja unicidade depende, sobremaneira da escala de análise. À medida que se aproxima da escala global o número de unidades de organizações espaciais diminui, em contrapartida o aumento na escala

[8] Sposito (2004) distingue três métodos em Geografia: O hipotético-dedutivo, o dialético e o fenomenológico-hermeneutico.

cartográfica permite identificar uma quantidade crescente das mesmas. Independente da escala, todas as organizações espaciais são de interesse geográfico.

A partir da estrutura, função e dinâmica dos elementos físicos, biogeográficos, sociais e econômicos, os sistemas espaciais de maior complexidade podem ser agrupados em sistema ambiental físico e sistema socioeconômico (CHRISTOFOLETTI, *op. cit*). Os geossistemas, também chamados de sistemas ambientais físicos e sistemas geográficos são entidades de organização espacial do meio ambiente, logo resulta da influência mutua entre elementos físicos, biológicos e socioeconômicos. A espacialidade está no fato do fluxo entre energia, matéria e informação se expressar na superfície terrestre.

A incorporação da TGS pela Geografia derivou na proposta teórica do geossistema, a qual possui uma evolução histórica, formulada na década de 60 pela escola Russo-Soviética na figura de Sotchava (1977). Entretanto a difusão destas ideias ocorre somente anos depois, com os esforços de Nicolas Beroutchachvili e Georges Bertrand em difundir este pensamento, inicialmente na França e posteriormente para todo o ocidente, ainda nos anos 70. No continente europeu destacam-se os também trabalhos de Maria Bólos i Capdevilla na Espanha. Resguardadas as particularidades individuais na interpretação da paisagem, os grandes divulgadores desta discussão em território nacional foram Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, Helmut Troppmair, Jean Tricart e o anteriormente mencionado Antonio Christofoletti.

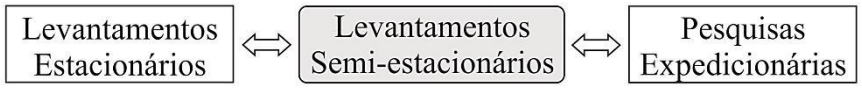
De acordo com Cavalcanti et al (2010) a concepção geossistêmica de Sotchava aponta para a reestruturação nos trabalhos do russo Vasiliy V. Dokuchaev, o qual sugeriu o conceito de Complexos Territoriais Naturais (CTN), este último sendo a expressão de uma unidade espacial funcional, constituída pela integração dos elementos regentes do sistema natural. Embora Sotchava tenha sido o primeiro a utilizar o termo Geossistema, ressalta-se o caso de não ser uma substituição a CTN e sim um complemento ao arcabouço teórico e metodológico criado e acumulado no final do século XIX e início do século XX.

Apoiado pelo regime socialista, o empenho da escola russa surge em um contexto de valorização da totalidade dialética de base natural. Inspirados não somente pela TGS, mas também no Marxismo Lenismo que favorecia as interações dos fenômenos e a dialética da totalidade na gestão territorial, o Estado centralizado da antiga URSS necessitava do conhecimento das unidades operacionais de planejamento para transformação e domínio do território. Portanto, era necessário delimitar as unidades de paisagem a partir das relações sistêmicas de suas propriedades, ao mesmo tempo reconhecer as características elementares,

relacionais e dinâmicas sujeitas a formarem uma solidariedade espacial. Outro fator preponderante foi o acúmulo de conhecimento e a consolidação de alguns procedimentos metodológicos remanescente dos naturalistas do século XIX e sociedades geográficas do século XX (RODRIGUEZ, 2002).

O pragmatismo científico de uma Geografia aplicada ao planejamento e desenvolvimento do Estado soviético são as marcas desta escola. Por conta do auxílio estatal, as pesquisas sobre geossistemas eram extremamente modernas e detalhadas. Berutchachvili e Panareda (1977) afirmam que para a compreensão da morfologia, tipologia, estrutura e dinâmica da paisagem, houve a criação depois de 1960 na União Soviética, de várias estações físico-geográficas em diferentes regiões. O principal objetivo das estações era mensurar os parâmetros temporais e os componentes básicos dos geossistemas ao longo do ano, para analisar os distintos estados, estrutura e funcionamento das unidades locais. Somente a estação de Martkopi localizada na Geórgia monitorava 100 parâmetros[9], gerando diariamente entre 5.000 e 6.000 dados. Os procedimentos metodológicos adotados levaram a uma infraestrutura composta por redes de observação, em três níveis de tratamento dos dados.

Como sumarizado na figura 03, o primeiro registro dos dados temporais e espaciais era realizada em observatórios permanentes, a exemplo de Martkopi, possibilitando a construção de modelos matemáticos detalhados e sistemáticos do estado do geossistema. O segundo nível, era uma interface, pois permitia a passagem dos levantamentos estacionários até os expedicionários, por meio de estações temporárias em diferentes regiões fisiográficas.



Fonte: Beroutchachvili e Bertrand (in BERTRAND, G e BERTRAND, C. 2009).

Figura 03. Infraestrutura da rede de observatórios na URSS para coleta e processamento de dados e informações dos distintos estados do geossistemas.

O último nível, o das pesquisas expedicionárias, era formado pelos mecanismos de sensoriamento remoto, que possibilitavam a generalização dos dados e informações construídos nos níveis anteriores para as grandes extensões do território soviético.

Conforme Sotchava, a Geografia aplicada era capaz de desempenhar um papel chave no planejamento territorial por intermédio desta nova abordagem, consequentemente a Geografia Física deveria se voltar como objetivo, para os estudos dos geossistemas e suas

[9] Os parâmetros dizem respeito, sobretudo a radiação, fluxo de calor, fitomassa, temperatura, umidade, nebulosidade, velocidade do vento entre outros.

dimensões. Ademais, enumerou oito problemas a serem solucionados nas pesquisas a respeito dos sistemas ambientais naturais:

> 1-Modelização de geossistemas à base de sua dinâmica espontânea e antropogênica e do regime natural a ela correspondente 2-Análise de axiomas e outros princípios de uma teoria especial de geossistemas como parte da teoria geral (metateoria) dos sistemas 3-Investigação de métodos racionais para a avaliação quantitativa de geosssistemas e processos formadores da paisagem, particularmente do aparatus matemático adequado à sua descrição 4-Análise sistêmica das conexões espaciais no âmbito geográfico, a níveis planetário, regional ou topológico 5-Pesquisas sobre a condição (ou o estado) espacial-temporal dos geossistemas e montagem dos seus modelos geográficos, principalmente dos mapas do ambiente em conexão com os problemas de sua conservação e optimização 6-Estudo da influência dos fatores socioeconômicos no ambiente natural e prognose dos geosssitemas do futuro 7-Exame geográfico de projetos para o complexo utilização-conservação do ambiente geográfico 8-Seleção, processamento e sistematização de informações referentes à paisagem natural para fins educacionais ou de pesquisa. (SOTCHAVA, 1977. p.4)

Como é possível averiguar, a preocupação é mais no sentido de abarcar a amplitude e influência dos geossistemas e suas diversas conexões com os componentes da natureza, igualmente para o seu estado derivado de uma coesão com fatores socioeconômicos, e menos de listar os elementos espacializados na unidade. É bem verdade que a cartografia, na produção de mapas, passa a ser um procedimento metodológico fundamental para delimitação e modelização da integridade funcional.

Uma preposição básica, muitas vezes equivocadamente interpretada pelos cientistas sucessores da paisagem, reside no princípio dos geossistemas serem fenômenos naturais. Contudo, a naturalidade não extingue a precisão dos estudos econômicos e sociais, haja vista, estes fatores conferirem alterações decisivas na interação entre os componentes dentro do sistema. As ações humanas e aparatos técnicos são visíveis, maiormente, nas paisagens antropogênicas, cuja dinâmica é o produto de estados variáveis de primitivos geossistemas naturais, por isso devem ser considerados na união da análise (SOTCHAVA, *op. cit*). Quando geossistemas controlados pela influência humana recebem uma única intervenção de baixa intensidade, vindo a adquirir um novo estado espontâneo é denominado de *controle episódico*, ao passo que os chamados de *controle constante* lidam com sucessivas atividades externas de significativa intensidade.

Ao conceituar esses particulares sistemas abertos, flexíveis e dinâmicos de organização hierárquica sob o baluarte das leis naturais, os soviéticos assumiram um posicionamento muito criticado até os dias atuais por alguns autores. A avaliação contrária reside nas quase inexistentes áreas não modificadas (meios naturais/natureza intocada/primeira natureza) pelo homem, tonando-se necessário associar a conceitos capazes

de abranger os fatores biofísico e socioeconômicos. Destarte, para os críticos esta linha de raciocínio é incompatível, com uma Geografia preocupada em analisar as relações sociedade-natureza conjuntamente.

Melo (1997, p.6) defende, "o fato de reconhecer a utilização do território pelo homem como fator de modificação do geossistema não significa que ele deixa de ser ecológico e nem que o sistema socioeconômico se torna um sistema natural-socioeconômico". Malgrado as críticas, ela recomenda avaliar as diversas e complexas interações entre objetos artificiais nos sistemas territoriais naturais. É importante desconsiderar a assimilação de um sistema pelo outro, sob o risco de cessar as relações sistêmicas entres os elementos. Por exemplo, as águas da chuva podem infiltrar, percolar e por ventura abastecer um aquífero do tipo poroso, sem, contudo se transformar em rochas sedimentares. O sistema hidrológico passa a atuar dialeticamente com as propriedades das rochas. A rocha não vira água, tão pouco a molécula da água deixa de ser agrupada por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio.

Neste modelo teórico e conceitual a paisagem assume níveis hierárquicos. Para cada unidade funcional, desde uma ravina (esfera topológica) até o globo terrestre como um todo (esfera planetária), há critérios obedientes de uma dependência espacial da organização geográfica. A ordem de um subsistema caracteriza-se pela dinâmica particular em um nível superior. De acordo com este modelo, o planeta seria formado pela união de todos os geossistemas.

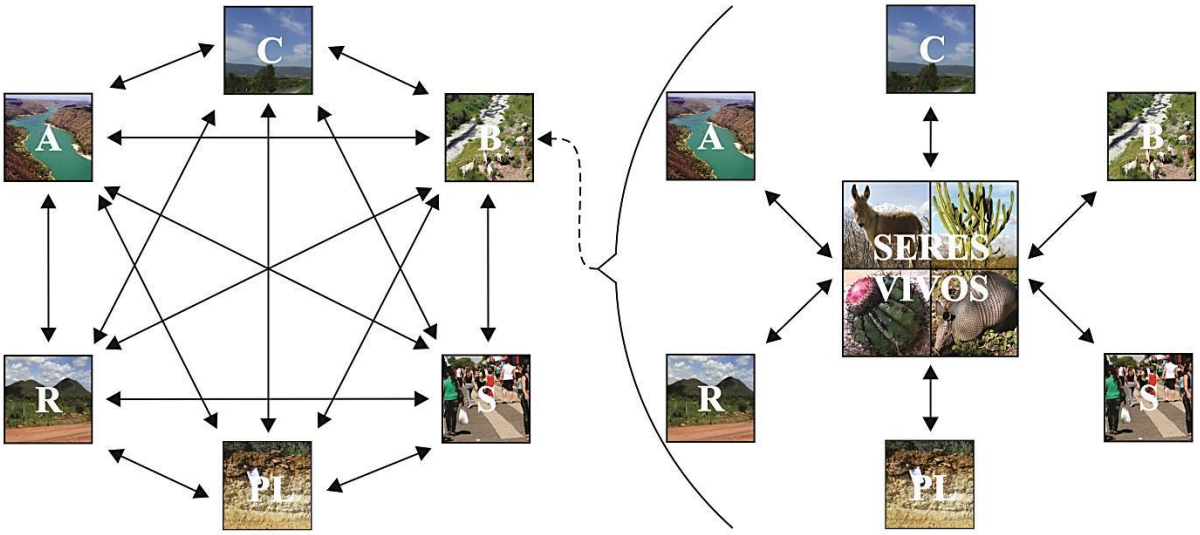
Capra (2012) esclarece o termo hierarquia em sua origem. A noção remete-se aos distintos escalões da igreja católica[10] baseada nas relações de poder, onde o membro em nível inferior estava subordinado ao membro superior, regido assim por uma cadeia de comando. Em consequência disto, advoga o emprego do termo somente para os sistemas de dominação e controle muito rígidos, onde as ordens são repassadas de cima para baixo, numa estrutura de pirâmide. O sistema em várias escalas apresenta concomitantemente, um modelo de organização em múltiplos níveis, sem necessariamente transmitir sinais de informação em direções lineares. A ordem estratificada da natureza transporta matéria e energia em níveis ascendentes ou descendentes. Nesta situação, Capra sugere a inversão da pirâmide e substituição pela figura de uma árvore, imagem mais representativa da estratificação na natureza e dos sistemas vivos. Com este símbolo os inputs e outputs do sistema se relacionam

[10] Obviamente não é exclusividade de uma única instituição a graduação de diferentes categorias respeitando determinado critério, mas o objetivo aqui é frisar a procedência do termo hierarquia. Do grego h*ieros* = sagrado e *arkhia* = regra.

em todas as direções, sem o predomínio de um fluxo e com interações condicionadas para o funcionamento da organização total.

Frequentemente citadas, as similitudes com o conceito de ecossistema podem levar a uma confusão teórica. No entanto, o ecossistema é biocêntrico ou monocêntrico e, envolve o conhecimento do sistema ambiental sob o ponto de vista do próprio organismo vivo no decorrer dos processos fotossintéticos e da cadeia trófica. É a unidade de estudo da Ecologia, local de convívio de seres vivos mutuamente dependentes entre si e do ambiente. Os processos ecossistêmicos não estão atrelados a nenhuma dimensão espacial previamente definida, podendo ser desde uma bromélia até a imensidão dos oceanos.

A abordagem geossistêmica foca no conhecimento dos elementos biofísicos e sociais imersos no arranjo espacial. Seu foco é policêntrico, de tal modo não privilegia individualmente nenhum componente na análise, como visto no esquema estrutural comparativo da figura 04. Sua atenção é dirigida para o complexo natural integral, valendo-se dos estudos especializados do ecólogo para o entendimento da função cumprida pela biosfera na circulação de EMI no interior do sistema total.



Fonte: adaptado de Haase, (1976, In CHRISTOFOLETTI, 1999).

Figura 04. Representação da composição do geossistema e ecossistema, onde A = água, R = relevo, B = biosfera, S = sociedade, PL = pedosfera e litosfera, segundo S. Preobrajenski.

Para estabelecer a prognose do geossistema, faz-se necessário o registro e monitoramento dos componentes da organização, idem, para a investigação dos seus ritmos. Assim é possível analisar as mudanças dos componentes, mediante as alterações futuras, e elaborar um modelo *optimum* das condições do ambiente. Paralelamente, a classificação deve atender tal complexidade. Por certo, é no âmbito da classificação dos geossistemas, onde

encontramos notórias contribuições das principais escolas da ciência da paisagem. Sotchava (1977) arquitetou uma categorização bilateral apoiada por um lado nas unidades homogêneas da paisagem, chamadas de geômeros, e por outro nas qualidades integrativas, os geocóros.

Cada escola que contribuiu pra o desenvolvimento deste modelo teórico-conceitual, possui uma óptica distinta a cerca de sua formulação. A heterogeneidade é comprovada pelas particularidades na linguagem, procedimentos metodológicos, concepção de paisagem, investimentos em pesquisa distintos, isto é, do próprio desenvolvimento da ciência em suas respectivas fronteiras. Neste sentido, enquanto a escola russo-soviética caracteriza-se pela quantificação com medidas complexas do balanço EMI (energia, matéria e informação) e sua distribuição espaço-temporal no conjunto geográfico, os franceses estavam concentrados na qualidade da análise, voltando suas atenções para a interdisciplinaridade e conexões dos elementos paisagísticos.

Apesar do clássico artigo de Bertrand, Paisagem e Geografia Física Global: Esboço Metodológico, ter sido tardiamente publicado em 1968, suas ideias remontam os anos de 1964 a 1966. A morosidade deve-se a recusa pelo comitê de redação dos *Annales de Géographie*, em considerar o método complexo e não geográfico. Até certo ponto, é compreensível a sua recusa, pois a grande maioria dos geógrafos ainda estava fortemente influenciada pelo paradigma setorial das sequências lógicas e modelos matemáticos, associado ao fato de ser o período auge da corrente Teorética-Quantitativista na Geografia. De maneira adversa, estes itens apontados pelo comitê foram justamente, o mérito da discussão sugerida por Bertrand.

Para além de uma abordagem integrada do meio natural, este artigo teve um grande impacto científico no Brasil, na década de 70, ao ser traduzido pela Prof.ª Dra. Olga Cruz. O ineditismo em território nacional é explicado em parte, pelo desconhecimento da literatura soviética e alemã, em virtude das barreiras linguísticas, sendo por meio dos franceses os primeiros contatos com o conceito de geossistema.

Conforme Bertrand (1971), a escola soviética e posteriormente a escola americana abordaram a paisagem sob a ótica de um sistema energético, demasiadamente quantitativo, enfatizando a transformação e produtividade bioquímica. Acrescenta ainda, a impossibilidade de se mensurar o balanço energético de uma paisagem.

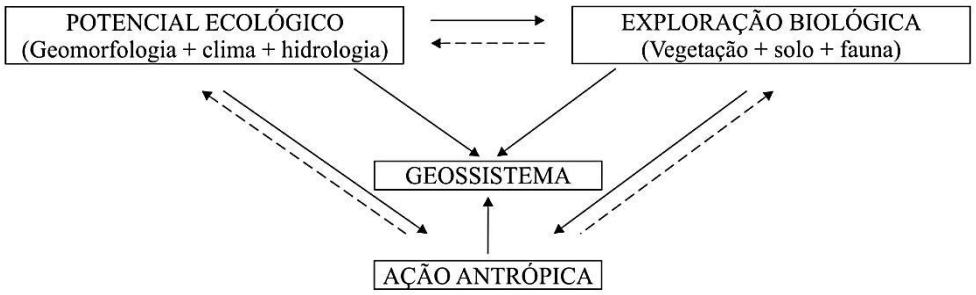
O sistema taxonômico proposto por Bertrand (*op. cit*) hierarquiza a paisagem em função da escala tempo-espacial. Por sua vez, são classificados seis níveis decrescentes, subdivididos em duas unidades. Tomado como referência, a classificação geomorfológica em ordem de grandeza de Cailleux e Tricart (1956) foram generalizadas para os sistemas

geográficos. A zona (I grandeza), o domínio (II grandeza) e a região natural (entre III e IV grandeza) são definidos como unidades superiores marcadas pelos elementos climáticos e estruturais. Os geossistemas (entre IV e V grandeza), geofácies (VI grandeza) e os geótopos (VII grandeza) são unidades inferiores caracterizados pelos elementos biogeográficos e humanos.

A inserção dos sistemas ambientais entre alguns quilômetros quadrados até centenas de quilômetros quadrados colabora para uma escala de análise onde a atuação dos fenômenos é passível de interferência humana, logo, as relações tecidas neste nível são compatíveis com as ações da sociedade. Neste sentido, há uma similitude com as escalas dos fenômenos meteoroclimáticos. Ocorre que o comportamento atmosférico em interface com os demais sistemas naturais, constrói arranjos espaciais (distribuição) e temporais (duração) no sentido das escalas superiores do clima às inferiores[11]. O alcance das ações humanas se dá no sentido contrário, ela é maior escala inferior e dissipa à medida que se aproxima do nível planetário, contrariando, por exemplo, o discurso sobre o aquecimento global de origem antrópica.

Por outro lado, a área de estudo considerada pelo francês, os Alpes Pirineus, é relativamente pequena, assim os limites quilométricos estabelecidos para os geossistemas engessam análises em territórios de grandes dimensões, a exemplo da própria Sibéria estudada por Sotchava. Esta é a pauta de discussão pelos geógrafos da paisagem no que se refere a classificação de Bertrand, vindo anos depois o próprio a assumir o equívoco.

Para este autor a inteireza da unidade reflete a mesma evolução paisagística, fruto de homogeneidade fisionômica e uma intensa unidade ecológica e biológica, muitas vezes claramente identificada em imagens aéreas. A figura 05 resume o esboço teórico de seu modelo.



Fonte: Bertrand, 1971.

Figura 05. Modelo teórico do geossistema

[11] As escalas espaço-temporais do clima são: Macroclima (abrange o globo, o oceano, continente...), mesoclima (uma região, serra, cidade...), microclima (uma rua, praça, pequena mata...). Comumente os meteorologistas estão concentrados na questão temporal e os geógrafos na corologia.

Nesta concepção, o elevado caráter naturalista e a grande quantidade de dados calculados nos procedimentos metodológicos pelos soviéticos são amenizados em prol da espacialidade da dinâmica e estrutura dos geossistemas, produto da combinação entre o potencial ecológico, exploração biológica e ação antrópica. A estabilidade de ordem ecológica somente é alcançada com o equilíbrio entre esses componentes, porém dada a dinâmica do sistema, o estágio de clímax dificilmente é atingido. As intensas oscilações entre os fatores referentes ao potencial ecológico e a exploração biológica conferem, predominantemente, uma heterogeneidade a fisionomia do geossistema, por vezes representando diversos estágios de sua evolução.

Sob a luz da teoria biorresistásica de Erhart (1955) outra classificação global da paisagem sugere uma tipologia baseada em três elementos o sistema de evolução, o estágio atual em função do climax e o sentido geral da dinâmica. Semelhante à proposta de Tricart (1977) expressa alguns anos depois, são reunidos dois grandes conjuntos dinâmicos, biostasia e resistasia. Nos sistemas em biostasia, a estabilidade do ambiente se da pela eminência dos agentes e processos bioquímicos, a exemplo da pedogênese. Mesmo as atividades humanas de baixa intensidade não são capazes alterar inexoravelmente processos ecológicos existentes. O inverso ocorre no estado de resistasia, onde a estabilidade é comprometida pelo predomínio da morfogênese acelerando os processos erosivos. Atividades impactantes como a monocultura intensiva, mineração, grandes barramentos em rios podem conduzir a uma situação de degradação destas paisagens.

Desde 1990 a abordagem integrada da paisagem em Bertrand tem evoluído para o sistema tripolar geossistema-território-paisagem (GTP). Como faz questão de enfatizar, este sistema não é um fim em si mesmo, mas antes de tudo uma ferramenta e uma etapa no auxílio da análise ambiental. Formulado em oposição aos conceitos únicos que se dizem capazes de apreender a complexidade do meio ambiente, o híbrido GTP é uma representação conceitual tridimensional composta em três tempos, e em três espaços:

> O tempo do geossistema é aquele da natureza antropizada: é o tempo da fonte, das características bio-físico-químicas de sua água e de seus ritmos hidrológicos.
> O tempo do território é aquele do social e do econômico, do tempo do mercado ao tempo do "desenvolvimento durável": é o tempo do recurso, da gestão, da redistribuição, da poluição-despoluição.
> O tempo da paisagem é aquele do cultural, do patrimônio, do identitário e das representações: é o tempo do retorno às fontes, aquele do simbólico, do mito e do ritual (BERTRAND, G e BERTRAND, C. 2009, p. 313).

O modelo teórico-conceitual sugerido por Bertrand, se comparado com o de Sotchava, teve uma melhor aceitação no Brasil. Contribuiu para esta receptividade a forte influência exercida pela escola francesa de Geografia Humana e Física nos institutos nacionais. Esta abordagem admite o trabalho em um ambiente de poucos dados e informações, contexto encontrado na maior parte do território nacional. Soma-se ainda, uma participação maior da sociedade na análise integrada com elementos bióticos e abióticos, posto que, nos trabalhos soviéticos o homem tinha pouca interferência no equilíbrio ecológico, em virtude da escassa ocupação na região da Sibéria.

Para Monteiro (2001) a diferença básica entre as duas abordagens, incompreensível para alguns, não está na concepção, mas no foco de cada classificação. Ao passo que a proposta de Bertrand aponta para as ordens taxonômicas do relevo[12], a tipologia de Sotchava liga-se com as formações biogeográficas. Longe do determinismo geográfico, há um papel decisivo dos locais onde foram desenvolvidos os estudos em relação ao centro das atenções de cada classificação dos geossistemas. Até certo ponto, busca-se o relevo nos Alpes Pirineus, onde a variação de altitude é maior, bem como, a relação e distribuição do meio biótico nas planícies siberianas.

Embora este professor brasileiro não tenha participado pioneiramente na formulação de nenhuma das duas abordagens anteriormente descritas, desde a década de 60, existia uma preocupação em seus trabalhos com a interação dos fatos geográficos, privilegiando a complexidade em detrimento da lógica reinante de descrições e levantamentos formais. Seu entendimento sobre o ambiente se deu a partir da Climatologia, ao estabelecer pontes entre o clima e os demais componentes dos sistemas naturais.

Em sua ótica o papel desempenhado pelo homem é essencial na abordagem geossistêmica, o qual tem a capacidade de induzir a numerosos estados derivados dos sistemas em questão. Contribuem para o grau de derivação dos primitivos geossistemas a cultura, a economia, as técnicas, em suma, as relações tecidas entre uma nação e a natureza, ao mesmo tempo as formas de convivência com o ambiente. Para além de uma visão fatalista, que assume o homem como o vilão na degradação do planeta, as derivações antropogenéticas permitem observa-lo também, como um agente estimulante de mudanças, acelerador de processos e dinamizador de *feed-backs* regeneradores e auto-reguladores do sistema.

[12] Acentua-se para a transposição das barreiras disciplinares, haja vista, Bertrand ser biólogo de formação, com diversos trabalhos sobre a Biogeografia nos Pirineus.

Parte dos esforços de Monteiro está centralizada nos preceitos mínimos que os modelos de geossistemas devem assumir frente às particularidades das zonas intertropicais, mais notadamente, diante da diversidade socioeconômica e biofísica existente no país. Vale lembrar que no Brasil, um território de dimensões continentais com 5.570 municípios[13], coexiste a floresta ombrófila densa com savanas-estépicas; IDH variando de 0.862 até 0.519[14]; populações de origem europeia, africana e de raízes indígenas; planícies arrasadas a planaltos residuais. Por entre outros motivos, são contextos que demandam trabalhos interdisciplinares para abarcar a heterogeneidade paisagística, as relações dialéticas sociedade/natureza, as contradições entre os espaços desiguais e as diferenças regionais de ocupação.

Dito isto, se faz necessário entender as variedades e peculiaridades dos graus de derivações antropogênicas nos geossistemas primitivos brasileiros, não justificando a importação de modelos aplicados a outras realidades. A geração de modelos múltiplos não só permite uma aferição mais precisa das progressivas derivações oriundas das ações humanas e descrição das estruturas, como também enriquece os estudos com uma perspectiva dinâmica reveladora dos processos. Monteiro destaca uma síntese de requisitos básicos aos modelos de geossistemas capazes de guiar a uma compreensão das alterações naturais, derivações antropogênicas e qualidade ambiental:

> 1 – Montagem sob perspectivas de um Sistema Singular Complexo onde os elementos socioeconômicos não sejam vistos como outro sistema, oponente e antagônico, mas sim incluídos no próprio sistema.
> 2 – Representação de uma realidade espacial que assume um jogo de Relações Sincrônicas.
> 3 – Representação de uma inteireza diacrônica.
> 4 – Simultaneidade e intimidade de correlação na análise temporal.
> 5 – A necessidade de base de observação empírica e a proposição de modelos "a posteriori".
> 6 – Conjugação de análises qualitativas às análises quantitativas (MONTEIRO, 1978, p.208-210).

Baseada nestas premissas, a figura 06 mostra ainda um ensaio conceitual do seu modelo espaço-temporal. O lado esquerdo representa os elementos naturais e o direito os fatos socioeconômicos. Esta divisão não visa por em lados opostos e antagônicos o natural e o social, mas favorecer as análises a partir da dialética entre ambos. Por sua vez, são

[13] Número relativo ao ano de 2013.

[14] O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é uma medida geral e sintética do desenvolvimento humano que varia entre 0 e 1, leva em consideração outros três índices: Expectativa de vida, Índice de Educação e PIB *per capita*. Os valores apresentados referem-se respectivamente ao município com maior (São Caetano do Sul, SP) e menor (Aurora do Pará, PA) IDH. Segundo o Pnud, o número de cidades brasileiras com IDH alto (acima de 0.800) saltou de nenhuma em 1991 para 1.889 em 2010, o equivalente a 33,9% de municípios do país.

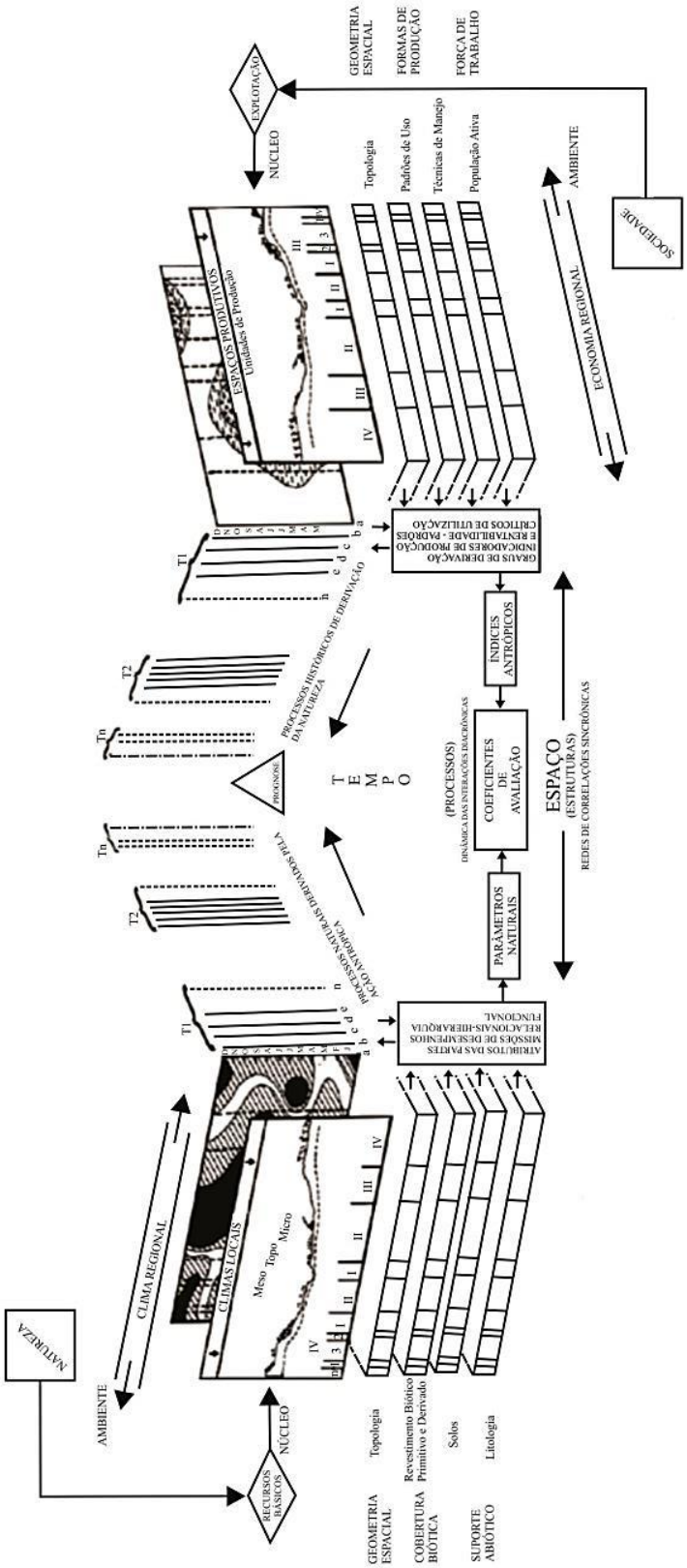
considerados na análise somente os elementos socioeconômicos materializáveis na paisagem, cabendo ao pesquisador avaliações de cunho mais fenomenológico.

No quesito espacial, as unidades exibem disposições na composição de elementos essenciais (como a cobertura biótica, abiótica, formas de produção, força de trabalho) verticalmente, e um arranjo de subunidades de acordo com a topologia (padrões de uso, população ativa, solos, litologia...), horizontalmente.

O tempo é contemplado com base na dinâmica funcional interna, cuja mobilidade de elementos básicos anualmente (uso do solo, renda, atividade fotossintética, umidade...) em subconjuntos cronológicos T1 e T2, revela a variação do regime em intervalos que considere pelo menos 5 a 10 anos. Perante as dificuldades de pesquisas em se obter dados com tamanha frequência, alia-se o bom emprego em áreas relativamente grandes de outras fontes mais acessíveis como os dados censitários, imagens orbitais, dados meteoroclimáticos, levantamentos de GNSS[15] (Sistema Global de Navegação por Satélite) etc. Nesta concepção, as estruturas são expressas pela distribuição espacial e os processos pelas séries temporais.

O destaque dado ao clima se refere ao fato de ser o fornecedor primário de energia para o sistema natural, análogo à atuação da economia como agente efetivo no sistema socioeconômico. No âmbito dos espaços produtivos, a explotação consiste em se tirar proveito econômico de determinada área. A correspondência das duas frentes de ações torna

[15] O GNSS atual permite captar sinais tanto das constelações existentes dos sistemas GPS (Americano), quanto do Glonass (Russo). Futuramente, a partir de sua operacionalização efetiva, o Galileo (Europeu) também será parte componente do GNSS, assim como, possivelmente, o sistema Compass (Chinês).



Fonte: Monteiro, 1978.

Figura 06. Desenho experimental na tentativa de articular no espaço e no tempo os sistemas geográficos.

flexível e favorece o entrosamento entre parâmetros de origens, comportamentos e distribuições tão distintos. A respeito do centro da gravura proposta por Monteiro, descreve Ferreira (2010, p.200):

> (...) os processos naturais derivados pela ação antrópica e os processos históricos de derivação da natureza, analisados segundo a perspectiva temporal, permitem prognoses. Índices socioeconômicos e parâmetros naturais permitem analisar a dinâmica das interações diacrônicas, incluindo-se aí o acompanhamento de processos e a proposição de coeficientes de avaliação. No espaço, a análise das estruturas permite a elaboração de "redes de correlações sincrônicas" (estruturas).

Apoiados numa visão geossistêmica como abordagem integrativa de pesquisa, põem-se em evidencia alguns trabalhos executados por Monteiro em território nacional. Um deles foi um projeto pessoal (1982), que visou uma investigação de caráter didático, haja vista sua realização em colaboração com discentes da Universidade de São Paulo (USP). A área de estudo compreendeu a carta topográfica 1:250.000 de Ribeirão Preto, escolhida em razão da boa acessibilidade (próximo a sua moradia e local de trabalho) e heterogeneidade paisagística. Outros dois intentos foram consumados em parceria com a SEPLANTEC (Secretária do Planejamento, Ciência e Tecnologia) no final da década de setenta e na seguinte, no estado da Bahia. Um deles discute a qualidade ambiental (BAHIA, 1987) a partir do tratamento integrado de variáveis humanas e naturais nas regiões limítrofes com o recôncavo baiano. A obra mostra os avanços que o amadurecimento na abordagem sistêmica teve para o autor e sua importância em estudos de cunho geográfico.

É resguardada aqui, uma relevância ao empreendimento realizado na região central da Bahia (BAHIA, 1981), por abranger inteiramente seis municípios e parte de outros sete, entre o total dos dezesseis municípios adotados na presente pesquisa, contemplando assim todo o quadrante sudeste. Respeitada as diferenças quanto ao objetivo, técnicas e escalas espaço-temporais, a delimitação das unidades funcionais sugeridas pelo projeto para o quadrante sudeste da região de Irecê se aproxima da mesma efetivada aqui.

A despeito de o projeto envolver sessenta mil quilômetros, o resultado é um levantamento a nível preliminar na escala 1:250.000. Apesar disso, os produtos cartográficos gerados, as correlações analíticas realizadas, a síntese geográfica alcançada e as sugestões propostas são considerados singulares em um contexto de poucos dados, sem o auxílio das modernas técnicas de geoprocessamento, rompendo com os extensos cercados que dificultam a interdisciplinaridade em institutos e órgãos estatais.

As preposições adotadas por Monteiro não se configuram numa receita ou um dogma a serem preconizados, mas numa ideia, uma linha de raciocínio em elaboração. Passados mais

de três décadas, o seu “desenho estrutural”, pra utilizar o termo do próprio autor, é ainda um referencial teórico relevante, mesmo diante dos avanços técnicos e metodológicos no conjunto das análises integradas da paisagem. Em outra obra, Monteiro (2008) afirma a possibilidade de conciliar os paradigmas de geossistemas como o de formação social, para um geógrafo humano de inspiração marxista. Perante os três discursos levantados, o quadro 01 mostra uma tentativa de sintetizar minimamente as ponderações apresentados em cada proposta, como também os percalços a serem ultrapassados mediante o imprescindível debate.

Quadro 01. Observações sobre as abordagens de Sotchava, Bertrand e Monteiro.

	SOTCHAVA	**BERTRAND**	**MONTEIRO**
CONSIDERAÇÕES	Promoveu maior integração entre o natural e o humano	Responsável por apresentar o conceito de geossistema aos pesquisadores nacionais	Múltiplos modelos aplicados à variedade regional brasileira
	Clara distinção entre geossistema e ecossistema	Maior participação do homem em sua relação com o ambiente	Derivação antropogênica dos primitivos geossistemas
	Pragmatismo científico e político com esforços para uma prognose geográfica	Possibilita a análise em um contexto de poucas informações e dados	Delimitação das unidades a partir de faixas transicionais
	Na prática era excessivamente naturalista e quantitativista	Enquadramento das unidades espaciais nas ordens de grandeza criadas por Cailleux e Tricart	Difícil aplicação sem a interdisciplinaridade nas pesquisas

Elaboração: Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Para além de quase meio século de pesquisas e publicações no empenho de fundamentar o espectro teórico e técnico da abordagem geossistêmica, não se observa, pelo menos em termos absolutos, o desenvolvimento contínuo desejado pelas escolas da paisagem na trajetória geográfica do conceito. Os gráficos 01A, 01B e 01C[16] mostram as primeiras publicações na década de sessenta, com um substancial aumento a partir da década de setenta no número de utilizações do termo geossistema em livros de língua inglesa, francesa e russa, nesta ordem. O ímpeto inicial não resulta somente do advento da proposta soviética, mas também se alia a convergência das mesmas necessidades em lugares diferentes (França e URSS), propenso de criar uma resposta similar, ou seja, um caso de isomorfismo.

[16] O Google Books Ngram Viewer é uma ferramenta gráfica de visualização do banco de dados, composto pela digitalização de todo acervo de livros da empresa. A ferramenta pode buscar por qualquer ocorrência ao longo do tempo de uma palavra, frase ou expressão em cerca de 5,2 milhões de livros digitalizados até o momento. Contudo, a mesma não se encontra disponível ainda para língua portuguesa. As buscas foram realizadas com a palavra no singular e plural.

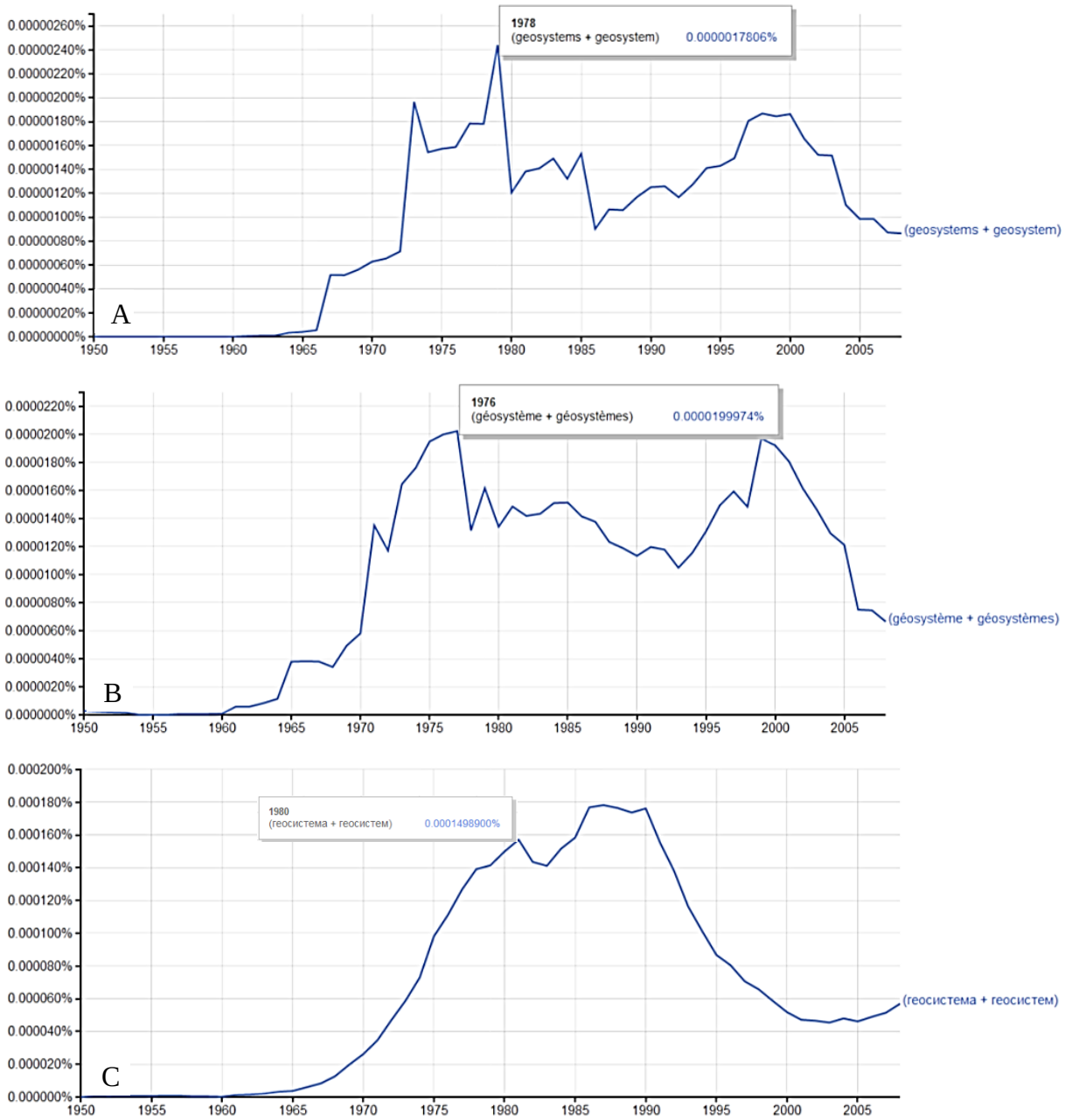
De forma semelhante, as curvas apontam o final da década de setenta e início da década seguinte como um dos ápices no emprego da palavra (em destaque nos gráficos 01A, 01B e 01C). Possivelmente, explicado pela repercussão em todas as esferas de convivência da questão ambiental, fortemente promulgada alguns anos antes na Conferência de Estocolmo. Quando tomam fôlego discursos sobre a desertificação, aquecimento global antropogênico, destruição da camada de ozônio, crise energética de combustíveis fósseis. Problemas que afetariam esta geração e a vindoura, mas principalmente, os meios de produção e as forças produtivas muito questionadas pelos seus resultados ao ambiente. Emerge a relevância adquirida pela questão ambiental no cenário mundial, resultando em uma consciência planetária de degradação e exaustão dos recursos naturais, sendo basilar neste cenário o planejamento e ordenamento territorial a fim de amenizar os agravos produzidos na relação sociedade/natureza.

O gradual processo de enfraquecimento da URSS, culminado em uma série de eventos até sua dissolução, foi determinante no desenvolvimento da abordagem geossistêmica em termos quantitativos nas obras russas. A redução orçamentária em pesquisas, fechamento de estações de estudos e sucessivas crises econômicas são evidenciadas numa queda brusca da curva, a começar pelos primeiros anos da década de noventa como mostra o gráfico 01C.

O aumento de ocorrências durante os anos noventa podem estar relacionados com o incremento de eventos acadêmicos, revistas especializadas, cursos superiores em consonância com a propagação das geotecnologias, as quais potencializam as análises do pesquisador no trato da enorme quantidade das informações espaciais, quando bem conduzida.

Conforme os gráficos 02A e 02B, atualmente o número de colocações da palavra tem diminuído bastante também na literatura ocidental, está tendência se manifesta em outras fontes. As facilidades de acesso a dados, informações e publicações por meio da internet não tem despertado o interesse dos usuários. O perfil de quem busca por termos relativos à geossitemas na rede mundial de computadores, ainda está muito atrelado a grupos acadêmicos, setores públicos e empresas privadas. O gráfico 02A[17] exibe uma nítida redução,

[17] O Google Trends é uma ferramenta que reflete a frequência de pesquisas para um determinado termo, em relação ao número total de pesquisas efetuadas no Google durante certo período do passado recente. Os números no gráfico não representam os números absolutos referentes ao volume de pesquisa, porque os dados são normalizados e apresentados numa escala de 0 a 100. Cada ponto no gráfico é dividido pelo ponto mais elevado, ou 100. Quando não há dados suficientes, é apresentado o número 0. Os números junto aos termos de pesquisa acima do gráfico são resumos ou totais.



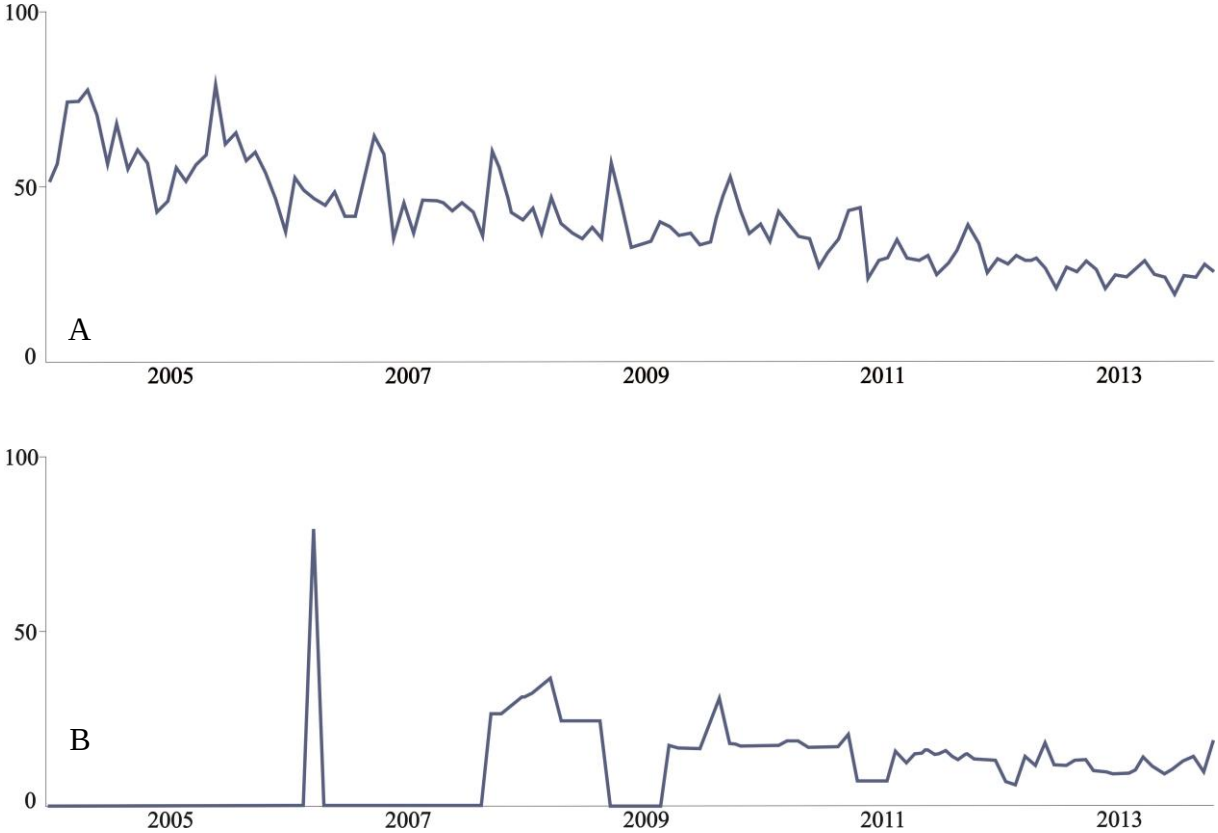
Fonte: Google Books Ngram Viewer

Gráfico 01. Número de ocorrências da palavra *geossistema* no banco de obras digitalizados do Google Ngram entre os anos 1950 e 2008, respectivamente para as línguas inglesa (A), francesa (B) e russa (C).

ao longo dos últimos anos, na popularidade deste conceito em nível mundial[18]. No Brasil, o gráfico 02B indica parcos e descontínuos períodos de buscas, porém nos últimos três anos há uma ininterrupta regularidade no interesse do usuário da ferramenta. Estes dados exprimem a necessidade dos geógrafos apresentarem o conceito em suas equipes multidisciplinares e

[18] Busca envolveu a língua inglesa, espanhola, portuguesa e russa, no plural e singular, na tentativa de contemplar as diversas variações do termo.

interdisciplinares de análise ambiental, aos movimentos populares, às Organizações não governamentais (ONG), às escolas de ensino fundamental e médio.



Fonte: Google Trends

Gráfico 02. Frequência em que a palavra *geossistema* é procurada na plataforma Google entre os anos 2004 e 2013, respectivamente em escala global (A) e no território brasileiro (B).

Enfim, os grupos sociais organizados e a sociedade civil precisam conhecer no mínimo as bases teóricas dos sistemas ambientais. Os geossistemas carecem de uma popularização, assim como ocorreu com o ecossistema. O conhecimento da estrutura e dinâmica das unidades funcionais mune a sociedade na direção de um melhor aproveitamento e compreensão das relações tecidas entre os componentes dos sistemas geográficos, otimizando a ocupação dos espaços. Este último, uma fonte eficiente na direção de uma melhoria para qualidade de vida.

2. AS APLICAÇÕES DO GEOPROCESSAMENTO

> *As técnicas de Geoprocessamento podem ser robustas, isto é, terem aplicação diversificada, fornecendo resultados que podem ser a base para ilações as mais variadas, de forma a caracterizar um relacionamento entre o pesquisador e os dados capaz de realmente transformá-los em conhecimentos relevantes, ou seja, em elementos cognitivos que contribuam para o apoio à decisão*. (SILVA e ZAIDAN, 2011, p.23)

Este trabalho de inspiração sistêmica, compreende que a abordagem dos geossistemas permite estabelecer novos arranjos do saber, ora fundidos, ora retrabalhados numa perspectiva do pragmatismo científico. O conhecimento outrora disperso e avulso, une-se na tentativa de situar no tempo e no espaço a funcionalidade da pesquisa científica em Geografia. O foco é menos de privilegiar um dado ou o simples inventário de informações e, mais de abarcar as combinações geográficas expressas na paisagem, nos modelos, nas geoestatítiscas, nas interpretações.

Pode-se chegar ao geossistema por caminhos diferentes, muitas vezes, tortuosos e quase sempre encobertos por uma cortina de fumaça. Para não corrermos o risco de desenvolver um estudo setorial e demasiadamente estruturalista, houve um esforço intelectual no sentido de romper as excessivas amarras dos levantamentos de dados e informações exclusivamente. Portanto, restituimos uma prática geográfica em que pese o confronto do sistema social e econômico com o sistema natural, não no intuito de eliminação, mas na óptica de desenvolvimento mútuo. Pois o geossistema também é produto do trabalho social historicamente empregado, por vezes, capaz de ser apreendido na observação da solidariedade espacial.

Esse retorno não pode ignorar a difusão das inovações e o avanço das técnicas, sobretudo, as chamadas geotecnologias, o qual se traduz em um ferramental de apoio primaz nos tempos hodiernos para a Geografia. Firma-se, a cada dia, como uma variável extremamente importante no estudo eficiente do espaço geográfico. O advento do Geoprocessamento se consolidou neste trabalho como a principal técnica capaz de operar sobre um enorme volume de dados georreferenciados, com o objetivo de fomentar o acréscimo relevante de conhecimento.

A integração racional dos dados ambientais via técnicas computacionais dentro do Geoprocessamento propiciou a mensuração e análise dos atributos espaciais como a localização, a extensão de ocorrência, os níveis diversos de intensidade, formas e alguns padrões de distribuição no espaço, níveis de proximidade, construção de cenários, quantidade, comparações, a localização etc. O uso maciço do cabedal das geotecnologias foi utilizado para agregar dados socioeconômicos e naturais de tal forma que possam relacionar-se para a execução de uma determinada função. Foi assim que a sobreposição de Planos de Informação contribuiu para a geração de produtos derivados e a realização de análises de cunho espacial.

As geotecnologias (Cartografia Digital, Sensoriamento Remoto, GPS...) também forneceram dados primários e secundários imprescindíveis para análise dos relacionamentos topológicos das incidências espaciais passíveis de múltiplas variáveis. Através da construção do banco de dados em ambiente SIG, conseguimos retratar numa cartografia temática muito ampla de informações variadas, a manifestação areal da pluralidade dos fenômenos observados e descritos. Os diversos mapas especializados (temperatura, geologia, renda, uso...) não foram abordados setorialmente, mas conforme a perspectiva de Lacoste (1988), na medida em que tomados conjuntamente, representam o mesmo território e são considerados como objetos geográficos. Esse horizonte nos aproximou significativamente da abordagem geossistêmica, nos termos assumidos pela pesquisa. Logo, o Geoprocessamento apoiado nas geotecnologias, ocupou lugar de destaque em razão de sua funcionalidade no bojo dos procedimentos metodológicos.

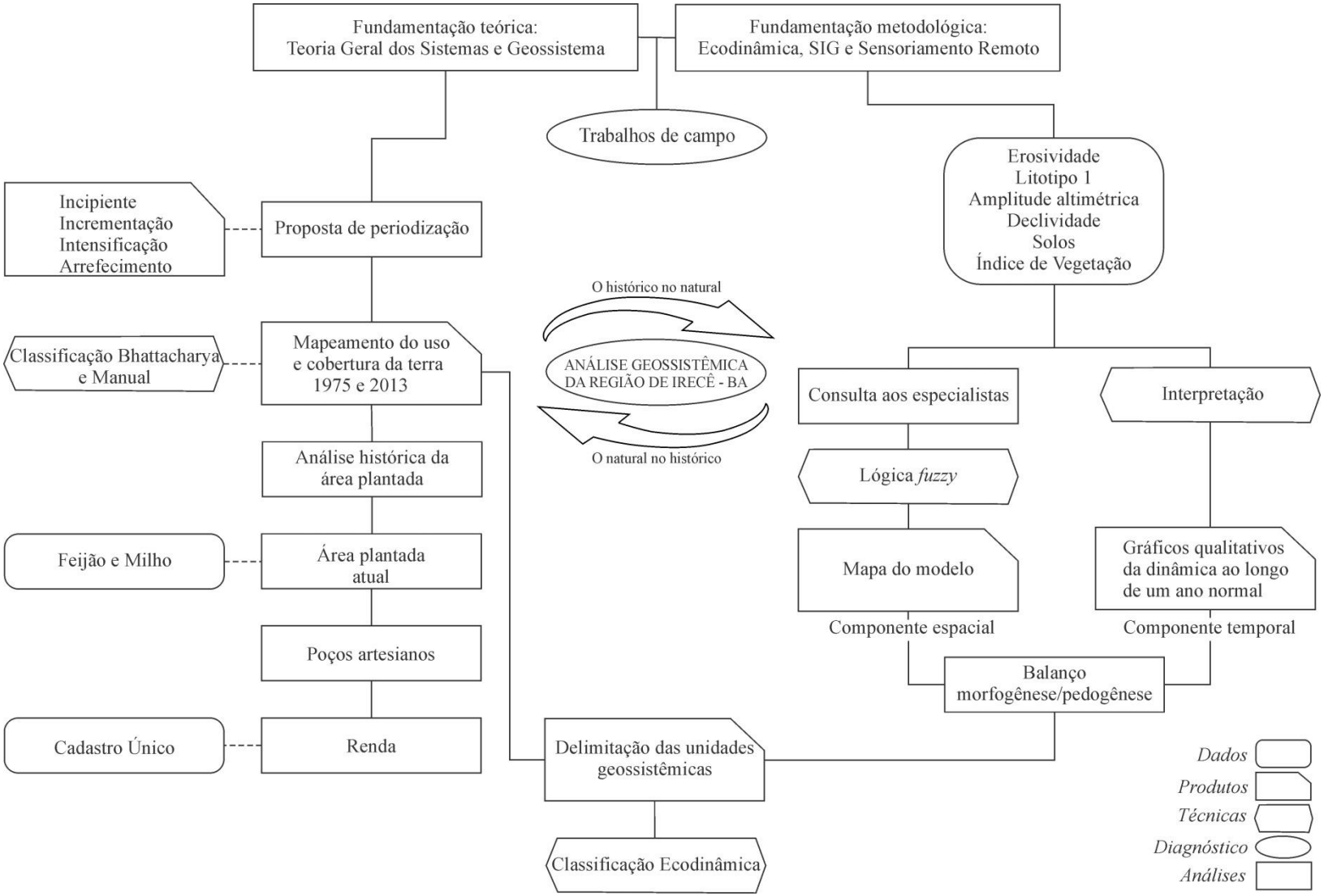
Esse retorno não pode ignorar a difusão das inovações e o avanço das técnicas, sobretudo, as chamadas geotecnologias, o qual se traduz em um ferramental de apoio primaz nos tempos hodiernos para a Geografia. Firma-se, a cada dia, como uma variável extremamente importante no estudo eficiente do espaço geográfico. O advento do Geoprocessamento se consolidou neste trabalho como a principal técnica capaz de operar sobre um enorme volume de dados georreferenciados, com o objetivo de fomentar o acréscimo relevante de conhecimento.

A integração racional dos dados ambientais via técnicas computacionais dentro do Geoprocessamento propiciou a mensuração e análise dos atributos espaciais como a

localização, a extensão de ocorrência, os níveis diversos de intensidade, formas e alguns padrões de distribuição no espaço, níveis de proximidade, construção de cenários, quantidade, comparações, a localização etc. O uso maciço do cabedal das geotecnologias foi utilizado para agregar dados socioeconômicos e naturais de tal forma que possam relacionar-se para a execução de uma determinada função. Foi assim que a sobreposição de Planos de Informação contribuiu para a geração de produtos derivados e a realização de análises de cunho espacial.

As geotecnologias (Cartografia Digital, Sensoriamento Remoto, GPS...) também forneceram dados primários e secundários imprescindíveis para análise dos relacionamentos topológicos das incidências espaciais passíveis de múltiplas variáveis. Através da construção do banco de dados em ambiente SIG, conseguimos retratar numa cartografia temática muito ampla de informações variadas, a manifestação areal da pluralidade dos fenômenos observados e descritos. Os diversos mapas especializados (temperatura, geologia, renda, uso...) não foram abordados setorialmente, mas conforme a perspectiva de Lacoste (1988), na medida em que tomados conjuntamente, representam o mesmo território e são considerados como objetos geográficos. Esse horizonte nos aproximou significativamente da abordagem geossistêmica, nos termos assumidos pela pesquisa. Logo, o Geoprocessamento apoiado nas geotecnologias, ocupou lugar de destaque em razão de sua funcionalidade no bojo dos procedimentos metodológicos.

Através do fluxograma metodológico exposto na figura 07, esclarecemos os caminhos e travessias adotados por esta pesquisa. A fundamentação teórica e metodológica se apoia na análise dos sistemas passíveis de mensuração e expressão areal, em primeiro plano, e nas técnicas constituintes do geoprocessamento, nesta ordem.



Elaboração: Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Figura 07. Fluxograma metodológico

2.1 O MAPEAMENTO MULTITEMPORAL DO USO E COBERTURA DA TERRA E A ANÁLISE SOCIOECONÔMICA

O lado esquerdo do fluxograma é centrado numa proposta de periodização. Assim, a ocupação e o povoamento das terras esboça a história dos geossistemas. Trata-se do confronto do tempo da história social com a duração da geologia, da sucessão dos rítmos atmosféricos, da sazonalidade da vegetação, da velocidade dos processos erosivos etc. A periodização implicou na análise das relações históricas do homem com seu território ao longo de quatro rupturas do processo de ocupação das terras, o quais foram denominados didaticamente de **Incipiente** (final do século XVII até 1940), **Incrementação** (entre os anos 40 e a década de 60), **Intensificação** (entre a década de 60 até os anos 90) e **Arrefecimento** (a partir dos anos 90 até hoje).

A identificação das descontinuidades no processo histórico de ocupação das terras, foi orientado, *a priori* pela materialidade do espaço produzido, o mesmo sendo apresentado na literatura consultada. A materialidade foi assimilada pela construção de dois mapeamentos um referente ao ano 2013, representando os tempos hodiernos e outro para o ano de 1975, época de profundas mudanças na paisagem regional.

O fluxograma na figura 08 expressa as fases de elaboração do mapa de uso e cobertura da terra para o ano de 2013. Inicialmente as imagens foram adquiridas junto ao site do projeto *earth explorer* conduzido pela USGS (*United States Geological Survey*), pouco tempo depois da disponibilização dos dados ao público geral. O satélite Landsat 8 começou oficialmente as operações normais em 30 de maio de 2013.

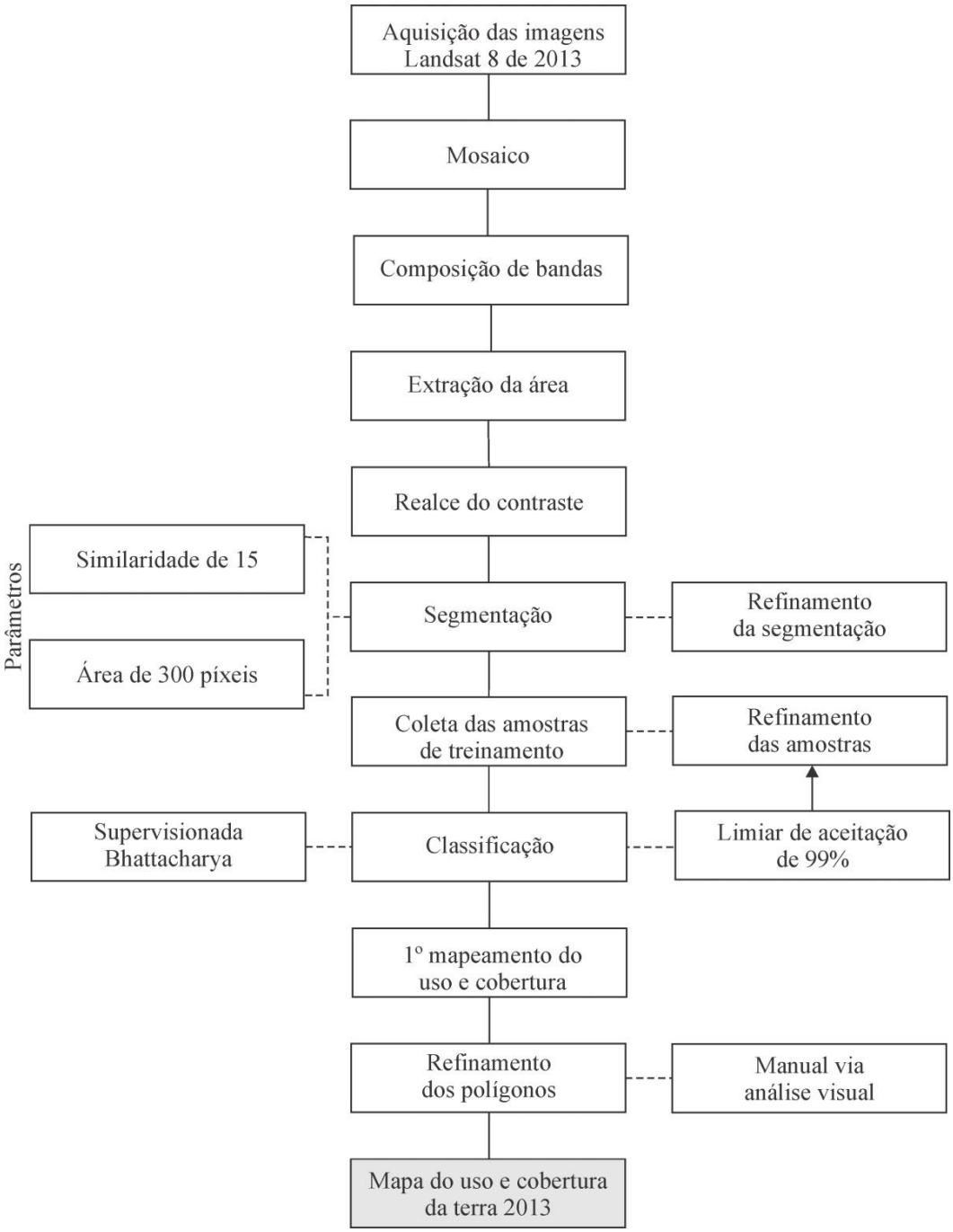
Foi necessário adquirir três cenas para cobrir integralmente a região em estudo, todas datadas do mês de maio de 2013, concernente às órbitas 218/67 (25/05/2013), 218/68 (29/05/2013) e 217/68 (30/05/2013) do satélite. Os processamentos seguintes ocorreram primordialmente sobre as bandas 5, 4 e 2 nos canais R, (*red*) G (*green*) e B (*blue*), nesta ordem. Não foi preciso realizar o georreferenciamento, como em outras cenas dos satélites anteriores da família Landsat, pois o mesmo atendia as necessárias finalidades. O processamento para as imagens orbitais, bem como para os demais dados em ambiente SIG, foi realizado em acordo com os novos parâmetros de transformação entre sistemas geodésicos de referência (SGR) aderidos pelo IBGE[19] e calibrados manualmente no programa conforme a tabela 01.

[19] Resolução do IBGE N°1/2005 de 25/02/2005

Tabela 01. Parâmetros de transformação entre Sistemas Referenciais Geodésicos adotados pelo Brasil.

SIRGAS	WGS84	SAD69
Translação X	+0,478 m	+67,348 m
Translação Y	+0,491 m	-3,879 m
Translação Z	-0,297 m	+38,223 m

Fonte: Site do IBGE



Elaboração: Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Figura 08. Etapas do processamento das imagens Landsat 8 OLI e o mapeamento do uso e cobertura da terra referente ao ano de 2013.

Com a finalidade de integrar todas as cenas e reduzir a quantidade de arquivos, realizou-se a mosaicagem e a composição de bandas. Cria-se portanto um único dado matricial, de uma mesma extensão espacial. Assim aumentamos a velocidade nos processamentos subsequentes e reduzimos o tamanho dos arquivos no banco de dados. Logo após, extraimos a área de estudo com os novos limites administrativos dos municípios brasileiros (IBGE, 2010) e realçamos o contraste da imagem, melhorando a distribuição dos níveis de cinza nas três bandas trabalhadas. Desta forma encerramos a fase do pré-processamento.

Na fase de processamento realizamos a segmentação da imagem, que consiste em agrupar um conjunto de píxeis contíguos identificados como mais semelhantes perante os píxeis adjacentes. A segmentação utiliza a técnica do crescimento de regiões para efetuar uma análise automática da imagem e reunir os píxeis em regiões homogêneas ou segmentos, conforme os parâmetros pré definidos. O primeiro parâmetro de entrada do segmentador é a medida de **similaridade**, que baseia-se no valor da distância Euclidiana mínima entre os valores médios dos níveis de cinza das regiões consideradas. Deste modo, as regiões são consideradas distintas quando a distância entre duas médias estiver acima do limite de similaridade determinado. Outro parâmetro importante para a segmentação é **área mínima** das regiões homogêneas, definida pela menor quantidade de píxeis de cada segmento. Como resultado desta especificação as áreas menores que o limite estabelecido, são automaticamente agregadas pelos segmentos vizinhos mais similares.

Após vários testes e combinações entre os valores de similaridade e área mínima optou-se pelos valores 15 e 300 píxeis, haja vista serem considerados satisfatórios, por definirem com certa precisão os limites espaciais dos alvos na imagem orbital. A similaridade foi escolhida pelos padrões espaciais e diversidade de alvos na imagem, aliada a escala de trabalho. Embora a resolução espacial de 30m da imagem Landsat 8 permita um valor menor de píxeis para a área mínima, este valor foi estabelecido em conformidade com a resolução espacial de 80m da imagem Landsat 1. Uma vez que, a resolução espacial desta última é cerca de três vezes maior do que a Landsat 8, multiplicamos também por 3 o valor que seria adotado caso não fosse realizada uma análise multitemporal do uso e cobertura da terra, ou seja, a investigação somente de uma imagem. Portanto, os 300 píxeis significam uma área de 12 ha condizente com a escala de análise deste trabalho.

Em seguida, foram coletadas amostras de treinamento, a partir dos elementos de interpretação da imagem como a tonalidade, textura, tamanho, forma, sombra, padrão e

localização. Uma vez realizada as coletas, o algorítmo empregado na classificação do produto da segmentação foi o **Bhattacharya**. Este método supervisionado, de grande aceitação na academia, esta assentado na distância que é utilizada para medir a separabilidade estatística entre um par de classes, ou seja, mensura a distância média entre as distribuições de probabilidade dessas classes (INPE, 2006).

Este algorítmo necissita da definição o limiar de aceitação explicado por Nascimento (apud BORGES e SILVA, 2009):

> (...) limiar de aceitação (distância máxima de Mahalanobis a qual as regiões podem estar afastadas do centro das classes) para a separação ou agrupamento de classes. De modo mais simples, o limiar de aceitação pode ser entendido como um hiperelipsóide no espaço de atributos, de tal forma que todas as regiões, cujas médias estiverem dentro do mesmo, são consideradas como pertencentes a uma determinada classe. (p. 212)

Asseguramos um **limiar de aceitação** de 99%. Destarte, 1% dos segmentos cujas médias estiveram acima deste valor, com baixa probabilidade de pertencer ao conjunto desejado, foram automaticamente rejeitados. Sendo assim, novos refinamentos da segmentação foram elaborados a fim de melhorar o produto dos agrupamentos, com consequente refinamento das amostras de treinamento.

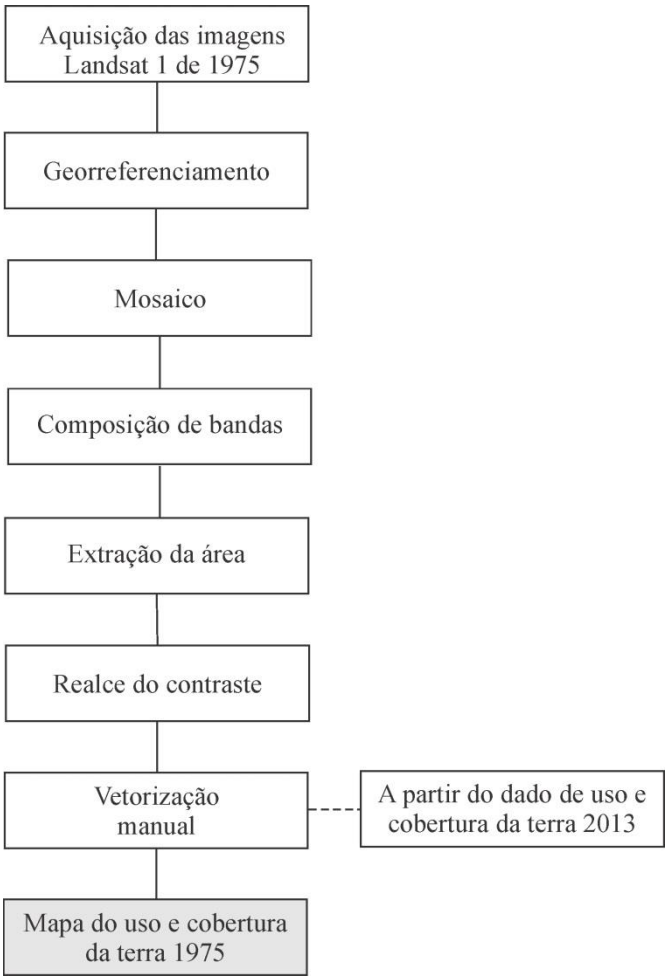
Posteriormente, foi gerado um primeiro mapeamento do uso e cobertura, o qual constava inicialmente de 11 classes com vista a discrimar melhor a cobertura vegetal. Embora muito próximo do conduzente na imagem orbital, ainda apresentava alguns erros de classificação e delimitação. Para sanar os enviesamentos, optamos pela vetorização manual dos polígonos via análise visual. Destarte, suprimos também áreas encobertas por nuvens e melhoramos o traçado dos polígonos. Chegamos assim até o produto final do uso e cobertura da terra referente ao ano de 2013, composto por 8 classes. Desta forma, identificamos cinco classes referente a vegetação (Caatinga Arbórea Arbustiva, Campo Rupestre, Cerrado, Floresta Estacional e Vegetação com Influência Lacustre Fluvial); duas classes alusivas ao uso (Agropecuária e Urbano); além dos corpos d'água.

No que tange o mapeamento de 1975, houve algumas mudanças. As etapas de processamento estão exibidas no fluxograma da figura 09. Os dados foram adquiridas junto ao catálago de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Todas as três cenas adquiridas referem-se também ao mês de maio, assim como a imagem Landsat 8 OLI, facilitando as comparações por se tratarem da mesma época no ciclo fenológico da vegetação e dos cultivos temporários. As cenas obtidas são da órbita 233/67 (25/051975), 234/67 (26/05/1975), 234/68 (26/05/1975).

Em razão das diferenças nas especificações técnicas entre os sensores dos dois satélites, as bandas trabalhadas foram a 4, 2 e 1 nos canais R, G, B de falsa cor. O georreferenciamento conciliou os elementos desta imagem com os demais dados em ambiente

SIG, atribuindo uma mesma coordenada sobre um *datum* (SIRGAS) e uma projeção (UTM 24).

O mapeamento do uso e cobertura da terra realizado para o ano de 2013 orientou este segundo mapeando alusivo a 1975. Exceto as alterações nos estágios sucessionais da vegetação, parte-se do pressuposto que as formações vegetais não mudaram bruscamente no intervalo de 38 anos. Portanto, coube identificar, sobretudo as antigas terras recobertas por vegetação, muitas vezes primária, e os espaços produtivos. O mapeamento foi executado pela vetorização manual a partir da análise visual e interpretação do operador.

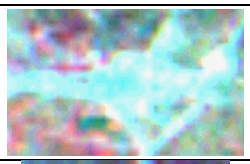
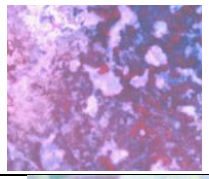
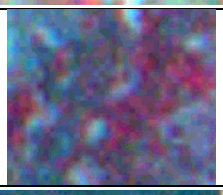
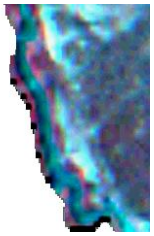
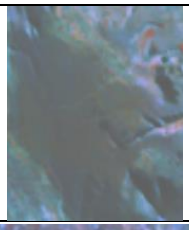
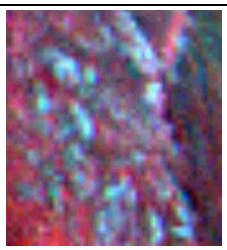
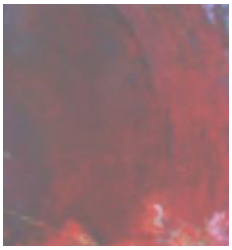


Elaboração: Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Figura 09. Etapas do processamento da imagem Landsat 1 e o mapeamento do uso e cobertura da terra referente ao ano de 1975.

No sentido de compatibilizar os mapeamentos diante de resoluções diferentes, aplicamos o sistema de classificação condizente com a menor resolução espacial, neste caso, a da imagem Landsat 1 MSS com 80m. Deste modo, os procedimentos metodológicos e as classes contidas no Manual Técnico de Uso da Terra (2006) e o Manual Técnico da Vegetação Brasileira (2012) foram adaptadas às condições dos dados, dos procedimentos

Quadro 02. Identificação das classes de uso e cobertura da terra para os anos de 2013 e 1975.

CLASSES	2013	1975	DESCRIÇÃO
Agropecuária			Área destinada tanto ao cultivo de culturas agrícolas de curta ou média duração, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, por vezes irrigada, quanto a criação de animais como bovinos, caprinos e asininos.
Área Urbana			Unidades caracterizadas pelo uso intensivo, grande número de edificações e superfícies artificiais com pouca vegetação. Podem está incluída: Cidades e Vilas
Vegetação com Influência Lacustre Fluvial			Comunidades vegetais de planícies alagáveis que estão condicionadas a cheias periódicas. Compreendem: Pântanos e depressões brejosas.
Caatinga Arbórea-Arbustiva			Formações xerófitas condicionadas à dupla estacionalidade, onde o porte arbóreo prevalece sobre o arbustivo.
Água			Corpo d'água continental com fluxo contínuo que desemboca no mar ou em outro rio. Essa classe abrange rios perenes ou intermitentes. Além dos dois rios ditos anteriormente, Verde e Jacaré, a porção do extremo norte acompanha o lago de sobradinho do rio São Francisco.
Cerrado			Vegetação, semi caducifólia, de pequenas árvores retorcidas, dispersas em meio a um tapete de gramíneas. Sua presença na região está restrita às áreas de maiores valores altimétricos, por possuir condições ambientais mais favoráveis a sua existência.
Campo rupestre			Ocorrem em altitudes acima de 900 metros do nível do mar. Os organismos, que ocupam esta região, têm que suportar a baixa fertilidade do solo e intensa insolação. O substrato que sustenta estes organismos vegetais são Neossolos rasos, pedregosos e de pouco desenvolvimento.
Floresta estacional			A floresta estacional estabelecer-se nas partes mais elevadas da Chapada Diamantina, sob a influência das chuvas orográficas, o que provoca intensa umidade e diminuição da temperatura. Sendo assim, elas se desenvolvem predominantemente nas encostas dos modelados, as quais estão sujeitas a esse tipo de fenômeno.

Elaboração: Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

metodológicos e dos objetivos da pesquisa.

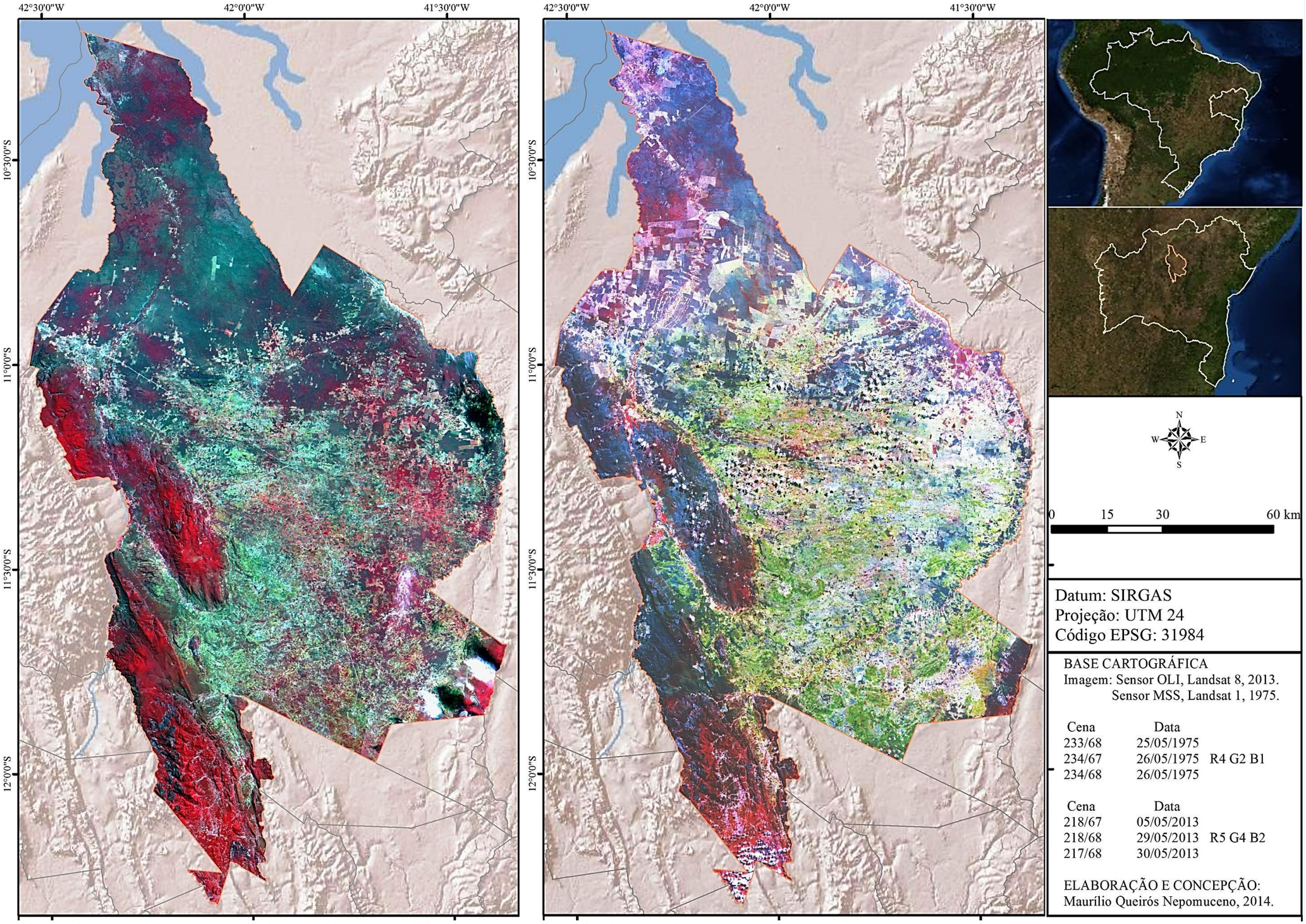
No total foram mapeadas oito classes de uso e cobertura da terra, caracterizadas no quadro 02. Ainda que outras formas de uso pudessem ser identificadas na imagem Landsat 8 OLI, a resolução espacial da Landsat 1 MSS era incompatível. Assim sendo os demais usos foram agrupados na classe Agropecuária.

No mapa 02 observamos as duas imagens processadas pelo atual estudo. Para compreender as mudanças históricas na paisagem, bem como a territorialização do capital através das mudanças nas bases produtivas da região, analisamos a evolução da área plantada. Os esforços foram concentradas inicialmente nos dados relativos aos cultivos temporários e permanente de maneira geral, uma vez que a agricultura foi o carro chefe da economia durante a maior parte da historia de povoamento no século XX.

Em seguida, conduzimos a análise para os dois principais cultivos agrícolas na região. Primeiramente a lavoura do feijão, em razão dos grandes incentivos estatais nos anos 60, 70 e 80. Responsável pela maioria da área plantada na imagem orbital de 1975. E em seguida o cultivo da mamona, pois a recente política do biodiesel tem inpulsionado a produção desta oleaginosa. A região é a maior produtora nacional do cultivare. Tanto a área plantada do feijão quanto da manona reporta-se ao intervalo temporal entre 2008 e 2012.

A água consumida na maioria da lavouras é proveniente do aquífero cárstico do tipo fissural situado no platô de Irecê. Temos então uma grande quantidade poços artesianos perfurados, nem sempre outorgados ou do conhecimento dos órgãos responsáveis. A avaliação dos poços ocorreu a partir de dados oficiais georrefereciados fornecidos pela CPRM (BRASIL, 2001) e SRH (BAHIA, 2009), o que permitiu sua espacialização e processamento.

Uma das principais fontes de renda da população local deve-se à transferência de renda, através dos programas sociais. Os dados alusivos à renda foram obtidos pelo Ministério do Desenvolvimento Social (MDS). Eles revelam de forma mais fidedigna o número de habitantes em estado de exclusão ou fragilidade social. Isto posto, foram obtidos os dados dos três últimos anos (2011, 2012 e 2013) no Cadastro Único (CadÚnico) e correlacionados com dados e informações de outras origens.



Mapa 02. Análise multitemporal das imagens Landsat 1 MSS e Landsat 8 OLI, referente aos anos de 1975 e 2013 respectivamente.

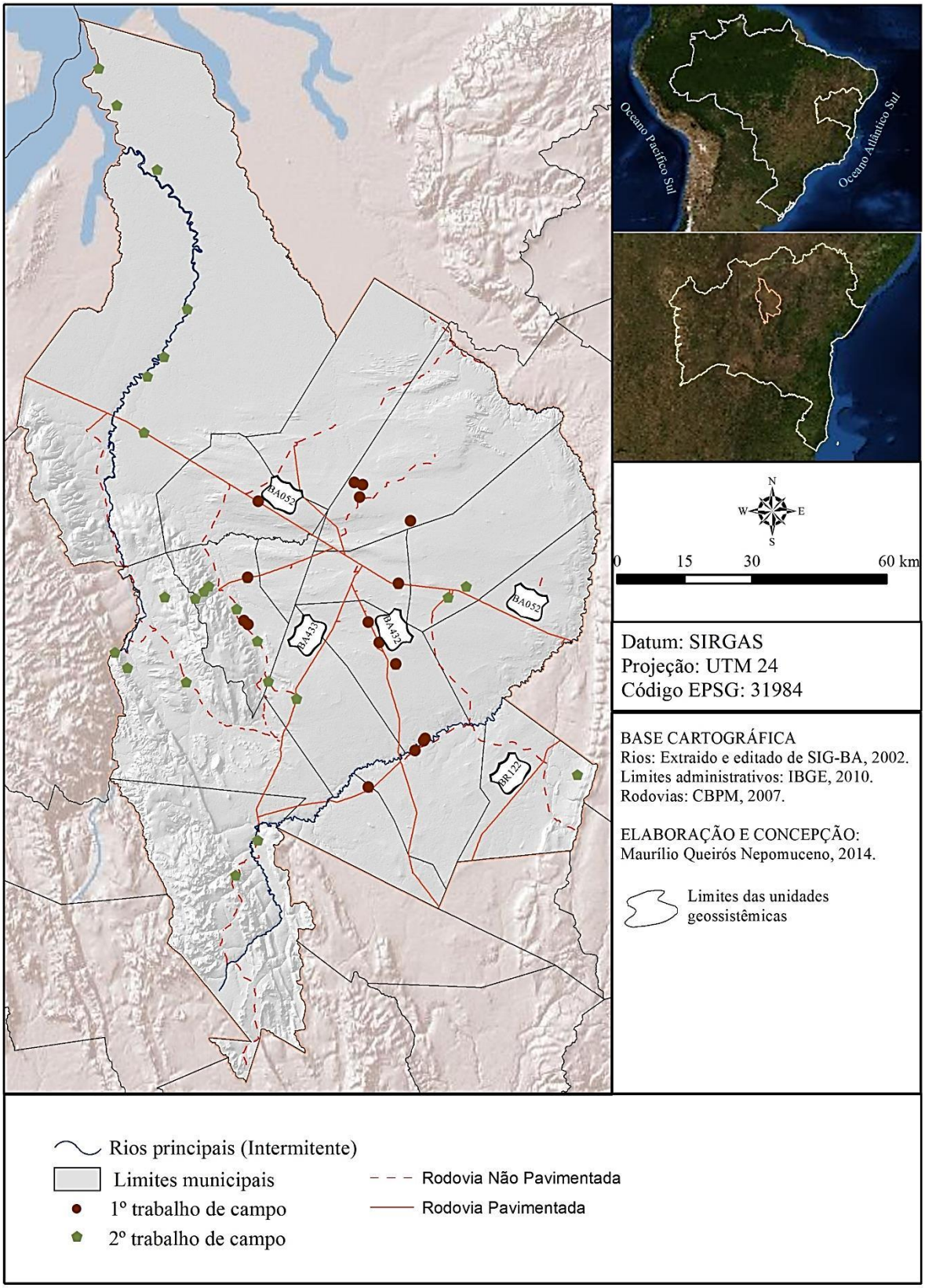
2.2 AS OBSERVAÇÕES *IN LOCO*

Com o objetivo de abarcar as sazonalidades na fenologia da vegetação e o calendário agrícola regional, os dois trabalhos de campo foram executados em épocas distintas do ano. O primeiro entre os dias 09 e 11 de novembro de 2012, embora em anos normais este mês represente o ínicio das chuvas, para o ano em análise, por conta da seca, o mesmo correspondeu ao período da estiagem pronlongada. Dada esta seca, uma parte da vegetação ao longo das paisagens observadas não demonstraram o mesmo vigor de outros anos. De qualquer forma, este extremo climático não se constituiu num empecilho à pesquisa, pelo contrário, pontencializou as análises da cobertura vegetal diante do estresse hídrico e expôs as dificuldades do sertanejo em tempos de agravos naturais e sociais. Após a primeiras chuvas no ínicio do ano de 2013, o segundo trabalho de campo conseguiu retratar a enérgica cobertura vegetal verde, tendo sido realizado entre 29 e 03 de janeiro do referido ano, na época das chuvas.

As observações *in loco* foram conduzidos com um material de apoio composto por:

- Caderneta de campo para descrição sistématica da paisagem e observações eventuais;
- Notebook com todo o banco de dados em ambiente SIG;
- Mapas impressos;
- Máquina fotográfica para os registros visuais da paisagem;
- GPS de navegação para georreferenciar todos os pontos de observações e dados coletados *in loco*;
- Celulares para comunicação com os prepostos locais;
- Tablet aliado ao sistema GPS para localização em tempo real sobre a imagem do *Google Earth*, um eficiente método para deslocamento em áreas desconhecidas;
- Automóvel próprio para otimizar os trajetos de acordo com as necessidades da pesquisa e da ocasião.

A localização dos pontos de descrição e observação da paisagem, buscou atender os espaços produtivos relativos aos cultivos temporários no Maciço do Feijão e todas as unidades geossistêmicas identificadas preliminarmente. À vista disso os aspectos sociais, econômicos e naturais foram analisados conjuntamente para verificação da realidade local. O mapa 03 exprime a localização e distribuição das paradas mencionadas.



Mapa 03. Localização dos pontos de observação e descrição da paisagem por ordem de trabalho de campo.

2.3 A MODELAGEM ESPAÇO-TEMPORAL DO BALANÇO MORFOGÊNESE/ PEDOGÊNESE E A CLASSIFICAÇÃO ECODINÂMICA

O lado direito do fluxograma metodológico destaca o balanço morfogênese/pedogênese e as análises subsequenetes. Nele verificamos um empreendimento no sentido de abarcar as relações geográficas apresentadas pelas unidades geossistêmicas. Os dados coletados e gerados somam-se ao conhecimento do interprete no sentido de organizar o sistema morfodinâmico a partir de duas vertentes um componente temporal e outro espacial.

O **componente espacial** trata da estrutura e distribuição do balanço morfogênese/pedogênese. Consiste inicialmente da seleção dos dados mais representativos e pertinentes capazes de indicar as áreas e os diferentes níveis de estabilidade ambiental. A escolha recaiu sobre sete dados indivializados no quadro 03, os quais foram posteriormente integrados através da modelagem espacial.

O tratamento de cada dado para a modelagem espacial requeriu o estabelecimento dos níveis de pertinência ao fenômeno de acordo com critérios previamente determinados. Os critérios foram adotados em conformidade com o referencial teórico consultado e, com o nível de aceitação em trabalhos similares. Este esquema lógico subsidiou a ponderação das variavéis respeitando as particularidades e as limitações de cada dado.

Por conta da natureza diversa dos dados, abrangendo outras áreas correlatas do saber, consideramos a consulta aos especialistas um procedimento metodológico fundamental para o bom desenvolvimento da pesquisa. Além das discussões setoriais e encaminhamentos do projeto, os profissionais definiram os níveis de pertinência de cada classe ou intervalo do dado à morfogênese, através da fixação de pesos.

Quadro 03. Modelo teórico dos critérios e parâmetros adotados pelos especialistas no estabelecimento dos níveis de pertinência do balanço morfogênese/pedogênese.

VARIÁVEL	ESPECIALISTA	CRITÉRIO	PARÂMETRO PARA PONDERAÇÃO
Erosividade	Climatólogo	Intensidade pluviométrica	Quanto maior a intensidade da chuva, maior será a erosividade e consequentemente maior a morfogênese. Valores mais *altos*.
Litotipo	Geólogo	Grau de coesão	Quanto maior a coesão da rocha, maior sua resistência ao intemperismo e maior a morfogênese. Valores mais *altos*.
Amplitude altimétrica	Geógrafo	Energia potencial para o escoamento superficial	Quanto maior a amplitude altimétrica, maior é a morfogênese. Valores mais *altos*.
Declividade	Geomorfólogo	Grau de inclinação do terreno	Quanto maior a declividade, maior a velocidade da enxurrada e menor é a capacidade de infiltração. Valores mais *altos*.
Solos	Pedólogo	Nível de maturidade e estabilidade dos agregados	Quanto maior a estabilidade dos agregados e a maturidade do solo, maior a pedogênese. Valores mais *baixos*
Uso*	Geógrafo	Capacidade de proteção do solo	Quanto maior a proteção do solo, maior a pedogênese. Valores mais *baixos*.
Cobertura da terra*	Biólogo	Capacidade de proteção do solo	Quanto maior a proteção do solo, maior a pedogênese. Valores mais *baixos*.
Índice de vegetação	Biólogo	Densidade da vegetação	Quanto maior a densidade, maior a proteção do solo e maior a pedogênese. Valores mais *baixos*.

*O uso e a cobertura da terra, embora constituam um único dado, foram ponderados separadamente, por conta da natureza da informação.
Elaboração: Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Isto posto, quanto maior o valor na escala que se admitiu (tabela 02), maior será o nível de pertinência ao fenômeno. Este procedimento é essencial, por valorar e compatibilizar o conhecimento da ciência a um nível da linguagem das geotecnologias.

Tabela 02. Intervalo adotado na ponderação dos níveis de pertinência.

PESOS	CLASSES
1	Baixa
2	Moderadamente Baixa
3	Mediana
4	Moderadamente
5	Alta

Elaboração: Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

A erosividade foi calculada através da álgebra de mapas, conforme preconizaram Crepani, Medeiros e Palmeira (2004), obedecendo a seguinte fórmula da intensidade pluvionétrica:

$$IP = \frac{PMA}{NDC/30^{*}} \quad (01)$$

Onde:

IP = Intensidade Pluviométrica

PMA = Precipitação Média Anual

NDC = Número de Dias com Chuva

*O número de dias com chuva é transformado em meses dividindo-se seu total por 30.

Usamos o algorítmo Kriging numa interpolação ordinária, com o intuito de reduzir a resolução espacial de 927m para 30m, compatível com os demais dados. Essa inteporlação não significou perda de informação, devido a natureza do dado climatológico e às escalas do clima. Em se tratando de um estudo voltado para os mesoclimas, uma variação de 898m não interferiu na condição dos trabalhos, processamento e análises subsequentes. Ademais, a parca rede de postos e estações meteorológicas na região inviabiliza qualquer estudo em escala de microclima.

Para mensurar a amplitude altimétrica foi realizada uma subtração simples, segundo os limites de cada unidade geossistêmica:

$$AA = Cmax - Cmin \quad (02)$$

Onde:

AA = Amplitude Altimétrica

Cmax = Cota máxima do relevo

Cmin = Cota mínima do relevo

A região de Irecê apresenta uma vegetação em diferentes estados sucessionais, por motivo das acentuadas práticas agropastoris ao longo das últimas décadas. De modo que, existem muitas áreas abandonas e de solos expostos. O calendário agrícola também não atende todos os meses do ano, pois o sistema de sequeiro prioriza o trimestre chuvoso que ocorre no verão. Nos outros meses do ano, as propriedades rurais voltam-se para a pecuária ou

deixam a terra em pousio. O índice de vegetação precisa compreender estas condições para ser realmente eficiente neste ambiente.

Em resumo, o índice de vegetação é uma medida radiométrica, pelo qual indica a atividade fotossintética da biomassa verde. Nesta pesquisa, o índice de vegetação deve ser capaz de normalizar os efeitos externos (interferência atmosférica) e internos (sombra, solos), discriminar diferenças na densidade da vegetação, além de permitir comparações espaciais e temporais.

Existem numerosos trabalhos científicos confrontando e analisando as diferenças entre os índices de vegetação mais utilizados no âmbito acadêmico. Dentre eles salientamos os estudos desenvolvidos por Oliveira et al (2009), Espig (2008) e Silva et al (2011), onde todos destacam as vantagens em trabalhar com Índice de Vegetação Realçado *(Enhanced Vegetation Index*, EVI) em regiões semiáridas. Seus trabalhos são mais relevantes ainda, uma vez que, o foco foi o comportamento do bioma Caatinga.

Seguimos as orientações dos autores e escolhemos o EVI para analisar a dinâmica e espacialização da vegetação. Este dado é produzido a cada 16 dias, com resolução espacial de 250m e fornecido junto com outros produtos do satélite MODIS. Encontra-se também validado por meio do georreferenciamento e correção atmósferica. A principal vantagem em relação aos demais índices de vegetação, sobretudo ao Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index*, NDVI) também fornecido pelo MODIS, deve-se ao fator de ajuste para solos e dois coeficientes de correção dos efeitos atmosféricos (JENSEN, 2009).

$$EVI = G^* \frac{IVP - V}{IVP + C_1 * V - C_2 * A + L} \quad (03)$$

Onde:

EVI = Índice de Vegetação Realçado

IVP = Reflectância no Infravermelho Próximo

V = Reflectância no vermelho

A = Reflectância no azul

C_1 = Coeficiente de correção dos efeitos atmosféricos para a banda do vermelho

C_2 = Coeficiente de correção dos efeitos atmosféricos para a banda do azul

L = Fator de correção para a interferência do solo

G = Fator de ganho

O EVI melhora a sensibilidade da alta biomassa e ajusta os valores de áreas onde a vegetação é mais aberta, sendo muito influenciada pelo fator brilho do solo[20]. Assim melhora a resposta espectral da vegetação, fornecendo números mais fidedignos.

Foram adquiridas um total de 26 cenas, sendo 13 cenas referente ao período de chuvas e outras 13 alusivas a estiagem. Pretendemos assim, abranger a sazonalidade do bioma Caatinga, cuja decidualidade é muito marcante. Igualmente acrescentamos à modelagem espacial um caráter temporal, manifesto na dinâmica da vegetação entre os anos 2000 a 2012. Para este intervalo temporal, todas as cenas relativas ao período chuvoso datam de 17 de janeiro[21], enquanto as cenas pertinente à época da estiagem datam de 30 de setembro.

O quadro 04 mostra os pesos estabelecidos com base no conhecimento dos especialistas a respeito do grau de comprometimento de cada variavél à morfogênese. Este procedimento minimiza a incerteza perante a participação das classes em relação ao fenômeno estudado, além de auxiliar a tomada de decisão. Nessa ótica, todo o conjunto de técnicas e procedimentos utilizados, trata-se na verdade da avaliação multicritério (*Multi Criteria Evaluation* - MCE) em SIG. Os procedimentos MCE analisam e agregam inúmeros critérios representados como camadas de dados espaciais para um determinado objetivo. Existem muitos operadores de inferência espacial no âmago das técnicas MCE.

Optamos pela infererência *fuzzy* (lógica difusa ou lógica nebulosa), por ser um modelo fundamentado no conhecimento dos especialistas consultados. Uma das características desta lógica baseia-se na possibilidade do conjunto variar continuadamente desde nenhum grau de pertencimento até o pertencimento total, numa escala de 0 a 1, cujos valores intermédiarios registram pertinências parciais. Assim, lida-se melhor com os fenômenos naturais, de inerente complexidade, onde os limites das classes e dos próprios fenômenos não são rígidos (dados discretos), mas sim fluídos demarcados quase sempre por faixas de transição (dados contínuos). Na lógica fuzzy, o modelo baseado no saber, traduz as incertezas próprias do conhecimento científico, haja vista, a impossibilidade de determinar-mos com precisão toda a estrutura e o comportamento de cada variavél de entrada. Mas podemos estimar certos padrões de probabilidade de acerto (FITZ, 2008).

[20] No NDVI estas áreas apresentam valores mais altos, principalmente quando o solo esta úmido. Comumente, solo úmido, sombra e alta biomassa saturam os valores de NDVI, enquanto no EVI os valores sendo mais baixos, dificulta a saturação do *range*.

[21] Exceto a cena do ano 2000, cuja abundante cobertura de nuvens inviabilizou sua seleção, preferindo-se a cena gerada posteriormente, ou seja, datada de 18 de fevereiro.

Quadro 04. Níveis de pertencimento de cada variável à morfogênese.

VARIÁVEL	CLASSES OU INTERVALOS	GRAUS
Erosividade	250,24 – 270 mm	0,40
	270,01 – 295 mm	0,44
	295,01 – 310 mm	0,52
	310,01 – 335 mm	0,56
	335,01 – 375,83 mm	0,60
Litotipo	Argilito, Arenito, Siltito, Lamito, Calcário estromatolítico, Arenito conglomerático, Marga	0,20
	Argilito, Siltito, Calcarenito, Arenito, Ritmito, Calcário estromatolítico, Arenito conglomerático, Lamito	
	Metaconglomerado, Metarenito	
	Metasiltito, Ardósia, Conglomerado, Folhelho, Siltito, Metarenito	
	Rocha metapelítica, Metarenito	
	Rocha pelítica, Arenito	
	Rocha pelítica, Arenito arcoseano	
	Rocha pelítica, Arenito, Arenito conglomerático, Conglomerado polimítico	
	Calcário, Calcarenito oolítico, Dolomito, Silexito	0,40
	Diamictito, Arenito, Grauvaca, Rocha pelítica	
	Arenito, Conglomerado, Conglomerado suportado por Matriz, Quartzo Arenito	
	Arenito	
	Arenito, Rocha pelítica, Arenito arcoseano, Arenito conglomerático, Conglomerado	
	Calcilutito, Calcarenito	0,60
	Calcilutito, Calcarenito, Calcissiltito	
	Calcilutito, Calcarenito, Marga	
	Calcilutito, Calcarenito, Siltito, Calcissiltito, Arcóseo	
	Calcirrudito, Calcilutito, Calcarenito	
	Aglomerado, Laterita, Depósitos de areia, Depósitos de argila	0,80
	Brecha carbonática	
	Depósitos de areia, Depósitos de argila	1
	Depósitos de areia, Depósitos de cascalho	
Amplitude altimétrica	62 m	0,10
	93 m	0,12
	1.145 m	0,20
	753 m	
	609 m	
	471 m	
Declividade	0 – 2°	0,20
	2 – 6°	0,40
	6 – 10°	0,60
	10 – 27°	0,80
	27 – 45°	1
	> 45°	1

continua...

...continuação

VARIÁVEL	CLASSES OU INTERVALOS	GRAUS
Solos	Latossolo Vermelho Eutrófico	0,20
	Latossolo Vermelho-Amarelo Eutrófico	0,40
	Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico	0,60
	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico	
	Cambissolo Háplico Tb Eutrófico	0,80
	Cambissolo Háplico Ta Eutrófico	
	Neossolo Litólico Distrófico	1
	Vertissolo	
Uso e cobertura da terra	Água	0
	Urbano	
	Floresta Estacional	0,20
	Caatinga Arbórea Arbustiva	0,40
	Vegetação com Influência Lacustre Fluvial	0,80
	Agropecuária	
	Campo Rupestre	1
Índice de vegetação	0 - 1	Função linear de 0 a 5

Elaboração: Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

As estimativas de possibilidade de associações podem ser avaliadas pelos operadores lógicos. Adotamos o operador *gama* para integrar os dados numa modelagem que não aborde o fenômemo num cenário demasiadamente pessimista ou otimista, além de respeitar limites transiocionais, não-booleanos (sim/não). A respeito da lógica fuzzy e do operador gama Burrough menciona (1998, apud LOBÃO, 2013, p.279):

> (...) operador gama, que é definido por dois termos: um produto algébrico fuzzy e uma soma algébrica *fuzzy*, e expresso pela função: m = (soma algébrica fuzzy)g X (produto algébrico *fuzzy*) 1-g. O valor da constante g pode variar de zesro a um, sendo esses limites representativos, respectivamente, da dependência da soma e do produto algébrico *fuzzy*.

Na modelagem por inferência *fuzzy* é necessário que todos os dados atendam aos mesmos pré-requisitos, são eles: ser um dado raster, resolução espacial de 30m, datum SIRGAS, sistema de projeção UTM 24, conjunto de menbros *fuzzy* variando entre 0 e 1. Por causa da origem diversa dos dados, os ajustes formaram uma parte integrante dos procedimentos fundamentais. A figura 10 detalha o processo de tratamento de cada variavél para gerar o modelo do balanço morfogênese/pedogênese.

Absolutamente todos os dados foram projetados para UTM 24 e atribuídos o datum SIRGAS. Os dados vetoriais a exemplo do litotipo 1, solos, uso e cobertura da terra foram rasterizado, assumindo uma matriz de píxel.

Deve-se salientar que a lógica fuzzy também foi aplicada aos dados de EVI para o período de chuvas, representado no mês de Janeiro. Escolhemos este período sazonal por causa do vigor da vegetação e da melhor resposta espectral da mesma, uma vez que no perído da estiagem, a discriminação da assinatura espectral da vegetação é dificultada pela baixa emissividade, confundindo-se com outros alvos. Mas também, porque é no período das chuvas que ocorrem uma morfogênese mais ativa, época onde solos mais necessitam de uma cobertura vegetal para proteção dos horizontes iniciais. Desta forma, modelamos todos os índices de vegetação deste período através do operador gama, com 0.7 para o valor do expoente "g" conduzido por uma função linear crescente. Em que pesa o valor 0 para áreas sem atividade fotossintética e 1 para os locais com o máximo de biomassa verde mensurado. O produto final é uma síntese da dinâmica da vegetação para a primeira quinzena de janeiro ao longo dos 13 anos no intervalo temporal sugerido. Posteriormente, foi realizada uma interpolação kringing ordinária para reduzir a resolução espacial de 250m para 30m. Este foi o dado utilizado para representar a variável do índice de vegetação na integração com o demais dados.

Na integração conjunta, realizamos vários teste para validar o melhor expoente "g" do modelo final e selecionamos o valor 0.8 com o intuito de não maximizar a soma algébrica ou de minimizar o produto algébrico *fuzzy*. A preocupação é que o resultado seja o mais próximo da realidade modelada e da observada durante os trabalhos de campo, o resultado pode ser observado mais adiante no mapa 21.

A classificação do modelo do balanço morfogênese/pedogênese seguiu o esquema lógico proposto no quadro 05. O objetivo é identificar numa matriz, as áreas de maior pertinência para a morfogênese, idem para a pedogênese. Valores intermédiarios são importantes, tanto por indicar níveis de pertencimento parciais, quanto por apontar a direção

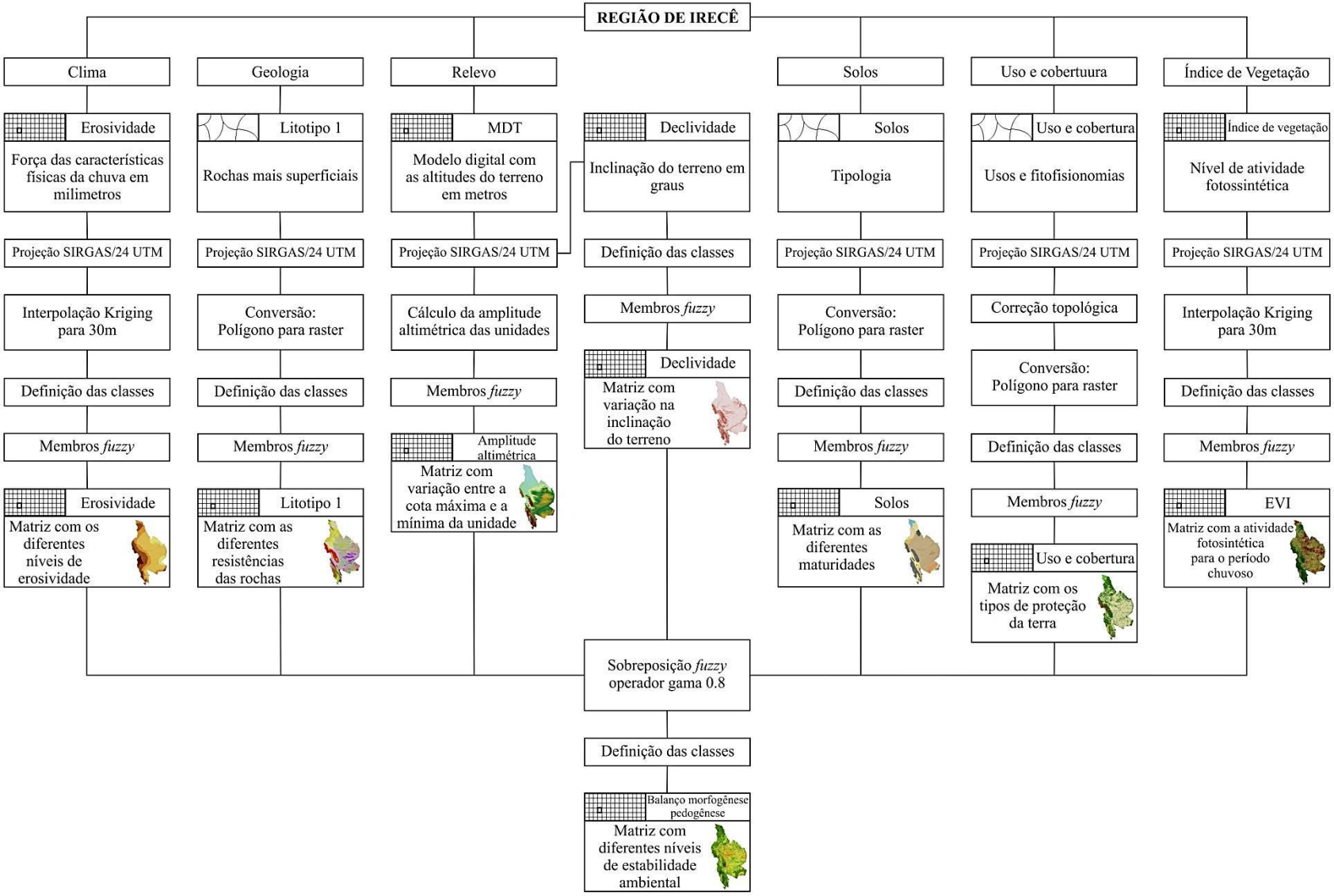


Figura 10. Sequências de operações na geração da modelagem espacial do balanço morfogênese/pedogênese.

da dinâmica da estabilidade ambiental. Soma-se ainda o interesse em realizar um empreendimento para uma análise qualitativa da morfodinâmica, passível de ser mensurada pelo geoprocessamento e sua tecnologias, abrangendo assim o componente espacial do fenômeno.

No que tange o **componente temporal** da estabilidade ambiental, sua expressão visual está comportada na criação de vários gráficos qualitativos, os quais revelam a dinâmica do balanço morfogênese/pedogênese ao longo de um ano normal, para cada unidade funcional identificada. São gráficos guiados pela interpretação da presente pesquisa, respaldados nas avaliações e mensurações dos dados mantidos no banco de dados espaciais. Há uma preocupação no sentido de garantir o comportamento deste balanço no nível sazonal.

Quadro 05. Esquema lógico da classificação da modelagem espacial e das unidades geossistêmica.

CLASSES	QUALIDADE DA ESTABILIDADE AMBIENTAL	BALANÇO PEDOGÊNESE (P)/ MORFOGÊNES (M)	CLASSIFICAÇÃO DA UNIDADE
0 - 0,25 Baixa	Situação de predomínio da pedogênese, em que os processos ecológicos ocorrem com raríssimas interações com as ações humanas. Áreas com a cobertura vegetal bem conservada e de pouquíssima ocupação. A evolução é lenta e em equilíbrio ecológico.	P	Estável
0,25 - 0,40 Moderadamente Baixa	Ocorrência de pequenos ajustes nos sistemas ambientais, por conta de maiores variações internas entre os elementos. A pedogênese ainda prevalece. Os usos estão em equilíbrio com a resiliência do ambiente	P > M	
0,40 - 0,45 Média	Estado de transição entre a pedogênese e morfogênese. A cobertura vegetal encontra-se associada a áreas de uso. O sentido da evolução pode ocorrer na direção da estabilidade ou instabilidade ambiental.	P = M	Intergrade
0,45 - 0,50 Moderadamente Alta	Nível em que os processos ecológicos estão intensamente afetados pelas condições de uso. A resiliência encontra-se comprometida pela supressão vegetal e grande densidade de usos. A morfogênese é bastante atuante.	P < M	Instável
0,50 - 70 Alta	Evidente estágio avançado de degradação, desmatamento completo e presença de processos erosivos. A resiliência do sistema esta prejudicada, e a morfogênese predomina. A evolução é acelerada e em desequilíbrio ecológico.	M	

Elaboração: Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Regime pluviométrico e cobertura vegetal não apresentam a mesma intensidade e estrutura espacial durante todos os meses do ano. Enquanto o primeiro é responsável primaz pela erosividade, esta por sua vez arrasa as superfícies terrestres, provocando a denudação do relevo em tempos longos e os processos erosivos em tempos curtos. Já o caratér decidual da

vegetação representa, mesmo que pequena, uma variação no grau de proteção dos solos. O calendário agrícola também é significativo, visto que a exposição da terra ocorre durante os meses secos do ano e quando chegam as primeiras chuvas torrenciais, os solos encontram-se totalmente desprotegidos. As fitofisionomias, os tipos de solos, a resistência das rochas, a declividade do terreno também são importantes, pois cada fator apresenta um nível de proteção diferente diante da erosividade, podendo inclusive reforçar o rigor da intensidade pluviométrica.

Para abarcar o componente temporal, o cálculo da erosividade foi aplicada desta vez para da mês. Este foi o dado norteador na apreensão da dinâmica anual, o fio condutor do balanço morfogênese/pedogênese a nível temporal, mas não somente. A partir da erosividade, que passa a ser mais expressiva após o mês de outubro[22], assimilamos novas informações manifestas nas relações do sistema ambiental. A erosividade é o grande *input* do sistema, cabe a ela prover as mudanças morfogenéticas. No entanto, as outras variavéis mencionadas amenizam seus efeitos ou mesmo potencializam. Em virtude dos níveis de pertinência entre as informações e as relações topológicas reinantes na unidade, a curva da morfogênese sofre variações. Estas variações são também de ordem social e econômica, posto que a materialidade das formas, no âmbito do uso, demonstra o papel das atividades humanas e sua capacidade em interferir nas trocas de EMI (energia, matéria e informação) como revela Ross (2009):

> A Geografia aplicada não pode, entretanto, negar que, no âmbito do meio físico-biótico, a funcionalidade da natureza está na perspectiva do conceito de equilíbrio dinâmico, no qual a força motora são as energias solar e terrestre, que possibilitam transformar energia em matéria e matéria em energia, e esta última em trabalho, que é a base das riquezas produzidas pelas sociedades humanas. Nesse processo dinâmico de troca permanente de energia e matéria entre os componentes da natureza, acrescidos das inserções humanas por meio de seus modos de produção e de apropriação dos recursos naturais, existem influências na intensidade dos fluxos energéticos que modificam os ritmos dos processos interagentes. Evidencia-se, assim, que as inserções humanas, por mais tecnificadas que possam ser, não criam natureza, não modificam as leis da natureza, apenas interferem nos fluxos de energia e matéria, alterando suas intensidades, forçando-a a encontrar novos pontos de equilíbrio funcional. Por consequência, os diferentes modos de produção, desenvolvidos pelos diferentes sistemas econômicos-sociais, em função de suas maiores ou menores capacidades de interferência na natureza, alteram as intensidades das trocas energéticas, mas não modificam as leis que regem a funcionalidade dos sistemas ambientais naturais. (p. 21)

[22] Por este motivo os gráficos iniciam em outubro e não em janeiro.

É bem verdade que a complexidade da realidade exigiria muito mais do que um único gráfico para comportar as diferentes dinâmicas temporais do balanço morfogênse/pedogênese. Mas destacamos no modelo apenas os aspectos mais gerais, mais visíveis e condizentes com a escala de análise dos dados e desta pesquisa. Portanto, destacamos quase sempre duas curvas no gráfico, uma para as condições menos presente, representada pela linha tracejada e outra para a condição predominanete, representada pela linha contínua. Ambas correspondem, na medida do possível, a dinâmicas destoantes, justamente para atender a diversidade paisagística.

A condição menos presente da conta de pequenas áreas, sugerindo uma expressividade do balanço morfopedogenético, menos marcante no contexto regional das terras circunvizinhas. Desta maneira são caracterizadas pela pouca extensão espacial. A condição predominante abrange as relações com grande distribuição no terreno, quase sempre portadora de forte influência sobre as áreas de condição menos presente. As duas condições convivem e evoluem dialéticamente no tempo e no espaço. Verificamos assim, que embora o componente espacial e temporal da morfodinâmica, fossem didaticamente separados pelo fluxograma metodológico, na prática as combinações geográficas ocorrem concomitantemente.

São justamente as combinações geográficas aliadas à solidariedade espacial, por sua vez formadas no conjunto dos dados armazenados em ambiente SIG, não somente dos descritos na modelagem final, mas também os utilizados para assegurar e apoiar as interpretações, que subsidiriam a delimitação das unidades geossistêmicas (mapa 22).

Para facilitar a leitura cartográfica e associação com os elementos reproduzidos nos mapas, definiu-se também abreviações em algarísmos romanos de simples sobreposição à cartografia, são eles:

1. Geossistema das Serras Mesotérmicas Florestadas da Chapada Diamantina (**G I**)
2. Geossistema da Vegetação Lacustre Fluvial Sobre Planicíe do Lago de Sobradinho(**G II**)
3. Geossistema da Agropecuária Sobre o Platô Carstico de Irecê (**G III**)
4. Geossistema da Caatinga Sobre a Serra do Uibaí (**G IV**)
5. Geossistema dos Remanescentes de Caatinga Sobre a Planície Megatérmica do Rio Verde (**G V**)
6. Zonas de Transição Entre os Geossistemas (**ZT**)

Importa compreender e classificar cada unidade geossistêmica com a finalidade de perceber os diferentes arranjos espaciais em função da organização natural e das atividades humanas historicamente construídas. Com base nisso, as demandas impostas pela sociedade acarretaram modificações, voluntárias ou não, ao ambiente através da morfodinâmica ou morfogênese. Estas alterações ocorreram desigualmente no tempo e no espaço (de acordo com o nível das técnicas), frequentemente gerando mudanças nas intensidades dos fluxos de EMI entre as variavéis estudadas, nas relações e na organização ecológica.

Diante desta perspectiva, adotamos a classificação nos termos da ecodinâmica de Tricart (1977), não vinculada sob a égide do conceito de ecossistema, inicialmente proposto pelo autor, mas atrelada ao geossistema, uma combinação perfeitamente compatível. Segundo Tricart, sua classificação é alicerçada na dinâmica dos ambientes, tendo a morfodinâmica como um fator limitante ao desenvolvimento ecológico, uma vez que desencadeia a instabilidade ambiental. O geossistema e a ecodinâmica unem-se através do instrumento lógico dos sistemas, enfocando as relações mútuas entre os elementos da dinâmica e os fluxos de EMI na paisagem.

A maneira dinâmica de abarcar os problemas ambientais e a utilização do instrumento lógico dos sistemas permitiram realizar ajustes na classificação ecodinâmica, de modo a acolher as particularidades na paisagem regional de Irecê. Tendo em vista, que a proposta inicial de Tricart não satisfaz completamente as necessidades das áreas semiáridas, por considera-las eminentemente instáveis. Não focamos exclusivamente nas características setoriais de cada elemento e sua pertinência para o fenômeno, mas na qualidade conjunta da estabilidade ambiental descrita no quadro 05 e na intensidade dos processos hodiernos, em consonância com a modelagem espacial realizada.A perspectiva da ecodinâmica não aparece simplesmente na classificação das unidades funcionais (em estáveis, instáveis e intergrades), mas permeia todo o discurso e construção da interpretação dos fenômenos e processos.

A modelagem espaço-temporal, igualmente a classificação ecodinâmica, circunscrevem-se na construção de cenários, com base numa combinação de fundamentos empíricos (dados e informações) com as estruturas congnitivas do pesquisador, suas interpretações e suas considerações. Estes cenários teóricos e matemáticos não consideram-se verdades evidentes, eles são ao mesmo tempo, uma reunião e confronto de conhecimentos e possibilidades, avaliados como um desdobramento de níveis de plausibilidade. Indicam assim, uma tendência mais provavél. Não concebemos o geossistema à parte da condição humana.

Dito isto, introduzimos a dimensão histórica para comprender em outros tempos, os estados anteriores do geossistema, sendo assim uma análise prévia das relações históricas que se sucederam num mesmo espaço entre a sociedade e a natureza de modo dialético. É a este contexto, expresso na forma dos arranjos espaciais, que chamamos de análise geossistêmica.

Podemos chegar até o geossistema de diversas formas, os procedimentos metodológicos descritos até aqui esboçam nossa tentativa de aproximação a este horizonte. Não existe um limite máximo de dados a serem considerados pra este fim, mas há consensualmente entre os pesquisadores um limite mínimo. O Anexo A apresenta todos os dados processados em ambiente SIG que posteriormente subsidiaram as análises decorrentes.

3. PROPOSTA DE PERIODIZAÇÃO

A produção do espaço lida com constantes mudanças nos mais difetentes campos, sobre as mais distintas intensidades e desigualmente engendradas por agentes promotores dos arranjos espaciais. No embate entre o novo e as velhas caraterísticas de um tempo, surgem as rupturas. É fundamental para a compreensão da história de ocupação das terras, a identificação dos vestígios deixados pelos múltiplos fatores no tempo e no espaço. No tempo pelo fato histórico, documentado por autores que estudaram a região de Irecê e no espaço, pela materialidade expressa na paisagem, nas formas e nos objetos mapeados por técnicas de Sensoriamento Remoto.

De cordo com Santos e Silveira (2004, p.24) "períodos são pedaços de tempo definidos por características que interagem e asseguram o movimento do todo". E a respeito das descontinuidades de um período complementa em seguida:

> Essa interação se faz segundo um controle que assegura uma reprodução ordenada das características gerais, isto é, segundo uma organização. É a falência desta última, açoitada por uma evolução mais brutal de um ou de diversos fatores, que desmantela a harmonia do conjunto, determina a ruptura e permite dizer que se entrou em um novo período (p.24).

Nossa proposta de periodização ocorre com base nas principais características históricas da ocupação das terras e dos usos na região de Irecê, com destaque também para a cobertura. Com este critério selecionamos os fatos históricos mais relevantes e que sustentam as descontinuidades na trama e os momentos de inflexão. Entendemos a ocupação como a forma historicamente construída de acesso à terra, vinculado diretamente aos seus usos. Este último considerado pela perspectiva do IBGE no manual técnico de uso da terra (BRASIL, 2006) como:

> (...) uma série de operações desenvolvidas pelos homens, com a intenção de obter produtos e benefícios, através do uso dos recursos da terra (BIE; LEEUWEN; ZUIDEMA, 1996, p.?) ou seja, a atividade do homem que se acha diretamente relacionada com a terra (CLAWSON; STEWART, 1965 apud ANDERSON et al., 1979 p. 20). O uso da terra está relacionado com a função socioeconômica (agricultura, habitação, proteção ambiental) da superfície básica. (BOSSARD; FERANEC; OTAHEL, 2000, p.15,). (p.44)

A cobertura da terra foi definida como:

> (...) os elementos da natureza como a vegetação (natural e plantada), água, gelo, rocha nua, areia e superfícies similares, além das

> construções artificiais criadas pelo homem, que recobrem a superfície da terra. (BIE; LEEUWEN; ZUIDEMA, 1996; BURLEY, 1961 apud ANDERSON et al., 1979, p. 20). (*op. cit*)

Focalizamos a periodização nos termos de uma proposta, pois se trata de uma representação pelo qual o ser social e político compreende, interpreta e explica as relações entre a sociedade e a natureza, entremeado assim de significações. Dá-se, ora uma reprodução, ora uma nova leitura dos fatos registrados, na tentativa de elucidar as conexões mais adiante com os geossistemas, sendo os próprios acontecimentos inerentes à derivação dos geossistemas. Portanto, trata-se de uma leitura objetiva e revestida de intencionalidades, de cunho ambiental, uma opção consciente.

A periodização busca assimilar, por vezes didaticamente, as descontinuidades no processo de sucessão dos acontecimentos, por isso a escolha dos fatos em ordem no tempo histórico. Mas não somente. Verificamos também, quais os projetos que sagraram-se vencedores ao longo da trama histórica, produto do jogo das articulações dos agentes envolvidos.

No quadro 06 encontram-se a síntese dos vestígios deixados pelos agentes sociais que presenciaram os fatos. Ele é fruto do rearranjo na interpretação dos acontecimentos, tanto por parte da presente pesquisa, como também identificado por outros sujeitos durante a revisão literária. Outra observação é aceleração dos tempos e das mudanças. Temos então um longo período, seguido de outros mais curtos, onde as transformações, por vezes, acompanham o aperfeiçoamento científico e tecnológicos. Trata-se da seletiva difusão das inovações, neste caso sob a égide da Revolução Verde primordialmente.

Esta periodização não significa a palavra final. Embora identificadas décadas específicas, a lógica é menos de traçarem-se marcos rígidos das mudanças entre os períodos e mais de estabelecer épocas flexíveis conforme preconizaram Santos e Silveira (2004).

Quadro 06. Características de cada período. ...continua

CARACTERÍSTICAS	INCIPIENTE final do século XVII até 1940	INCREMENTAÇÃO Entre anos 40 e a década de 60	INTENSIFICAÇÃO Entre a década de 60 até os anos 90	ARREFECIMENTO A partir dos anos 90 até os dias atuais?
HABITANTES	Escravos fugidos e primeiros colonizadores brancos, pecuaristas	Pequenos agricultores e comerciantes	Agricultores (Irrigantes e familiar) pecuaristas, comerciantes, industriais, profissionais liberais, servidores públicos	Agricultores (Irrigantes e familiar) pecuaristas, comerciantes, industriais, profissionais liberais, servidores públicos
MUNICIPIOS E POVOADOS	Surgem pequenos núcleos habitacionais e alguns povoados	Aumenta o número e se desenvolvem os povoados	É estabelecida a atual divisão administrativa dos municípios	Os limites administrativos são ajustados e tornam-se mais precisos
ATIVIDADE ECONOMICA	Mineração. Interiorização da pecuária extensiva.	Agricultura itinerante de subsistência. Incipientes atividades comerciais (budegas, feiras, caixeiros viajantes).	Agricultura mercantil moderna. Setor de serviços em desenvolvimento	Agricultura mercantil moderna e tradicional. O setor de serviços é mais significativo no PIB municipal
PRINCIPAIS PRODUTOS	Gado Pé Duro, cabras, porcos	Algodão	Feijão (principal), milho, mamona	Mamona (principal), feijão, milho, cenoura, cebola, cenoura
TÉCNICAS AGRICOLAS	Enxadas, foices, falcão e arados rudimentares	Enxadas, foices, facão, arados rudimentares e primeiras máquinas agrícolas	Tratores e outros sistemas mecânicos, além da irrigação via poços artesianos	Tratores (frota antiga) e outros sistemas mecânicos, além da irrigação via poços artesianos
AGENTES IMPORTANTES DA ORGANIZAÇÃO ESPACIAL	Mineradores, proprietários de terra: pecuaristas	Estado e proprietários de terra	Estado, firmas multinacionais, proprietários de terra: latifundiários e pequenos proprietários	Multiplicidade: Setor empresarial, grupos sociais excluídos, organizações civis, proprietários de terra: latifundiários e pequenos proprietários

...continuação

CARACTERÍSTICAS	INCIPIENTE final do século XVII até 1940	INCREMENTAÇÃO Entre os anos 40 e a década de 60	INTENSIFICAÇÃO Entre a década de 60 até os anos 90	ARREFECIMENTO A partir dos anos 90 até os dias atuais?
PROPRIEDADES	Latifúndios	Divisão em várias propriedades, através de venda e herança	Concentração de propriedades menores no Platô e as maiores nas serras da chapada Diamantina	Concentração de propriedades menores no Platô e as maiores na região da chapada
MOVIMENTOS MIGRATÓRIOS	Repulsão populacional. Grandes movimentos migratórios internos em períodos de seca	Pequena, mas crescente atração populacional	Atração populacional para o maciço do feijão e para os centros urbanos	Relativa estabilização das migrações, sobretudo nos centros urbanos
REDE VIÁRIA	Pouquíssimas estradas de chão. A maioria eram caminhos de tropas	Aumento da rede viária. Estradas carroçáveis	Construção das principais rodovias pavimentadas	Expansão das estradas vicinais e asfaltamento das principais
MEIOS DE TRANSPORTE	Carro de boi, carroças de burro, jegues, cavalos, a pé	Mulas, jegues, cavalos	Automóveis, tratores	Automóveis
INTEGRAÇÃO REGIONAL	Territórios desarticulados	Relativa integração territorial	Integrado parcialmente às demais regiões	Integrado parcialmente às demais regiões
VEGETAÇÃO	Vegetação primária	Substituição gradual pela agricultura	Intenso desmatamento no planalto cárstico	Fragmentação e isolamento da vegetação

Elaboração: Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

3.1 O PROCESSO INICIAL DE OCUPAÇÃO

> *Através do tempo, o espaço se comporta como um todo. A transformação do espaço "natural" em espaço produtivo é o resultado de uma série de decisões e escolhas historicamente determinadas. Cada porção de espaço é apropriada, reutilizada ou deixada intacta*. (SANTOS, M. 2012, p.48)

No geral, o povoamento da atual região de Irecê assemelha-se inicialmente à histórica ocupação das terras interiores baianas e brasileiras. Constituiu-se num grande esforço colonial em invadir e conquistar áreas dantes habitadas por numerosos povos indígenas pré-cabralianos, os quais deixaram diversos registros rupestres localizados por toda região (foto 01A). Algumas das principais tribos que ocupavam este território eram os Tapuias e Payayazes (RUBEM, 2010).

Como se sabe, eles viviam basicamente da caça de animais, pesca e do extrativismo vegetal. Outros praticavam uma agricultura itinerante, abandonando o local depois de algum tempo, esta prática favorecia a rápida resiliência do sistema ambiental. A ocupação produtiva demonstrava assim uma relação orgânica com a natureza. Eram nômades, estavam sempre em busca de áreas que oferecessem amenidades e recursos para manutenção da vida.

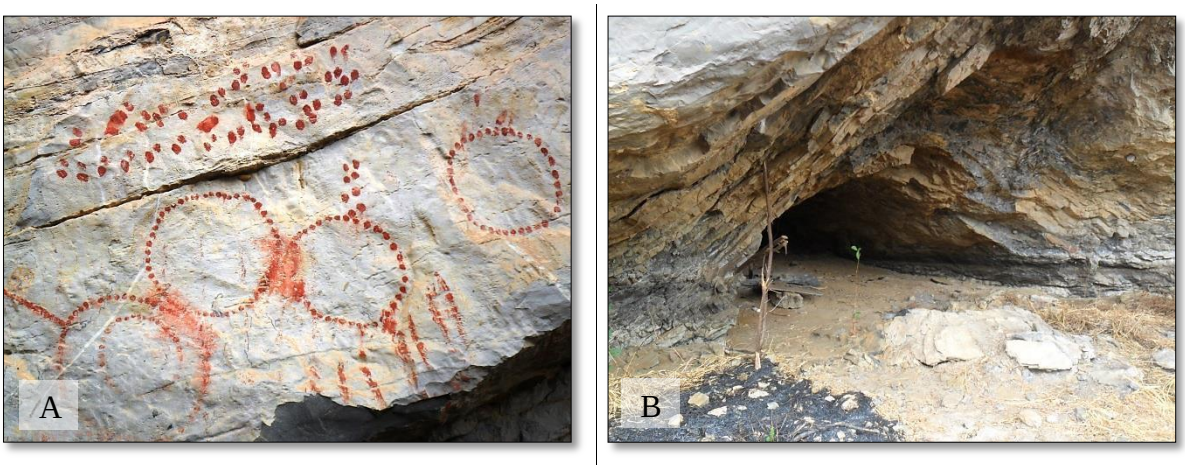
Neste tempo as formações vegetais recobriam extensas planícies, planaltos, serras e encostas, as quais eram aproveitadas pelos habitantes locais para o desenvolvimento de suas atividades, assim como algumas grutas formadas pela dissolução do calcário (foto 01B) tinham a função de abrigo. Santos e Silveira (2004) revelam que este período demonstra uma profunda adaptação da sociedade às leis naturais, pois a precariedade de suas técnicas, as quais normalmente eram prolongamentos do seu corpo, não permitia grandes transformações na natureza, daí ser chamado também de período pré-técnico ou dos meios naturais.

Os primeiros habitantes deixaram heranças inexoráveis para a atual população local presentes na cultura, práticas agrícolas, gastronomia, vestuário e linguística. Caraíba, um antigo nome da região, refere-se a uma das tribos que ali residiam. De modo similar, Irecê é um topônimo de origem Tupi e significa "pela água, à tona d'água, à mercê da corrente". Este nome foi dado ao município pelo geógrafo Teodoro Sampaio:

> Nome que propus para um município novo, no sertão de Jacobina, de referência à chamada Vereda de Romão Gramacho, leito temporário do rio de Jacaré, afluente da direita do S. Francisco que banha as terras desse município. É usado como nome de mulher. Bahia. (SAMPAIO apud RUBEM, 2006, p. 112).

O processo de ocupação e povoamento da região pelos portugueses está atrelado ao crescimento e desenvolvimento de outras terras circunvizinhas. Emerge num contexto de

interiorização das atividades produtivas, antes concentradas no litoral baiano, sobretudo, na região do recôncavo. Um dos primeiros proprietários de terras, Antônio Guedes de Brito, recebeu do rei de Portugal no final do século XVII, uma imensa sesmaria remuneratória que abrangia a área de Morro do Chapéu e da região de Irecê[23].



Fonte: Fotografias retiradas durante o trabalho de campo. Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Foto 01. Arte Rupestre (A). Gruta no leito seco do rio Jacaré, utilizada como proteção por antigos indígenas (B). Ambas as fotos retiradas na divisa do município de Lapão com Canarana.

Nessa mesma época, o rio São Francisco já era uma grande via de acesso ao interior do continente, entre outros motivos em razão de sua boa navegabilidade. É através do vale médio deste rio que se iniciam de fato a ocupação deste território, com a fixação de duas fazendas de gado em suas margens, onde hoje se localizam as cidades de Barra e Xique-Xique (fora dos limites da área em estudo).

Destacam-se três vetores de povoamento a serem melhores detalhados. O primeiro foi justamente a expansão da *criação de gado* para o sertão. Existia uma grande demanda pela carne de gado para abastecer a população dos núcleos urbanos. O gado fornecia ainda couro e força motriz para os engenhos. Alia-se a isto o fato do litoral, onde se situavam a maioria da população, ter como prioridade o sistema de *plantation* da cana-de-açúcar e do fumo. No século XVIII um decreto da Coroa Portuguesa proibia a pecuária junto ao litoral, forçando os currais a adentrarem o território brasileiro e romper os limites do Tratado de Tordesilhas.

Depois de perseguir índios, mamelucos e negros aquilombados, e pacificar em parte, a região a despeito dos conflitos que já existiam, Antônio Guedes de Brito implantou em seu latifúndio vários currais com mão-de-obra escrava. Dada uma região semiárida, os locais

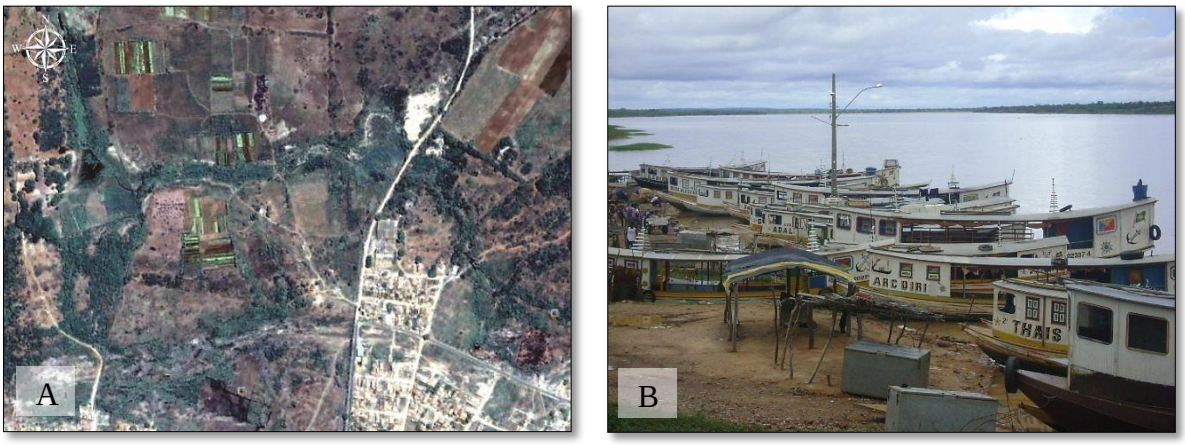
[23] Desta maneira, ele tornou-se o maior proprietário de terras da Bahia.

preferenciais para estes estabelecimentos deveriam ser próximos a fontes d'água, de modo que uma das fazendas localizava-se numa área conhecida na época como Lagoa das Caraybas ou Brejo das Caraybas (foto 02A), atual município de Irecê (RUBEM, 1997).

Ao contrário de hoje, neste tempo existia substancial disponibilidade de água em superfície no planalto cárstico (mas em nível menor do que as terras circunvizinhas), haja vista o nível hidrostático do aquífero encontrar-se mais próximo da superfície, e não raramente, aflorava formando áreas brejosas. Somado a um baixo consumo pelo incipiente número de habitantes e atividades que requeressem grandes quantidades de água.

Contudo, há de se destacar que o interior permaneceu por muito tempo economicamente isolado da capital e do recôncavo[24], a economia era fechada em pequenos circuitos, direcionado a sobrevivência da população local (BAHIA, 2000). O povoamento ainda continuava muito disperso e rarefeito, uma característica inerente à criação extensiva da época.

Somente a partir do segundo vetor de povoamento a *mineração*, houve um grande incremento na concentração da população. Em 1836 é descoberto ouro na serra do Assuruá (região serrana da Chapada Diamantina), antigo território de Xique-Xique e atual município de Gentio do Ouro. Mas também foram descobertas jazidas auríferas nas serras da Jacobina e da Tromba. Novas dinâmicas socioeconômicas estavam em curso.



Fonte: Imagem Google Earth de 05/2010 (A). Acervo do autor, 2009 (B).

Foto 02. Possível localização da Lagoa das Caraybas conforme Rubem (2010), próxima a zona urbana da atual cidade de Irecê (A). O sistema de transporte fluvial até hoje é muito presente na cidade de Xique-Xique (B).

[24] Em parte por conta da distância do centro dinâmico que era o recôncavo baiano. Mas também pelos lentos meios de transporte para a época, os animais, apesar de já existirem uma parca rede ferroviária, que não chegou a nenhum dos municípios da área em estudo.

O fluxo populacional de garimpeiros acelerou bastante o processo de ocupação das terras. Após a corrida pelo ouro e diamante, muitos garimpeiros fixam-se definitivamente na região. Diversos aglomerados urbanos surgem e prosperam por conta desta atividade, alguns futuramente chegaram à condição de cidade e outros tantos entraram em decadência mais tarde junto com o garimpo.

A construção da ferrovia Bahia-São Francisco e o sistema de navegação fluvial do rio São Francisco (foto 02B), contribuíram para a integração de diferentes e poucos espaços produtivos, bem como serviram de rota de escoamento da produção, consolidando as cidades de Xique-Xique, Jacobina e Juazeiro como espaços de comercialização. Todavia, predominava a desarticulação no interior dos territórios nesta porção do estado.

A estrutura latifundiária permaneceu intacta e conservadora por muitos anos. Concomitantemente ao avanço da interiorização e diversificação da produção baiana, houve inúmeros desmembramentos da inicial sesmaria da Casa da Ponte (família de Antônio Guedes de Brito). A primeira delas registrada em 1807, dando início posteriormente a sucessivas divisões de propriedades, ora por questões de herança, ora pela comercialização. A respeito da estrutura colonial e produção do espaço agrário na região de Irecê, Santos, J. A. L. (2012) afirma:

> A divisão da terra em sesmarias vai, num primeiro momento, favorecer uma ocupação de terra extremamente concentrada nas mãos de poucos agentes em detrimento de uma grande maioria de trabalhadores, nesse contexto, o latifúndio surge como parte integrante desse processo. No entanto, a estrutura latifundiária que foi montada no Brasil de forma violenta não se explica somente pela ganância dos colonizadores por terras, a partir das sesmarias, ou mesmo, numa disputa para ver quem as tinha em maior dimensão. A compreensão do real significado das capitanias hereditárias e das sesmarias passa pela compreensão do latifúndio como parte integrante de um processo maior de exploração de trabalho e acúmulo de riquezas, uma relação socioespacial estabelecida na configuração de um modo de produção. (p. 121)

A atração populacional em consequência do garimpo ensejou uma crescente demanda por serviços, transporte (carro de boi, carroça de burro...) e produtos a exemplo de roupas, ferramentas e principalmente alimentos. Desenvolvem-se assim embrionárias *policulturas agrícolas extensivas* por toda a região, o terceiro vetor de povoamento. Enquanto os latifundiários criavam uma grande quantidade de animais, a população de baixa renda voltava-se para as lavouras alimentares temporárias. Existia uma diversificação na produção e no regime alimentar do sertanejo.

A agricultura de subsistência era praticada não pelo proprietário da terra, mas por posseiros e ocupantes. As lavouras eram uma atividade secundária, pois o carro chefe da economia ainda era a pecuária e a mineração. Cumpria uma função social, uma vez que eram implantadas com trabalho familiar em pequenas propriedades arrendadas e para consumo próprio (BAHIA, CAR, 2002).

Os descendentes de Antônio Guedes de Brito, após algumas partilhas, não tinham interesse em explorar as terras e arrendaram para a população de baixa renda. O desestimulo[25] culminou em sucessivas comercializações das terras originárias do antigo latifúndio da Casa da Ponte por parte dos herdeiros. Até então, as terras pertenciam a poucos, mas grandes proprietários. A terra não era somente um meio de sustento, mas fonte de poder econômico, social e político. A estrutura agrária extremamente concentrada materializava o poder e proteção, a favor das elites locais.

Contudo, as áreas mais povoadas encontravam-se ainda no geossistema das Serras Mesotérmicas Florestadas da Chapada Diamantina (nas proximidades de Gentio do Ouro, Brotas de Macaúbas, Barra do Mendes...), devido ao garimpo, e na Caatinga e Beira de Rio como ficaram conhecidas as terras que margeiam o rio São Francisco, especialmente Xique-Xique. As propriedades situadas no geossistema da Agropecuária Sobre o Platô Cárstico de Irecê (região também denominada atualmente como Maciço do Feijão) foram inicialmente rejeitadas pelos latifundiários, ficando a cabo dos poucos habitantes a modesta ocupação das terras.

O descrédito advindo do Maciço do Feijão é o resultado dos conhecidos e constantes episódios de secas e ausência de rios permanentes. Ou seja, um enclave com pouca disponibilidade de água, circunscrito em um contexto regional de rios perenes nas serras a leste e no sul, e o rio São Francisco a oeste e no norte. É justamente nessa região mais úmida, onde existiu a maior concentração de monopólios da terra.

A falta de perspectivas no Platô de Irecê favoreceu o pioneirismo no desmembramento das propriedades em relação às adjacências. Nos dias de hoje, os limites administrativos municipais testemunham, em certa medida, os resquícios desta lógica. Os municípios do Maciço do Feijão são muito menores em extensão do que os seus vizinhos da área serrana ou Vale do São Francisco. O mesmo se aplica ao tamanho das atuais propriedades. Portanto são

[25] Conforme Rubem (1997) em meados do século XIX o governo brasileiro declarou a falta de primogenitura sobre propriedades, impulsionando o interesse dos donos em não continuarem com a posse das terras.

heranças expressas no espaço que remetem a um dado momento histórico. A população refere-se a este processo como uma “reforma agrária natural”.

Eis que ocorre mais um desmembramento muito importante na trama histórica do povoamento e ocupação da região. Desta nova porção de terras surge o latifúndio chamado Lagoa Grande na área central do Maciço do Feijão. João José da Silva Dourado que ficou rico com a mineração morava até então em Macaúbas. Os atuais donos do latifúndio Lagoa Grande vendem a propriedade em 1840 a João José da Silva Dourado que já tinha sido um dos posseiros destas terras antes, morrendo o mesmo poucos meses depois (RUBEM, 1997). Seus herdeiros não demostram interesse inicialmente pelo latifúndio, mantendo suas residências em Macaúbas. Por conta desta aquisição, a família Dourado, bem tradicional e numerosa, possui muitas propriedades na região até hoje.

Indubitavelmente a configuração socioeconômica é alterada no final do século XIX, com rebatimento na mobilidade populacional e na estrutura do povoamento. Neste ponto encontramos algumas divergências. De um lado Bahia (2002 e 2009) enfoca o papel marcante que o fenômeno das secas neste período teve para o povoamento, ao provocar o deslocamento de retirantes em busca de áreas menos afetadas e possibilidades de trabalho.

Por outro lado, através de uma perspectiva socioeconômica, Santos, J. A. L. (2012) defende que “as condições climáticas (períodos de secas) foram apenas coadjuvantes e não tão decisivas nesse processo” (p.127). O autor complementa que os movimentos migratórios foram motivados pela necessidade de agregar novas áreas produtivas a ocupação do Submédio São Francisco vinculados às estiagens prolongadas. A procura por novas terras seria um reflexo da exclusão de trabalhadores do acesso a terra em áreas com predomínio de latifúndios. Alia-se a isto a oferta de mão-de-obra decorrente do declínio da mineração. Bahia (1994) ratifica esse pensamento ao dizer que o fim do garimpo forneceu muitos migrantes para a agricultura, sendo neste momento a “expansão do povoamento, com a multiplicação e a evolução dos núcleos populacionais” (p.18).

É bem verdade que, as frequentes secas possibilitaram volumosos movimentos populacionais ao longo de toda história nordestina. A população de baixa renda é a mais vulnerável a este fenômeno, em razão do seu acesso a água ser mais difícil. Muitos mananciais ou estavam dentro das propriedades dos coronéis ou muito distante. A disponibilidade aos recursos naturais essenciais à vida, sempre foram significativos para os mais pobres. São eles os mais afetados pelas severas condições climáticas do semiárido, em

virtude da fraca capacidade de reação frente aos agravos de origem natural. Mas esta perspectiva não revela toda a intrincada rede de relações na trama do povoamento.

Com a expropriação dos meios de produção e da terra, os trabalhadores se viram forçados a buscar novas alternativas de renda. Então quando a drástica seca em 1877[26] ocorreu, já estava em curso um inexorável processo em busca de manutenção da vida, que foi potencializado pelas condições climáticas extremas. Certamente o fluxo migratório provocado pelo garimpo impulsionou a agricultura. Bahia (1994) confirma que somente após o declínio da mineração, as lavouras ganham mais importância. A obra de Pereira, J. P e Pereira, L (2013) esboça o movimento de um dos fluxos migratórios existentes naquela época responsáveis pela ocupação do atual município de São Gabriel:

> Os primeiros habitantes da Vila de Gabriel, vindos de Uibaí, antes vieram da Gameleira do Assuruá, na região do Gentio do Ouro. Alguns eram portugueses e turcos, que vieram para São Paulo, Ceará e para a região de Feira de Santana, para então chegar a estas terras, misturando-se, pelo caminho, com negros, índios e ciganos. (p.269)

Mas cabe salientar que muitos mineradores não tinham a mínima vocação para a agricultura e se dispersaram para diferentes regiões. Uma grande parte deles migrou para outras minas na porção leste da Chapada Diamantina ou para fazendas em outras partes do estado e do território nacional. Além dos que retornaram para suas cidades de origem.

Importante ressaltar que o ponto de vista da liberação de mão-de-obra oriunda da mineração associada à estrutura fundiária concentradora em primeiro plano, também não explicam todos os fatos. Pois se centenas de famílias migraram, foi em busca de melhores condições de vida. E a qualidade de vida neste tempo estava atrelada, entre outras razões, ao meio natural, expresso pela existência abundante de madeira, caça, mel, solos férteis e a presença de corpos hídricos, em se tratando de uma região semiárida.

Assim surgiu o povoado que daria origem à cidade de Irecê em 1877, quando flagelados da seca encontraram amparo na Lagoa das Caraybas. Uma terra famosa desde os tempos de Antônio Guedes de Brito, por conta da água em suas cacimbas (foto 03A) que dificilmente baixava o nível. Estava situada dentro do latifúndio pertencente aos herdeiros de João José da Silva Dourado, que posteriormente fixaram residência no latifúndio (RUBEM, 1997). O seu neto, Herculano Galvão Dourado, após a descoberta por um caçador, de um rio subterrâneo (foto 03B) no meio da mata de Caatinga, decidiu fundar ali um povoado por

[26] Principal seca ocorrida no final do século XIX, dizimou centenas de milhares de pessoas e quase todo o rebanho do nordeste.

iniciativa própria. Para tanto, forneceu gratuitamente terras de sua propriedade a qualquer pessoa com o desejo de constituir moradia no povoado. Futuramente daria origem à cidade de Lapão. Essa atitude é contrária à lógica perversa da espoliação do trabalho e da terra reinante em outras áreas.

Em toda sua história, muitos núcleos habitacionais surgiram em consequência de negros fugitivos de cativeiros das fazendas ou minas. Portanto são quilombolas. Outros tantos em decorrência da seca de 1932. Outros surgiram pelo preconceito, foram separados, pois em um predominava negros e noutro brancos (RUBEM, 2010). Outros foram inicialmente acampamentos de garimpeiros.

Assim, percebemos que diversas motivações estimularam o povoamento na região, para além dos fenômenos climáticos extremos, desemprego ou dificuldade de acesso a terra. Muitos latifundiários, a exemplo da família Dourado, permitiram que diversos moradores utilizassem suas terras para fins da pequena produção sem qualquer custo. Em outro trabalho Bahia (1997) afirma que "a evolução de alguns desses aglomerados humanos para sedes municipais - vilas, depois cidades - obedeceu à lógica do desenvolvimento comercial advindo da mineração ou da agricultura e pecuária, quando não associava os três fatores" (p.122). Essa nova conjuntura propiciou o adensamento dos aglomerados urbanos, crescimento das feiras livres, construção de moradias, prestação de serviços, aberturas de estradas de chão[27] etc.

Fonte: Fotografia retirada durante o trabalho de campo. Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014 (A). Acervo do autor, 2009 (B).

Foto 03. Uma das inúmeras cacimbas existentes na região. Esta se encontra abandonada e soterrada pela erosão no povoado de Baixão dos Honoratos, município de São Gabriel (A). A Boca do Lapão é uma gruta esculpida em rochas calcárias que deu origem ao povoamento e nome a cidade (B).

[27] Muitas foram criadas aproveitando-se dos caminhos abertos pelas boiadas.

Concordamos com Moreira (2010, p.116) quando diz que “na paisagem e assim no território, o meio ambiente se organiza espacialmente, organizando a sociedade ambientalmente”. Verificamos assim, características naturais locais condicionantes na história agrícola e de povoamento na região. Os camponeses encontraram no planalto cárstico, solos férteis para um conjunto de técnicas rudimentares, favorecendo a produção de gêneros alimentícios sem grandes dificuldades.

Malgrado a região semiárida e as secas, existiam pequenos, porém, muitos corpos d’água superficiais e subterrâneos. O conjunto das águas superficiais era beneficiado pela dissolução das rochas calcárias, esculpindo no relevo cárstico, formas erosivas côncavas como as dolinas, geralmente mais largas do que profundas. Muitas dolinas eram inundadas no período das chuvas (foto 04A) e outras eram constantemente abastecidas pelas águas subterrâneas, formando pequenas lagoas. Inclusive, quando não preenchidas pela água, nos trabalhos de campo encontramos tocas (construídas ou reaproveitadas pela coruja-buraqueira, foto 04B) situadas em dolinas, talvez por conta das amenidades oferecidas pela maior umidade do solo, importante em um ambiente de extrema insolação e aridez.

Nos afloramentos rochosos, conhecidos popularmente como lajedos, é possível o armazenamento da água da chuva por até alguns meses (foto 04C). Muitos aglomerados surgiram a partir de estreitas relações com estas exposições de rocha a exemplo do Lajedo dos Pimentas, Lajedinho, Lajedo de Eurípedes, Lajedo de Pau d’Arco. Inclusive, a toponímia de povoados e cidades nos revela inúmeras referências do trato dos primeiros habitantes com os mananciais, como Baixão dos Honoratos, Boqueirão de Passo, Caldeirão da Pedra, Canoão, Grotão, Hidrolândia, Lagoa Grande, Olho d’Água, Poço, Rio Verde, Tanque Novo, Várzea Grande.

Apesar das migrações no final do século XIX e início do seguinte, a população crescia muito devagar e era predominantemente rural. O vazio demográfico era a regra. A produção agrícola de subsistência tornava-se mais relevante, no entanto atendia o mercado interno, em razão das poucas vias de circulação de pessoas e mercadorias. Poucas eram as mercadorias comercializadas com cidades mais distantes, em sua maioria através dos núcleos urbanos mais importantes da região como Gentio do Ouro, Xique-Xique, Barra e Morro do Chapéu.

Quase todos os produtos necessários à sobrevivência dos habitantes eram obtidos com recursos da própria região como ratifica Pereira, J. P e Pereira, L (2013):

> As roupas usadas pelos primeiros moradores eram fabricadas nos famosos teares, que faziam desde a linha até o tecido. As donas de casa tinham a grande responsabilidade para conseguir vestir os seus familiares, pois até o algodão era de produção local e precisava ser descaroçado, transformado em linha, tornar-se tecido e para então poder costurar as roupas. O cultivo das terras era feito sem nenhuma técnica com equipamentos muito rudimentares. Algumas ferramentas eram fabricadas localmente por ferreiros muitos criativos. Milho, feijão, mamona, algodão, mandioca eram plantados de enxada: o lavrador cavava uma pequena cova, colocava as sementes, e enterrava-as passando o pé. Quando vinha a produção, a colheita também era feita de forma artesanal, pois não havia equipamentos agrícolas. (p.144)

Fonte: Acervo do autor, 2009 (A). Fotografias retiradas durante o trabalho de campo. Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014 (B e C).

Foto 04. Morador coletando água da chuva armazenada numa pequena dolina no município de Cafarnaum (A). Toca localizada em dolina sem água habitada por coruja-buraqueira no município de São Gabriel (B). Lajedo preenchido com água durante a estação de chuvas no município de Irecê (C).

Sem investimentos estatais, coube a população local as lentas mudanças estruturais de ordem econômica, nos moldes de uma nascente economia solidária, com base na cooperação, autogestão e solidariedade das famílias campesinas. Uma forma de resistência à pobreza e ao coronelismo entre outras mazelas daquela época, com a finalidade da reprodução ampliada da

vida. São alguns exemplos: Em 1915, Francisco Ferreira dos Santos abre algumas estradas em áreas próximas a Central; em 1923 João Borges incentiva no povoado de Lapão o aumento da área plantada de algodão após a construção de uma fábrica de descaroçar algodão; em 1927 Augusto Matos cria a feira livre de Lapão, a maior da região (RUBEM, 1997 e 2010).

A consolidação da atividade comercial no início do século XX, em virtude da busca por novos produtos e da maior comercialização de mercadorias interna e externamente com outras cidades, propiciou o acúmulo de capital comercial na região. Para Bahia (2002) estes recursos financeiros "passaram a ser reinvestidos no comércio e na expansão da atividade agrícola, através da compra de terras e gado" (p.73). Na década de 20, o município de Morro do Chapéu, ao qual pertenciam vários municípios da região era um dos maiores produtores de algodão do estado.

Portanto, ocorreram decisivas mudanças socioeconômicas à medida que a relação dialética do comércio com a agricultura tornava esta última mais expressiva. Aos poucos a pecuária reduzia sua participação na economia. Estavam construídas também as bases necessárias para as profundas alterações das forças produtivas e das relações de trabalho que estavam por vim nas próximas décadas.

3.2 NOVOS ARRANJOS NA BASE PRODUTIVA

Tuas terras dilaceradas
Pelo arado benfeito
São orgulho e a esperança
Desse povo trabalhador
*(*Trecho do Hino de Irecê. Carmosina Lopes)

Observamos que até a década de 40 os habitantes da região de Irecê viviam tempos lentos. As transformações na paisagem eram morosas, em virtude das técnicas empregadas. Os homens dependiam diretamente do espaço circundante e as técnicas resultavam do contato muito próximo com a natureza. As decisões políticas, e mesmo econômicas, tinham um forte caráter regional, isto é, as decisões que os afetavam eram tomadas localmente.

Este contexto muda inexoravelmente a partir dos anos 40. Ocorre no atual[28] geossistema da Agropecuária Sobre o Platô Cárstico de Irecê o que Santos, M (2011) denomina de diferenciação especulativa do espaço. Quando, da paulatina substituição de uma agricultura de subsistência pela economia comercial, os fluxos de capitais e de homens acompanham a nova atividade engendrando uma série de transformações que resultam numa "redistribuição da população e dos capitais disponíveis sobre espaços mais amplos, tornados, a partir de então solidários" (p.140). Com efeito, os modos de vida foram drasticamente alterados e as decisões locais são implantadas agora obedecendo a uma lógica global e são tomadas fora do espaço de produção.

As mudanças no uso e cobertura da terra refletem sobremaneira a inserção desigual do capital nos espaços rurais. Concomitantemente, ocorre em níveis variáveis, uma diferenciação especulativa, acompanhada de uma especialização mercantil. Assim, algumas áreas são mais valorizadas do que outras. Os produtos tornam-se mercadorias, o valor de troca aumenta em detrimento ao valor de uso. O capital territorializou-se e assumiu forma, algumas delas passíveis de serem observadas nas imagens orbitais.

Diversos autores apontam a consonância de terras férteis e disponibilidade hídrica aliada ao intervencionismo estatal, como os principais condicionantes na expansão das lavouras mercantis. Certamente, as características ambientais foram muito favoráveis ao desenvolvimento de cultivos agrícolas. Os Cambissolos Háplicos apresentam uma boa soma de bases, fornecendo assim minerais essenciais para o desenvolvimento das plantas. São naturalmente férteis, dispensando a priori, a necessidade do uso de fertilizantes químicos, o

[28] Até a década de 70 não se pode compreender esta porção do espaço, limitada aproximadamente pelos Cambissolos em um planalto calcário, como o atual geossistema citado, haja vista, sua dinâmica, estrutura, limites, ocupação serem muito distintas das condições presentes.

que reduz os custos. Estes solos também conservam a umidade nos horizontes iniciais por muito tempo, em razão da atividade alta da argila (Ta). Uma característica importante para um solo formado sob o clima do semiárido, de grande evapotranspiração. A exploração das águas do lençol subterrâneo abastece até hoje as propriedades rurais. Acrescentamos ainda um relevo entre plano a suavemente ondulado, permitindo o emprego de maquinário agrícola.

Tinha início, portanto, a derivação dos geossistemas pela produção do espaço através do trabalho. Por vezes, estas derivações seriam o resultado de perturbações produzidas pelas atividades humanas e que acarretaram no rompimento do limiar de resiliência dos sistemas ambientais, sobretudo em escala topológica. Outros fatores naturais serão melhores elucidados nos próximos capítulos.

Mas em meados dos anos 40, indubitavelmente o Estado volta sua atenção para a região. Há uma constante e crescente renovação do capital. O capital velho e desvalorizado é reproduzido pelas velhas estruturas produtivas de baixa rentabilidade, enquanto o valorizado capital novo se reproduz rapidamente e em espaços seletivos, com maior possibilidade de êxito.

O primeiro cultivo a despontar para a mecanização agrícola foram as plantações de algodão (conhecida como ouro branco, foto 05A), mencionados anteriormente. Duarte (1963) cita a introdução do arado fixo do tipo aiveca de tração animal (foto 05B) em 1940, como a primeira iniciativa de mecanização, mas como vimos, já em 1923 João Borges trouxe para Lapão uma máquina de descaroçar algodão e em 1933 Alípio Nunes Dourado comprou um cultivador para sua propriedade em Irecê (RUBEM, 1997).

Fonte: Acervo do autor, 2009 (A). Fotografia retirada durante o trabalho de campo. Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014 (B).

Foto 05. Lavoura de algodão no município de Jussara (A). Trabalhador rural utilizando o arado de aiveca por tração animal no município de Presidente Dutra.

Talvez possam dar a João Borges o título de pioneiro pela introdução da mecanização na agricultura da região, aumentando a produtividade e contribuindo para a plantação de cultivos com a finalidade de exportação. Conforme Rubem (2010) “as roças de nossa região e tantas outras da Bahia ficavam branca de algodão, no ano de 1935. A Bahia exportou para a Alemanha 120.000 quilos de algodão” (p.160). Entretanto, o arado de aiveca teve um grande impacto tecnológico, sendo um instrumento muito utilizado nas lavouras pelas próximas décadas. Aos poucos percebemos a gradativa inserção de implementos agrícolas manufaturados e industriais no lugar das enxadas, foices, facão e arados rudimentares.

Estas mudanças, ainda nos anos 40, são suficientes para que haja na região um significativo incremento populacional superior ao crescimento populacional do estado. O aumento deve-se ao constante fluxo de imigrantes vindo de falidas fazendas de gado, das decadentes minas no geossistema das Serras Mesotérmicas Florestadas da Chapada Diamantina e de outros estados, principalmente nordestinos, vindos da Paraíba, Pernambuco e Ceará. Aliada ao estabelecimento dos filhos da terra, pois agora a região era atraente e fornecia infraestrura e serviços mínimos, em comparação com outras áreas. Consequentemente o número de vilas e povoados também teve um acréscimo, acompanhada de uma pequena urbanização crescente, embora a população fosse ainda predominantemente rural.

Nas áreas onde as habitações são dispersas o lençol freático está mais próximo da superfície, tornando o solo mais úmido e favorecendo a agricultura. Nos locais onde o lençol freático ressurge formando brejos, lagoas ou mesmo lapas, cujo o gado utiliza como fonte para matar a sede, assim como a população, surgiram os núcleos habitacionais mais aglomerados.

Provavelmente, a política pública precursora das demais tenha ocorrido em 1943, quando a Secretaria da Agricultura do Estado da Bahia alugou diversos tratores a preços muito baixos, além de fornecerem crédito com a finalidade de aquirirem outros implementos agrícolas (DUARTE, 1963). Os cultivos mais beneficiados foram o triconsórcio do feijão, milho e mamona, historicamente, plantado pelos trabalhadores rurais, assim como a cotonicultura. A medida que os cultivos alimentares expandiam, as fazendas de gado diminuiam sua importância na economia local. Presenciamos menos monopólios da terra e mais monopólios de espécies cultivadas, seletivamente escolhidas.

A participação do Estado passa a ser mais ostensiva a partir dos anos 50, ao ver na região uma potencialidade de desenvolvimento da lavoura comercial. Ao longo dos próximos anos, inúmeras iniciativas são tomadas por parte do Estado desde nível global até o local. O objetivo do governo era aumentar a produtividade agrícola, entre outros meios com a inserção da produção local no circuito agrícola nacional e internacional.

Começam a chegar na região instituições de desenvolvimento agrícola do governo. A primeira é a Comissão do Vale do São Francisco que em 1951 começa a atuar com a disponibilização de algumas máquinas agrícolas e técnicos para orientar os trabalhadores rurais nos tratos culturais. Também foi elaborado um programa de assistência técnica e de material permanente chamado "Operação Irecê". Nos próximos anos outros órgãos e instituições estabelecem políticas de apoio para o setor agrícola na região como a CEPA (Comissão Estadual de Planejamento Agrícola), CAR (Companhia de Desenvolvimento e Ação Regional), EMATERBA (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural da Bahia), SEPLANTEC (Secretária do Planejamento, Ciência e Tecnologia), UFBA (Universidade Federal da Bahia), EPABA (Empresa de Pesquisa Agropecuária da Bahia). Muitas delas construíram sedes fixas na cidade de Irecê.

Contudo, existiam neste momento dois grandes empecilhos à *reprodução do capital*. As lavouras registravam safras recordes a cada ano. Nisto o capital era produzido, mas não existiam bancos, uma barreira para a sua *acumulação*. Ou alguns comerciantes exerciam as funções bancárias ou era preciso se deslocar até a cidade de Jacobina. Muitas transações eram baseadas na confiança mútua. Em 1956 chegam os primeiros bancos, inicialmente com o Banco da Bahia S/A (foto 06A) e, posteriormente, os Bancos do Brasil e Banco do Nordeste. Estes dois últimos foram os principais agentes no desenvolvimento agrícola da região até a década de 90. O Banco do Brasil realizou a concessão de crédito para as propriedades rurais, por meio da Carteira Agrícola. Estabelecia-se assim um contínuo processo de endividamento do campesinato, com nefastas consequências décadas depois. Uma verdadeira apropriação planejada de parte da renda camponesa pelas instituições de financiamento agrícola.

O outro empecilho trata-se da parca rede viária para uma crescente demanda por mercadorias. Um estorvo para a *circulação* do capital e escoamento da produção. Muitas safras agrícolas foram perdidas, por conta de uma superprodução durante o período de chuvas e sem condições de escoamento os preços reduziam, gerando perdas financeiras para os agricultores. Em resposta, na década de 50 iniciam-se os trabalhos topográficos para

construção da BA-052 (popularmente conhecida como a Estrada do Feijão), que somente foi inaugurada em 1974. De acordo com Pereira, J. P e Pereira, L (2013) o traçado original passaria por terras próximas a atual cidade de São Gabriel. Porém, as lideranças locais entendiam que a estrada traria efeitos negativos para as propriedades vizinhas e assim a rota direcionou-se para Irecê.

Decerto, a construção da rodovia foi um fator fundamental, mais adiante, na consolidação da cidade de Irecê como um centro polarizador da economia regional. Até então a região era fortemente dependente e influenciada pelo crescimento econômico de outras áreas como Barra, Xique-Xique, Juazeiro e Jacobina. Estas cidades eram entrepostos comerciais, o elo com a capital. Recebiam e escoavam a produção agrícola, bem como enviavam os produtos manufaturados para a região, comercializados principalmente por meio de atividades informais a exemplo das feiras livres (foto 06B), caixeiros viajantes, budegas etc.

Fonte: Acervo pessoal de Valdi, entre 1956 e 1976 (A). José Torres, 1957 (B)[29].

Foto 06. Banco da Bahia na cidade de Irecê (A). Feira livre na Vila de Gabriel, atual cidade de São Gabriel (B).

O abundante subsídio creditício agrícola, o estímulo ao cultivo de monoculturas e as mudanças técnicas na base produtiva, sob a justificativa de aumentar a produtividade, ensejou uma reorganização da estrutura agrária. Em consequência, o novo quadro econômico modificou as relações sociais, econômicas, políticas e culturais. Este novos arranjos, sobretudo os espaciais ficam mais nítidos a partir do final dos anos 50. Sobre este cenário

[29] Disponível em: < http://biblioteca.ibge.gov.br/d_detalhes.php?id=430658 >. Acesso em: 16 nov 2013.

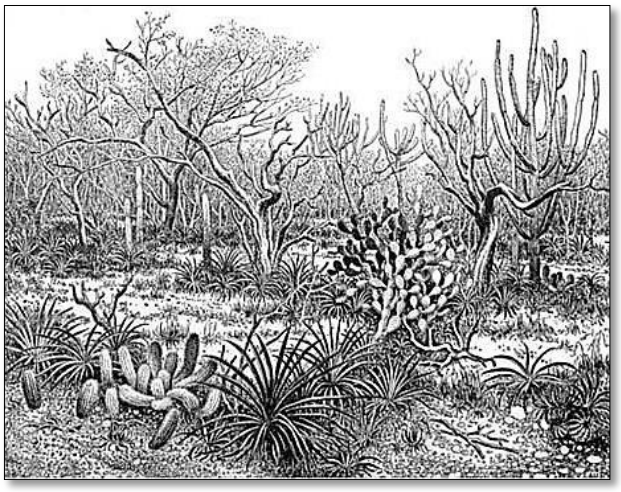
Bahia (2002) lista as seguintes mudanças na organização da produção e configuração do espaço:

> a) da consolidação da cidade de Irecê como o principal centro de produção e comercialização;
> b) da maior integração dessa área com a economia estadual, através da consolidação das culturas do feijão, do milho e da mamona como atividades básicas, associadas à utilização de insumos modernos, máquinas agrícolas e assistência técnica;
> c) da acentuada queda de importância das lavouras tradicionais, a exemplo do fumo, da cana-de-açúcar e do algodão, e o crescimento da cultura do café em determinados subespaços, estimulado por um programa do Governo Federal;
> d) do surgimento e da expansão progressiva das lavouras de mercado – cebola, alho e hortícolas (beterraba e cenoura), com uso da irrigação. (p.74)

3.3 MODERNIZAÇÃO AGRÍCOLA E AS MUDANÇAS NO USO E COBERTURA DA TERRA

> *Não só as leis da termodinâmica e a produtividade biológica primária do planeta têm sido, até aqui, completamente ignoradas por um irrealista otimismo tecnocêntrico moderno-colonial como se pressupõe que as matérias-primas e a energia, fruto do trabalho das populações dos países do Terceiro Mundo, devem continuar fluindo no mesmo sentido e direção da geografia moderno-colonial, ou seja, para os países e classes ricas dos países ricos ou para as classes ricas das regiões ricas dos países pobres.* (PORTO-GONÇALVES, 2011. p.20)

O período enquadrado entre a década de 60 e os anos 90 é o apogeu na produção agrícola da região de Irecê. O uso do solo que tem uma estreita relação com a extensão da cobertura vegetal passa a ser comandado pelos interesses estatais. A paisagem outrora recoberta por uma numerosa e desconhecida diversidade genética, encontra-se reduzida a algumas espécies vegetais economicamente mais rentáveis. Duarte (1963) caracterizou o Maciço do feijão como uma "ilha agrícola" no sertão baiano, em razão do intenso uso das terras neste espaço, um contraste com a cobertura vegetal ainda muito presente nas terras circunvizinhas, como retrata a ilustração documental em bico de pena de Percy Lau na figura 11.



Fonte: Brasil, 1956.

Figura 11. Ilustração da fitofisionomia mais comum no bioma Caatinga.

O Estado foi o grande agente promotor das mudanças na paisagem. Em nível federal, houve uma difusão espacial de inovações para a agricultura brasileira. Estas inovações foram difundidas em alguns poucos espaços do território nacional. A região nordeste como um todo, esteve à margem desta expansão, permanecendo temporalmente e espacialmente sempre mal

inserida no processo de difusão das inovações. Nossa área em estudo é uma das poucas exceções no sertão baiano.

Sob a égide da agricultura capitalista, a intervenção estatal esteve respaldada em nível global no discurso hegemônico da Revolução Verde. Uma forma de garantir a legitimidade científica. Este modelo defendia a adoção de pacotes tecnológicos para os trabalhadores rurais. A exemplo do desenvolvimento de pesquisas em sementes, fertilizantes, produtos fitossanitários (herbicidas, inseticidas, fungicidas...), irrigação e maquinário agrícola para fins de melhoraria na produtividade, sem motivar, contudo, qualquer tipo de mudança nas bases fundiárias, para torna-las mais igualitárias. Em razão deste posicionamento, o processo de difusão de inovações operado pelo Estado, passou a ser chamado de modernização conservadora. Alterava-se o aparato técnico e mantinham-se as estruturas sociais desiguais e excludentes.

Em que pese os proveitosos benefícios propagados pela modernização da agricultura, como o aumento na oferta de alimentos, paralelamente outros tantos rebatimentos políticos, econômicos e sociais resultaram em perdas para a sociedade brasileira como enumera Santos, J. A. L. (2012):

> Em primeiro lugar, vai garantir a permanência do latifúndio como forma elitista, conservadora e excludente de ocupação da terra no Brasil. Segundo, vai importar um aparato mecanicista, oriundo da chamada Revolução Verde, visando aumentar a produtividade agrícola das lavouras. Porém, grande parte desses elementos técnicos não foi adaptável às condições do solo e do clima do país. Terceiro, a mecanização acelerada do campo causou um forte processo de proletarização de uma parte do campesinato nacional. Quarto, a não inclusão proposital do campesinato neste modelo de desenvolvimento agrícola causou uma grande onda de movimentos migratórios no país, em sua maioria, camponeses expulsos do campo por força de um conjunto de novas territorialidades norteadas pela própria política estatal de modernização das atividades produtivas de uma parte do campo. (p.131)

A Revolução Verde prometeu acabar com a fome no mundo, em resposta a maior oferta de alimentos. Contudo, a fome não é um problema na produção, mas no acesso aos alimentos. Muitos países na África, Ásia e América Latina continuam com o problema da subnutrição, enquanto os EUA é a nação mais obesa do mundo. Deve-se considerar também que a produção mercantil nos países em desenvolvimento como Índia, México e Brasil era quase exclusivamente voltada para a exportação. A população local não se beneficiou *a priori*, da maior produção de alimentos.

É neste cenário onde ocorre a consolidação da modernização agrícola na região de Irecê, em espaços dantes voltados para uma agricultura tradicional. Cabe salientar que a superfície da região não é homogênea, da mesma forma também não foram os investimentos.

Como a modernização estava vinculada a premissas econômicas capitalistas, as localidades com maior possibilidade de lucro foram inicialmente exploradas, ao passo que as demais deveriam esperar. O Maciço do Feijão foi a área escolhida, em virtude da maior expectativa de lucratividade. Enquanto na região serrana e nas mais afastadas de Irecê os investimentos foram parcos ou inexistentes. No decorrer do tempo, as localidades se diferenciaram internamente seja pela capacidade de gerar lucro, seja pela potencialidade em atrair novos capitais.

A difusão das inovações agrícolas ancorada nos fortes subsídios estatais engendrou uma especialização dos lugares. Muitos agricultores familiares eram de baixa renda e não foram contemplados pelas novas dinâmicas postas. A valorização das terras associada com o progressivo aumento dos custos dos agrotóxicos e do maquinário foram basilares para que muitos agricultores tivessem dificuldades em comprar os produtos necessários para a lavoura, bem como oferecer os melhores preços. Importa situar que os custos com a produção sofria constantes aumentos, em concordância com a alta variabilidade da taxa de lucro.

A solução encontrada foi abandonar ou vender sua propriedade. As novas forças produtivas e relações de trabalho separaram o homem do seu principal meio de produção, a terra. Santos, J. A. L. (2012) esclarece que os agricultores inseridos neste processo foram colocados no mercado capitalista como vendedores de sua força de trabalho, seja como proletários do campo ou como assalariados urbanos. O estabelecimento destas novas relações viabiliza um controle maior no ritmo de trabalho pelo capital. De fato, temos a partir de então um aumento nas migrações para as cidades vizinhas, sobretudo o centro polarizador da região, Irecê, condizente com o crescente desemprego em lugares distintos do estado e do território nacional. Bahia (1994) menciona que a cidade de Irecê teve uma taxa de crescimento anual da população de 5,7% entre os censos demográficos de 1940 e 1950, ao passo que para o período entre 1950 e 1960 a taxa aumentou para 10,2%. Nestes mesmos intervalos a população do estado cresceu respectivamente 3% e 4,9%, em síntese, o incremento populacional na sede municipal de Irecê era superior à taxa de crescimento anual do estado.

A infraestrutura viária de boa qualidade chega tardiamente à região. Embora a construção da BA-052 tenha iniciada ainda nos anos 50, somente quase duas décadas depois ela passa a desempenhar um papel econômico satisfatório. Com o asfaltamento da Estrada do Feijão em 1974 ligando Xique-Xique a Feira de Santana, houve uma significativa melhora na circulação de pessoas e mercadorias entre as áreas produtivas do estado. As propriedades

próximas da rodovia sofrem assim uma nova valorização. Os agricultores em condições de manter essa revalorização são forçados a desembolsar um capital fixo elevado, acarretando numa nova valorização seletiva do espaço (SANTOS, M. 2011).

Deste modo, verificamos novamente uma retirada do pequeno agricultor de sua terra. Em termos gerais, ocorre uma nova concentração de terras, onde predominam uma numerosa quantidade absoluta de pequenas propriedades ocupando uma pequena porção do espaço, enquanto poucas propriedades somam relativamente volumosas áreas. Esta concentração e ampliação de terras nas mãos de poucos proprietários, explica-se pela aquisição de propriedades anteriormente desmembradas por partilha ou comercializadas pelos antigos donos, agora expropriado do seu meio de produção.

A estrada também se configurou num vetor de ocupação e povoamento ao longo da rodovia, acompanhado de um relevante aumento na supressão vegetal. Pela perspectiva da Ecologia da Paisagem, a construção da estrada do feijão e posteriormente as vicinais, significou a fragmentação florestal e o isolamento de populações da flora e da fauna. Sabe-se que alguns animais evitam as estradas, a exemplo de certas aves, por conta do frequente barulho. Por outro lado, as invasões de plantas exóticas tendem a se concentrar nas proximidades do traçado. Existe uma estreita correlação entre a densidade de estradas e o número de atropelamentos de fauna selvagem. Os mais afetados são os pequenos vertebrados[30]. Logo, algumas espécies são favorecidas em detrimento de outras, gerando consequências ecológicas irreversíveis se a fonte de perturbação for permanente ou caso medidas mitigadoras, potencializadoras e compensatórias não forem tomadas. Esta condição se agrava, quando consideramos o processo de aglutinação das estradas voltadas para o município de Irecê.

A fragmentação da vegetação, intensificação do povoamento e a expansão das áreas cultivadas são um reflexo da consolidação da modernização no campo, e não o contrário. Esse processo traduziu-se numa difusão de arados mecânicos e no elevado número de tratores. Praticamente não se utilizavam mais os cavalos, jegues e bois na lavoura. Neste momento histórico, a tração animal, limitava-se aos agricultores com baixo nível de preparação técnica e aos trabalhos de capina. A própria redução da vegetação primária dificultava o pastejo para os animais. Os altos subsídios do governo facilitaram a contratação de terceiros para o preparo do solo, não justificando os custos com a tração animal, uma vez que o saldo entre os dois

[30] A página http://cbee.ufla.br/portal/atropelometro/ revela uma estimativa da taxa de atropelamento médio em rodovias federais de pista simples para o país.

gastos eram inexpressivos para uma mesma atividade. Definitivamente, a estrutura agrária não favorecia a criação de animais como em tempos passados. A pecuária restringia-se às criações de animais de pequeno porte (aves, caprinos, suínos...), muitas vezes de caráter doméstico, realizada por pequenos produtores. Nas propriedades não existia manejo adequado dos animais a exemplo da vacinação, castração, tratamento do umbigo ou concentração de nascimentos. Aparentemente, a modernização no campo não chegou com a mesma velocidade para a pecuária.

A disseminação das novas tecnologias homogeneizou não somente os cultivos mais rentáveis como também as formas de preparo do solo. Em vista disso, o trato com os sistemas ambientais eram os mesmos. A mecanização chegava ao campo numa velocidade muito superior às orientações técnicas. Agricultores médios e grandes utilizavam-se dos mesmos manejos e iguais equipamentos para ambientes com limitações variadas. Era o prenúncio no encadeamento dos sistemas morfodinâmicos.

Segundo Graziano Neto (1982), o uso de tratores é o melhor indicador para analisar o nível de modernização tecnológica no campo, uma vez que viabiliza o emprego de outros implementos como pulverizadores, grades, arados etc. Os primeiros tratores chegaram na região ainda no final dos anos 40 e começo da década seguinte (foto 07A). Em poucos anos a quantidade de tratores passou a ser bastante considerável em relação à frota da Bahia. No ano de 1970, a frota regional representava 22,5% (413 unidades), da estadual. Para o mesmo ano a quantidade de arados mecânicos em relação ao estado, representava 23,9% ou 347 unidades. Quinze anos depois o número de tratores na área em estudo teve um acréscimo de 447,4% (2.261 unidades) enquanto os arados aumentaram 475,5% (1.111 unidades), (BAHIA, 1994). Números muito elevados para a época, em se tratando do semiárido.

O elevado índice de tratorização não só gerou uma economia de trabalho humano, em especial nas épocas de plantio e colheita, liberando a mão-de-obra considerada excedente no campo, como facilitou e potencializou a supressão vegetal. O desmatamento ocorre a partir das operações de limpeza do terreno como a roçagem, encoivaramento e a destocagem. Em seguida, procede-se o preparo do solo com a aração e gradagem. Eram práticas associadas por vezes com o trabalho braçal. A limpeza do terreno tem como objetivo a remoção completa da cobertura vegetal, mesmo os galhos e troncos finos, estes últimos utilizando-se da queima. Posteriormente, o preparo do solo revolve os horizontes iniciais, elimina os torrões da compactação, enterra os restos culturais e areja a terra (foto 07B).

Como podemos constatar no mapa 04, em 1975 o uso agropecuário já representava 33,2%, equivalente a uma área de 5.262km². Em razão das diferentes dinâmicas econômicas dos espaços, o processo de incorporação de terras a novas áreas produtivas encontrava-se, em maior grau, restrita ao planalto cárstico. A resolução espacial da imagem Landsat 1 não permitiu identificar quais eram o cultivos adotados.

Fonte: Rubem, 1997 (A). Fotografia retirada durante o trabalho de campo. Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014 (B).

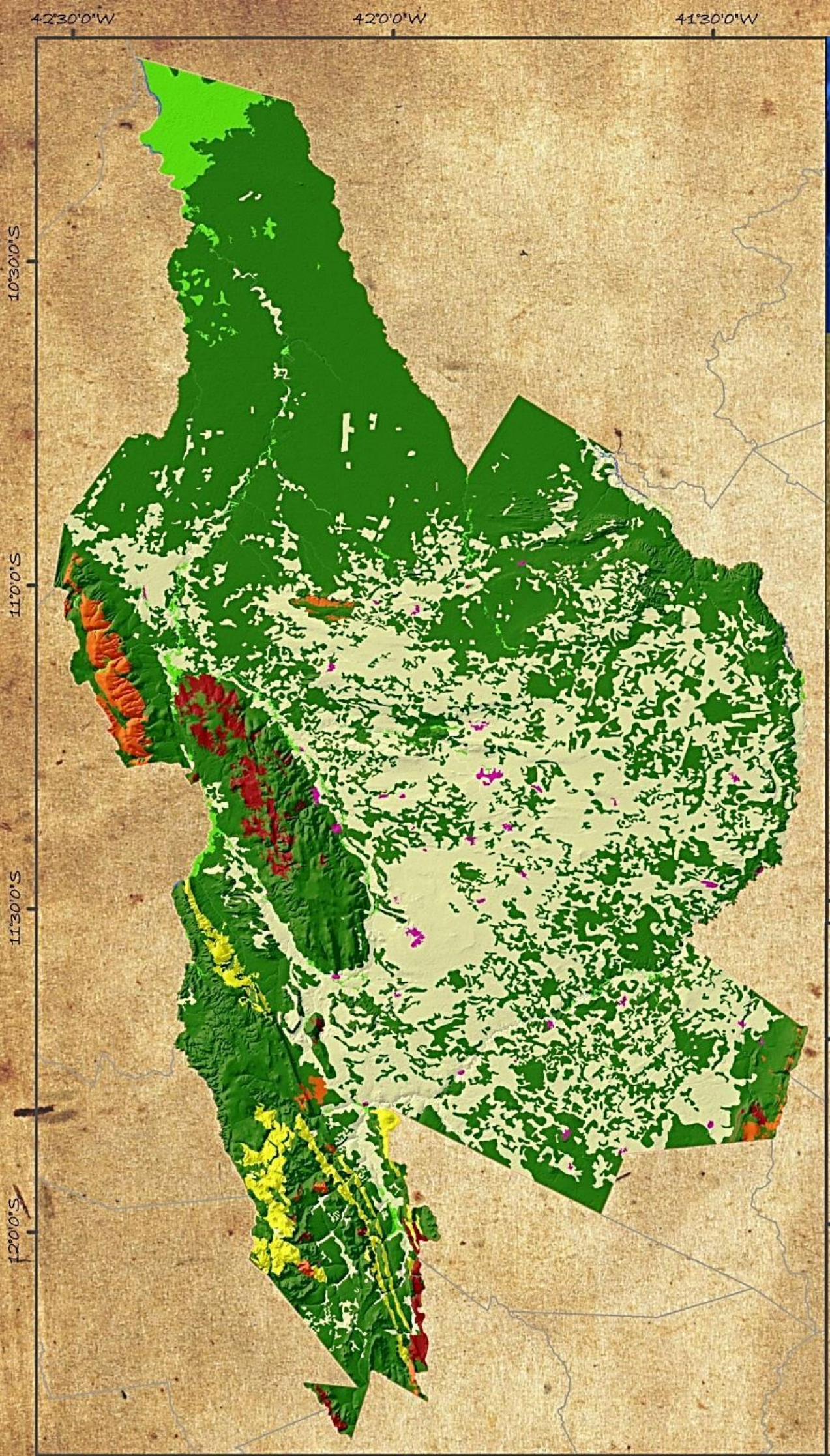
Foto 07. Os primeiros tratores a chegarem à região (A) [31]. Trabalhador preparando o solo para o plantio da mamona (B).

No entanto, Phillips (1985) menciona que para cada 4 hectares plantados com consórcios, 1 hectare é plantado com culturas solteiras. Da área cultivada por consórcios 2/3 corresponde aos seguintes sistemas: milho, feijão de arranque, mamona; mamona, feijão de arranque ou milho e feijão de arranque. Enquanto das terras destinadas às culturas solteiras 4/5 eram ocupadas por milho, mamona, mandioca e feijão de arranque. Em outro trabalho, por intermédio do Sensoriamento Remoto, técnica pouco comum para este momento histórico do semiárido, Rudorff e Krug (1986) estimaram que os maiores cultivos no município de Irecê em área plantada, é respectivamente o feijão (87.759 ha), mamona (76.519 ha) e o milho (10.551 ha) para o primeiro semestre de 1985. E acrescentam que o triconsórcio de feijão com milho e mamona de segundo ano é menos expressivo, enquanto o consórcio de feijão com milho é pouco praticado.

A cultura do feijão ocupou lugar de destaque na produção regional, era o seu principal cultivo. Por muitos anos o feijão plantado nestas terras abasteceu os mercados consumidores

[31] Muitos deles eram importados, pois a produção brasileira de tratores só iniciou em 1959, acarretando em alguns custos para os camponeses. Talvez o mais pertinente seja os custos com reposição de peças, visto que eram caras e precisavam ser importadas, levando até alguns meses para chegar na região. Nesse tempo, a solução era utilizar a tração animal. Na foto, o primeiro trator da esquerda é de fato também o primeiro trator a chegar em Irecê.

da região Nordeste e Sudeste. Dada a elevada produção e superfície plantada, recebeu os títulos de “Celeiro de grãos do Nordeste”, “Terra do feijão” e “Capital da mamona”. Apesar dos elevados investimentos nesta cultura, o feijão não era considerado uma *commodity*, pois quase toda a produção era destinada para o consumo interno do país, sendo o Brasil o maior consumidor mundial do grão.



Datum: SIRGAS
Projeção: UTM 24
Código EPSG: 31984

BASE CARTOGRÁFICA
Uso e Cobertura: Método Bhattacharya de classificação semi-supervisionada em imagem adquirida através do sensor MSS/Landsat 1, 1975.

ELABORAÇÃO E CONCEPÇÃO:
Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

	Absoluto (km2)	Relativo (%)
Agropecuária	5.262	33,2
Água	4,5	0,03
Caatinga Arbórea Arbustiva	9.446	59,6
Campo Rupestre	215,1	1,4
Cerrado	281,7	1,8
Floresta Estacional	210,4	1,3
Urbano	43,7	0,3
Vegetação com Influência Lacustre Fluvial	373,1	2,4

Mapa 04. Uso e cobertura da terra na região de Irecê em 1975.

A variedade predominante do feijoeiro era, e continua sendo, a *Phaseolus vulgaris L.* Essa planta é pouco tolerante aos fatores extremos do ambiente e muito exigente às condições climáticas. Seu plantio implicava um alto risco para os camponeses, pois a necessidade de água durante todo o ciclo cultural é uma forte limitação no semiárido. Nas épocas de seca ou atraso das chuvas, utilizava-se a irrigação. Em consequência, o plantio é realizado, maiormente em consórcio (foto 08) com outros cultivos mais tolerantes a estiagem, a exemplo da mamona, o que amenizava possíveis perdas de safra.

Fonte: Fotografia retirada durante o trabalho de campo. Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Foto 08. Monumento localizado na cidade de Irecê, em homenagem ao triconsórcio feijão, milho, mamona.

Não existia ainda na década de 70 uma preocupação quanto à necessidade de conservação da vegetação primária. O discurso dos planos, programas e projetos justificavam a todo o momento a necessidade de aumentar a área cultivada e melhorar os ganhos com produção e produtividade. Pois ainda existiam muito fragmentos vegetação (frave's). O próprio governo contribuía para o processo de retirada da cobertura vegetal, haja vista o aluguel de tratores e outros implementos agrícolas, sem qualquer contrapartida ambiental. Do mesmo modo, também a questão ambiental começava a torna-se mundial com a realização da Conferência de Estocolmo em 1972. Os impactos ambientais decorrentes destas novas transformações na base produtiva eram desconhecidos pelos camponeses.

Devido à localização nas áreas mais atrativas para o capital e sua grande extensão, a Caatinga foi a vegetação mais perturbada pelos novos usos. Embora o mapeamento da cobertura vegetal revele uma superfície de 59,6% de Caatinga Arbórea Arbustiva, a mesma encontrava-se bastante fragmentada. Esta estrutura justifica-se pela ainda acentuada presença de remanescentes vegetais. Existiam muitas bordas nos fragmentos de vegetação (frave's),

posto que a agropecuária ainda não tinha se firmada como uma matriz na estrutura da paisagem. Ao longo dos últimos anos, muitos frave's ou reduziram exponencialmente seu tamanho ou foram completamente desmatados.

No período entre 1972 e 1976, o então prefeito de Irecê, Ineny Nunes Dourado, responsável pela primeira máquina de beneficiamento de grãos na região, também trouxe as primeiras sementes de *Prosopis juliflora*, popularmente conhecida como Algaroba (RUBEM, 1997). A finalidade era explorar o potencial forrageiro e fixar mais uma espécie alternativa para convivência com a seca. Porém, a Algaroba se mostrou uma planta demasiadamente invasora e agressiva, diminuindo a diversidade genética e a disponibilidade hídrica. A introdução dessa espécie exótica ocorreu sem qualquer estudo preliminar sobre os possíveis impactos em um ambiente distinto do seu originalmente. A competição com outras espécies nativas tem beneficiado significativamente a Algaroba, resultando numa proliferação sempre associada com o uso ou ocupação humana. Concordamos então que a opção em introduzir algumas espécies exóticas, a exemplo do feijão e da Algaroba, não seguiu os tradicionais cultivos adotados pelos camponeses, muito menos considerou as peculiaridades dos geossistemas, mas acompanhou a lógica da reprodução e territorialização do capital no campo.

A substituição da agrobiodiversidade pela monocultura aliada a redução da vegetação desestabilizou muitas cadeias alimentares. Com isto, o ambiente perde a capacidade natural no controle do que comumente chamamos de pragas, pela eliminação dos predadores e do refúgio florestal. As pragas são, na verdade, uma resposta dos ecossistemas a uma perturbação. É o geossistema em busca de uma nova organização. Rapidamente o número de pragas aumenta e o pior, torna-se mais resistente, efeito do uso crescente de defensivos agrícolas. Uma característica do excessivo uso de agrotóxicos é a seleção artificial dos indivíduos. Desta maneira, os mais resistentes se reproduzem ao passo que os mais frágeis perecem. Assim, há uma necessidade de defensivos cada vez mais agressivos para o controle de pragas e doenças, comprometendo a saúde humana via contaminação dos alimentos. O trabalhador rural fica dependente do emprego destas substâncias e a indústria química aumenta seus lucros. Os altos custos inviabilizavam o emprego dos agrotóxicos pelo pequeno proprietário, logo eram os médios e grandes produtores quem mais utilizaram e continuam a utilizar estes produtos.

É preciso considerar também, uma vez aplicado, o agrotóxico não permanece imóvel no ambiente, ele pode sofrer inúmeros deslocamentos como a lixiviação para os horizontes

mais profundos do solo; a volatização para outras propriedades pelo vento, atingindo cultivos distintos; o carreamento superficial pela água da chuva etc. O quadro agrava-se quando não existe um acondicionamento correto do produto ou apropriada destinação final das embalagens (foto 09).

Fonte: Fotografia retirada durante o trabalho de campo. Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Foto 09. Embalagem de produto fitossanitário encontrado em meio à lavoura.

O mosaico paisagístico das serras, igualmente a diversidade genética, formado por inúmeras áreas de contato entre fitofisionomias distintas manteve-se relativamente conservado pela sua localização. Solos menos férteis, com baixa profundidade efetiva para o enraizamento das plantas, aliado a elevadas altitudes e terrenos declivosos, eram avaliadas como um estorvo para a mecanização, logo são áreas de reservas, consideradas de baixa lucratividade para o capital. Constatamos que o efeito de borda era mais significativo no planalto cárstico, pela presença de frave's maiores, contínuos e mais recortados, em contato direto com a fronteira agrícola, grande empregador de produtos fitossanitários. O efeito de borda é representado, sobremaneira, nestes locais por uma substancial redução na diversidade da flora e da fauna. Uma consequência da interação entre ambientes diferentes, com necessidades particulares, influenciando um ao outro mutualmente, sobretudo, nas áreas de contato.

Ressaltamos que na proporção que os limites da fronteira agrícola expandiam espécies da flora eram reduzidas drasticamente, sendo gradativamente menos frequente na paisagem regional, a exemplo do mandacaru, macambira, angico, baraúna, caroazeiro, umburana. Numa velocidade um pouco menor, a fauna também foi atingida pela perda do seu hatitat, começaram ser menos observados a presença de mocós, caititus, sariemas e veados.

Tangente às mudanças próprias deste período verificamos que, cada vez mais, os trabalhadores rurais independem da variabilidade natural e passam a depender dos ditames do capital. O uso e ocupação das terras, expressa pela expansão ativa da área cultivada (tabela 03), desde meados do século XX, nada mais é do que a profunda territorialização do capital renovado. Entre os anos 60 e 80 a área cultivada aumentou 643,2%. Somente o município de Irecê era responsável por 32,2% e Barra do Mendes por 20% da área plantada em 1980. E as técnicas, fonte primária de transformação da paisagem, outrora espontâneas, diversas e construídas pela experiência, mudam para uma única tecnologia imposta por agentes que não se encontram neste espaço. A conversão da cobertura vegetal para o uso da terra, antes regida pela necessidade da vida, é agora atrelada a uma dinâmica global de reprodução e acumulação do capital.

Tabela 03. Evolução das áreas destinada aos cultivos agrícolas permanentes e temporários na região de Irecê[32] entre a década de 50 e 80.

ANO	ÁREA (ha)
1950	35.434
1960	98.671
1970	155.645
1980	733.338

Fonte: IBGE, Censos agrícolas da Bahia 1960, 1970 e 1980.

O modelo de desenvolvimento local mostrou-se menos uma forma de expressão social emanado da dimensão cultural e ambiental, capaz de reconhecer as potencialidades locacionais e os interesses do espaço em questão e, mais um instrumento de transformações nos aparato tecnológico e reconfigurações sócio-produtivas, onde impera uma perversa seletividade do espaço em prol de firmas e grupos hegemônicos. O camponês, por outro lado, foi o menos beneficiado, pois o produto de seu trabalho era apossado por atravessadores, na compra e revenda da produção, e pelo banco, em forma de juros sobre os empréstimos. Há uma combinação entre os agentes do Estado e do capital, favorecendo a expansão e reprodução ampliada deste último, por meio da extração de renda da terra e do pequeno agricultor, sobretudo.

Uma parte da população prontamente se mostrava descontente com os caminhos adotados pela modernização na agricultura. Muitos dos que estavam excluídos dos benefícios do processo produtivo e político em andamento, viam que sua exploração passava pelos

[32] **1950**: Brotas de Macaúbas, Irecê, Central, Xique-Xique e Morro do Chapéu. 1960: Barra do Mendes, Irecê, Central, Morro do Chapéu e Xique-Xique. **1960**: Barra do Mendes, Irecê, Central, Xique-Xique e Morro do Chapéu. 1960: Barra do Mendes, Irecê, Central, Morro do Chapéu e Xique-Xique. **1970** e **1980**: Cafarnaum, Canarana, Central, Ibipeba, Ibititá, Irecê, Jussara, Presidente Dutra e Uibaí.

atravessadores e depois para outros comerciantes locais e regionais. Alguns habitantes se reuniram a partir de práticas de amparo em defesa de seus interesses, através da criação de organizações como o sindicato de trabalhadores rurais e produtores rurais em diversas cidades, a Cooperativa Agrícola Mista da Região de Irecê, a Cooperativa de Crédito de São Gabriel entre outras (PEREIRA, J. P e PEREIRA, L, 2013). Estas organizações constituem-se, portanto nos principais mecanismos de proteção dos agricultores.

O modelo de desenvolvimento importado dos países centrais na economia mundo era incapaz de ser sustentado por muito tempo no semiárido baiano. Após anos de super safras e investimentos estatais, o modelo mostrava-se em declínio ainda no final dos anos 80, perdido nas suas próprias contradições. Concordamos com Souza (2006) ao considerar o enfraquecimento do poder regulatório do aparelho de Estado não porque este estaria cedendo poder decisório à sociedade civil sob pressão de movimentos sociais, mas sim pela substituição em larga medida de um controle mais ambicioso do uso do solo, por um imediatismo mercadófilo.

O discurso de promover a melhor qualidade de vida para todos, com base numa racionalidade técnica politicamente neutra, mostrou entre outros desdobramentos, o não envolvimento de todo um coletivo social repleto de conflitos e contradições. Após anos de intervenção estatal a serviço dos interesses capitalistas, veremos sua atuação diminuir e alterar-se numa nova conjuntura de neoliberalismo pelos próximos anos. Não cessando, porém, uma enérgica redução de regras, normas e balizamentos, amparados legalmente, em médio e longo prazo, privilegiando elites endógenas e de outros espaços de decisão fora da área em estudo.

3.4. OUTROS RÍTMOS NO USO E ALGUMAS MUDANÇAS DE BASE SOCIAL

Na cronologia referente à trama dos fatos, este período histórico situa-se na prática, no final dos anos 80. Época em que as transformações em curso no campo eram amplamente conhecidas e debatidas. A modernização agrícola reconfigurou novos arranjos espaciais, desencadeando mudanças nos territórios políticos administrativos com o surgimento de vários municípios[33] na região. Embora a modernização na produção rural, sob a égide da Revolução Verde, tratar-se de um movimento internacional, conduzido por grandes corporações e adotado especialmente por países agrícolas em desenvolvimento, a mesma é territorializada através das condições historicamente construídas no local. Por isso a existência de tempos e espaços diferenciados.

Conviviam, e ainda permanecem, em espaços relativamente muito próximos, ritmos de mudanças distintos, em resposta às condições materiais e imateriais do agricultor. Cada espaço possui múltiplos ritmos, uma consequência da combinação entre tempos rápidos e outros lentos. O tempo rápido é caracterizado pela dinâmica da alta produtividade e comandado pela presença dos tratores, arados mecânicos, sistemas de irrigação, monocultura, emprego de agrotóxicos e do trabalho assalariado. O uso acentuado de tratores foi um indicador das transformações nos moldes produtivos da região. Porém a difusão das inovações não chega a todos os espaços na mesma velocidade e com a mesma intensidade, tal como o desenvolvimento não envolve todos os sujeitos. O tempo lento é o do movimento do arado à tração animal, enxadas, facões, policultura, do trabalho familiar desempenhado em uma pequena propriedade (SAQUET, M. e SANTOS, R. 2010).

É difundido o discurso dos pares dialéticos, atraso e modernidade. Onde o primeiro representa os tempos lentos, ruins, e o segundo os novos tempos, bons, o da modernidade. O Estado desempenhou um papel fundamental na introdução destas novas ideias. Na sua perspectiva, a melhoria na qualidade de vida para a população, deveria perpassar pelo aumento na produtividade, este sim o único caminho para se chegar ao crescimento econômico e ao desenvolvimento social. Então foi construído um projeto nacional para os agricultores, no sentido de indicar a completa substituição das atividades menos lucrativas pelas mais rentáveis, alterando assim a pauta de produção.

Na escala regional, isso representou para a área em estudo o abandono de históricos cultivos tradicionais como a mandioca, mucunã, cabaça, pimenta e hortaliças, pelos

[33] Ainda na década de 80 são emancipados: Barro Alto (1985), São Gabriel (1985), Lapão (1985), João Dourado (1985), América Dourada (1985), Itaguaçu da Bahia (1989).

igualmente tradicionais, mas não em dimensões mercantis, do feijão, milho e da mamona. Houve uma diferenciação entre os produtos, em razão do enquadramento ao pacote tecnológico e políticas públicas. O triconsórcio naquela conjuntura foi enquadrado especificamente como bom para o mercado nacional.

Presenciamos duas facetas do modelo de desenvolvimento local baseado na Revolução Verde. A que nos foi vendida, como um processo de inclusão de diferentes atores sociais ao circuito produtivo nacional e internacional, através da tecnificação e novas relações de trabalho, algumas assalariadas. É o progresso. E a que constatamos, como condições materiais e mecanismos ideológicos, traduzidos na exclusão de muitos agricultores deste mesmo processo. Sobremaneira, os pequenos produtores rurais não conseguiram se capitalizar eficientemente, ao ponto de estarem incluídos no sistema global da nova agricultura. Os produtores que conseguiram se capitalizar, mantiveram uma produtividade expressiva por algum tempo, mas até eles foram abalados pelas crises elaboradas no interior do modelo econômico.

A vasta oferta de crédito rural foi a principal política agrícola no direcionamento produtivo. Rudorff e Tardin (1988) fiscalizaram a aplicação do crédito agrícola através de fotografias áreas para os municípios de Irecê, Lapão, São Gabriel e João Dourado no ano de 1986, a pedido do Banco do Brasil. Naquela ocasião eles concluíram que 27,2% dos mutuários do crédito agrícola estavam em situação irregular. E complementam que em termos relativos, a irregularidade tende a crescer com o aumento do tamanho da área financiada. A esta altura os camponeses já tinham perdido sua autonomia produtiva oriunda da agricultura familiar e estava completamente dependente dos subsídios estatais e ditames do capital.

Todavia, os crescentes custos com a lavoura, a concentração da riqueza nas mãos dos não produtores rurais e as perdas de safras por conta das condições climáticas extremas levaram muitos agricultores ao endividamento constante. Conforme Pereira, J. P e Pereira, L (2013) no início dos anos 80 o presidente João Batista Figueiredo anistiou todas as dívidas dos produtores na região. No entanto, alguns anos depois, os agricultores voltaram a ficar endividados, pois as práticas econômicas eram as mesmas. Chegou-se ao ponto de ocorrerem suicídios entre os alguns camponeses. Os mesmos autores ainda declaram a respeito da política de apoio do Banco do Brasil:

> Em 1994, o Banco do Brasil começou a dificultar a vida fácil dos agricultores: mandou zonear os municípios e definir o que seria plantado em cada área, e o que seria financiado. Neste, zoneamento, ficou definido onde o banco financiava feijão, milho e até onde não financiava nada. Era a decadência da agricultura de *sequeiro*. As maiores propriedades foram abandonadas e os produtores endividados com os

> nomes no *Serasa* e *Cadin*, alguns até com dívidas executadas judicialmente. (PEREIRA, J. P e PEREIRA, L. 2013, p.146)

A dívida agrícola foi agravada pela enorme redução do crédito rural e da assistência técnica em consonância ao surgimento de outras áreas produtoras dos mesmos cultivos, ocasionando a redução dos preços. Este cenário de competitividade entre os lugares beneficiou mais uma vez a reprodução ampliada do capital, agora territorializado em outros espaços também, uma relocalização das atividades produtivas, não significando uma melhoria na qualidade de vida para a sociedade. Sobre o período de crise do modelo de desenvolvimento Sobrinho Novaes (2007) revela:

> Outro problema também a destacar é a inadimplência dos produtores. Muitos investimentos foram concedidos através do crédito agrícola, e com a diminuição na produção, os produtores acabaram ficando inadimplentes com os bancos financiadores. A diminuição na produção veio acompanhada de um intenso problema comercial, houve a falta de competitividade destes produtores nos principais mercados regionais. (p.64)

Houve uma nítida desaceleração da tecnificação rural. Segundo o censo agrícola de 2006 (BRASIL, 2006), o número de tratores da nossa área em estudo é de 3.465 unidades, ou seja, 12,6% da frota estadual. Uma redução de 9,9% na relação entre a frota regional e a do estado referente aos anos 70. Os municípios com a maior quantidade de tratores na ordem são atualmente Ibititá (405 unidades), Barra do Mendes (382 unidades), Canarana (376 unidades) e Lapão (328 unidades). Ressalta-se o sucateamento da frota, com a presença de muitos tratores velhos e sem a mínima condição de uso.

Os municípios situados na região serrana mais Itaguaçu da Bahia, apresentaram uma estagnação econômica anterior a este período. Eles não acompanharam o dinamismo no sistema produtivo, outrora exibido pelo Maciço do Feijão. Como estas áreas eram pouco atrativas para o capital, seja pelas condições naturais menos favoráveis a modernização ou pela infraestrutura básica pouco desenvolvida, mantiveram um ritmo mais lento das mudanças na paisagem e nas relações sociais e econômicas. Desta maneira, as áreas exploradas pela agropecuária nestes municípios, observaram uma retração dos seus limites ou uma paulatina expansão inferior à dinâmica expressa pelo planalto cárstico entre os anos 60 e 90.

Uma parte dos agricultores endividados desistiu de plantar feijão. Os rigores da seca de 1993 enterraram os últimos suspiros da economia regional, até então abalada pela falta de uma política agrícola coerente com a realidade daquele espaço. Talvez a seca de 1993 seja o marco da crise, o desfecho irremediável da antiga pujança agrícola. A economia nunca mais retornou aos patamares do período anterior.

O planalto cárstico perde o título de “Capital do Feijão” e vê sua área destinada aos cultivos agrícolas permanentes e temporários reduzir drasticamente a taxa de 50,9% de 1980 para 1990. Entre 1990 e 2010 a redução na área plantada foi de 29,6% com um considerável aumento neste intervalo, referente ao ano 2000 (tabela 04). A partir do desmembramento do município de Irecê nos anos 80, o mesmo deixa de ser um território voltado para a produção de grãos e torna-se o centro da comercialização dos produtos agrícolas. O município de Irecê que tinha uma área plantada de 235.770 ha em 1980 passa a registrar somente 3.435 ha em 2010, isto representa uma redução absoluta de 98,5% e relativa a área do município de 50%.

Tabela 04. Evolução das áreas destinadas aos cultivos agrícolas permanentes e temporários na região de Irecê entre a década de 90 e 2010.

ANO	ÁREA (ha)
1990	359.955
2000	415.115
2010	253.330

Fonte: IBGE, Produção agrícola municipal 1990, 2000, 2010.

Recentemente a seca 2010/2012 foi considerada a pior dos últimos 50 anos[34]. Por vezes as estratégias de convivência com este fenômeno climático, implantadas pelo estado mostraram-se falhas ao não se considerar as particularidades do local. Entretanto, o seu impacto social e econômico tem sido muito menor se comparado com algumas décadas atrás. Parte, em virtude do avanço das técnicas. O rebatimento da última seca na economia, recursos hídricos e o uso das terras foram categóricos. Embora a área plantada em 2010 fosse de 253.330 ha, nos anos seguintes a redução foi muito maior.

De acordo com a tabela 05 sobre a área plantada com feijão nos últimos anos, constatamos uma pertinente e gradativa diminuição. A Bahia registrou uma redução de 45,8% entre 2008 e 2012. Dada a localização integral da região de Irecê no polígono das secas, os efeitos da falta de chuvas foram mais agressivos. Quase todos os municípios decretaram situação de emergência e muitos agricultores perderam 100% da produção. A região que plantou 80.935 ha em 2008, destinou em 2012 somente 21.810 ha para o plantio do feijão. Uma redução de 73%, onde somente os irrigantes arriscaram-se no cultivo de alto risco de perda. Para o mesmo intervalo temporal há um progressivo decréscimo na participação estadual da área destinada ao plantio do grão. A maior redução ocorreu no ano 2009, há uma taxa de 4% referente à participação estadual do ano anterior.

[34] Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2013/05/1273540-pior-seca-em-50-anos-fecha-empregos-e-arruina-lucros-no-nordeste.shtml>. Acesso em: 28 jan 2014.

Tabela 05. Área plantada com feijão na região de Irecê entre 2008 e 2012.

TERRITÓRIO	2008	2009	2010	2011	2012
Bahia	589.328	615.839	615.945	551.237	319.456
América Dourada	3.530	1.300	4.050	2.030	600
Barra do Mendes	1.100	1.200	1.450	1.200	650
Barro Alto	8.750	5.150	4.300	1.200	1.300
Cafarnaum	7.800	9.000	3.400	4.300	3.200
Canarana	13.950	11.200	3.200	1.650	2.000
Central	900	1.900	2.500	2.500	600
Ibipeba	3.800	2.975	1.000	2.200	250
Ibititá	6.050	2.540	4.050	4.000	1.000
Irecê	1.030	1.100	900	2.080	180
Itaguaçu da Bahia	965	1.650	470	595	630
João Dourado	4.050	2.030	3.200	2.550	300
Jussara	550	600	2.700	800	650
Lapão	12.600	8.200	11.500	4.950	4.400
Presidente Dutra	7.500	3.700	1.700	3.000	2.600
São Gabriel	4.360	5.800	4.300	5.000	1.500
Uibaí	4.000	1.400	1.150	1.260	1.950
Região	80.935	59.745	49.870	39.315	21.810
Relativo ao estado (%)	13,7	9,7	8,1	7,1	6,8

Fonte: IBGE, Produção agrícola municipal 2008, 2009, 2010, 2011, 2012.

O município mais afetado na retração da área plantada foi Ibipeba com 93,4%. Por outro lado, Jussara teve um aumento 18,2% entre 2008 e 2012. Ressalta-se, contudo, a pequena área plantada em relação aos demais municípios, uma superfície de apenas 650 ha em 2012. Portanto, Jussara não é um dos grandes produtores de feijão na região. Levando em conta o critério da área plantada, os maiores produtores de feijão são, atualmente, Lapão e Canarana, que alternam entre os anos a primeira colocação. Nos últimos anos, Lapão tem plantado uma área maior, possivelmente, em consequência do número maior de irrigantes.

No que tange a exaustão do modelo de desenvolvimento agrícola, outros cultivos além do feijão também sofrem uma enérgica retração até meados dos anos 90 como o milho e a mamona, não somente da área plantada, mas também na produção e no valor da produção. Este declínio manifesta como a agricultura e os camponeses estavam altamente dependentes dos subsídios creditícios. À medida que os incentivos foram reduzindo e o endividamento aumentando, os trabalhadores rurais migraram mais uma vez para as cidades próximas. Presenciamos novamente a monopolização da terra, o que não impediu que a fronteira agrícola expandisse agora em um ritmo mais lento, porém constante.

Após a crise, houve nos anos seguintes uma diversificação dos cultivos como um mecanismo de proteção frente às adversidades imposta pela oscilação dos preços no mercado

e das intempéries naturais. MACÊDO (2010) analisando os dados do Censo Agropecuário 1980-1995 ratificou a expressiva queda na área cultivada, produção e valor da produção para os cultivos do triconsórcio. Ele comprova também o relevante crescimento nas horticulturas, principalmente da cebola e do tomate, além do aumento para silviculturas e extração vegetal. Recentemente com as diferentes políticas, em âmbito federal e estadual, de incentivo ao biodiesel, ocorreu uma valorização na produção da mamona. Sua produção é quase exclusivamente operada por irrigantes, que continuam a se utilizar do sistema de consórcio com o feijão e o milho. Contudo, a mamona se configura como o novo carro-chefe na área plantada e na produção de muitos camponeses.

Porém há indícios de crise na cadeia produtiva da mamona. Nos primeiros anos da política de incentivo, a área plantada na região representou mais de 80% da estadual. Esse valor mostrou tendências ao decréscimo, apesar de ainda serem muito significativos, segundo a tabela 06. Enquanto no atípico ano de 2012 a Bahia teve uma redução de 37,9% na área plantada deste cultivo entre o ano de 2008 e o de 2012, a região registrou 35,7%. Mesmo assim, neste último ano a área regional plantada representou 56,7% da estadual. Sem dúvidas a Bahia, que é o maior produtor da oleaginosa, tem na região de Irecê o seu polo produtor do cultivo.

Tabela 06. Área plantada com mamona na região de Irecê entre 2008 e 2012.

TERRITÓRIO	2008	2009	2010	2011	2012
Bahia	120.329	120.514	109.996	143.354	74.738
América Dourada	1.800	1.500	1.700	2.000	2.000
Barra do Mendes	700	800	700	600	100
Barro Alto	5.500	2.500	1.500	3.500	1.500
Cafarnaum	13.200	13.000	13.150	12.000	5.000
Canarana	9.500	4.800	6.000	8.500	2.000
Central	3.200	3.000	2.000	8.000	2.000
Ibipeba	1.800	4.000	2.000	700	200
Ibititá	1.800	5.000	3.600	15.000	2.500
Irecê	1.000	800	200	1.000	300
Itaguaçu da Bahia	708	300	400	600	500
João Dourado	2.400	1.500	2.000	3.500	1.500
Jussara	1.700	4.000	5.000	5.000	5.000
Lapão	7.500	6.500	10.000	11.500	5.250
Presidente Dutra	5.000	2.500	3.500	6.000	4.550
São Gabriel	8.000	12.000	11.500	10.500	8.000
Uibaí	2.100	2.500	1.200	900	2.000
Região	65.908	64.700	64.450	89.300	42.400
Relativo ao estado (%)	54,8	53,7	58,6	62,3	56,7

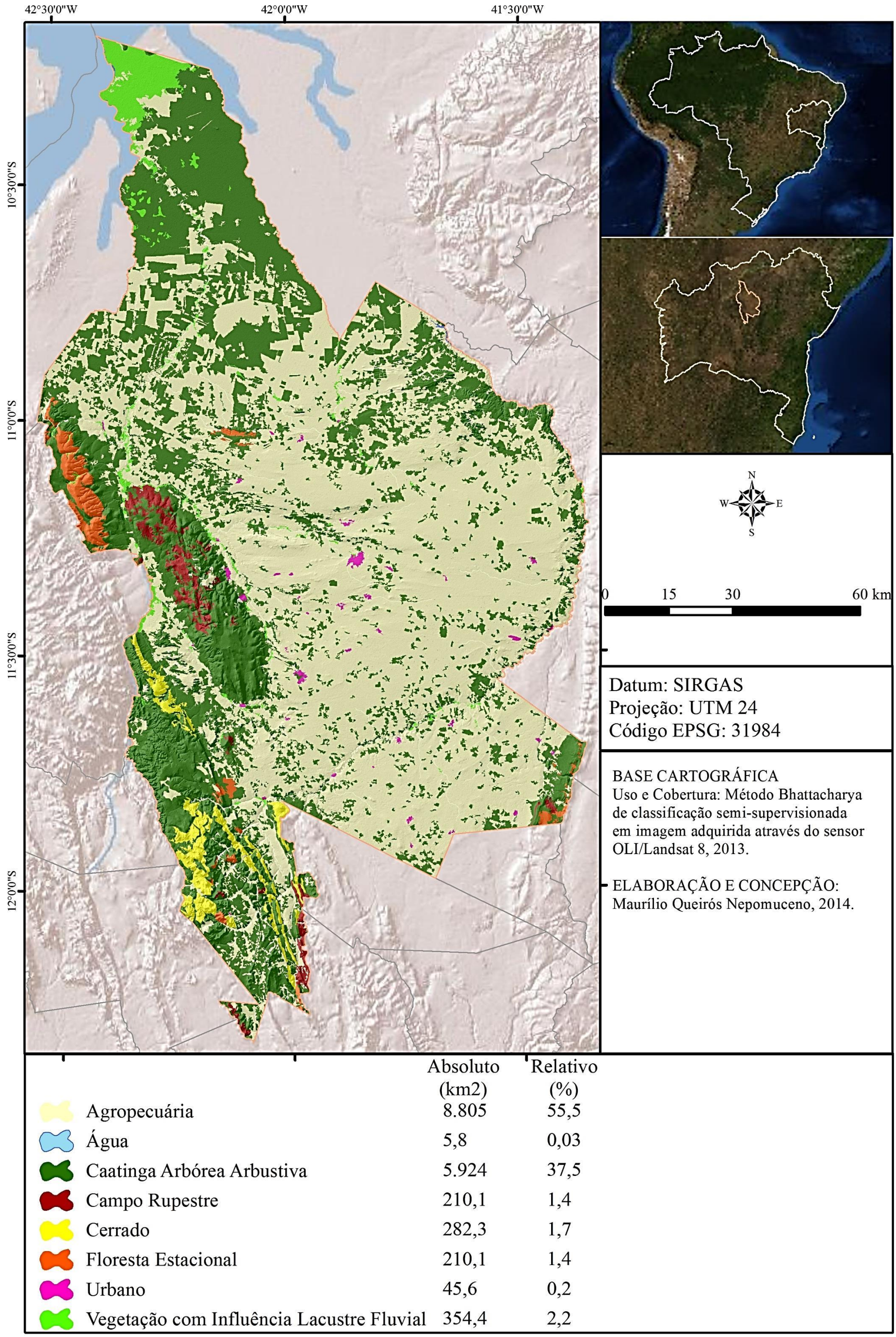
Fonte: IBGE, Produção agrícola municipal 2008, 2009, 2010, 2011, 2012.

Por conta da grande participação na produção do estado, a área destinada ao cultivo deste último, acompanha o desempenho na safra de Irecê. A maior retração interanual no intervalo temporal analisado ocorreu justamente nos anos 2011/2012, quando o estado apresentou um decréscimo de 47,9% enquanto na região de Irecê houve 52,5%. Essa grande redução só foi possível porque nos anos 2010/2011 a lavoura da mamona somou um aumento de 38,6% na região e 30,3% no estado. A despeito dos agravos imprimidos pela última seca às lavouras, a mamona é muito mais tolerante ao estresse hídrico do que feijão e o milho, tornando-se uma alternativa em tempos difíceis para os agricultores.

São Gabriel e Lapão na ordem são os maiores produtores de mamona segundo a área plantada. Nos últimos cinco anos, São Gabriel manteve uma área média de 10.000 ha e Lapão 8.150 ha. Em 2012 a soma da área de mamona dos dois municípios equivaleu 31,3% da região. Enquanto a área dos municípios de Barra do Mendes, Itaguaçu da Bahia e Irecê traduziu-se em apenas 2,1% da regional. Os dois primeiros não exprimem um histórico no cultivo, e Irecê possui o menor dos territórios administrativo (31.953 ha) entre os dezesseis municípios deste projeto. No intervalo analisado a média da área plantada de Itaguaçu da Bahia, Barra do Mendes e Irecê correspondeu respectivamente a 501,6 ha, 580 ha e 660 ha, muito abaixo dos 6.807 ha médios plantados da região em cinco anos.

O município mais afetado pela última seca foi Ibititá, que teve uma redução de 83,3% na área destinada para a mamona entre 2011 e 2012, uma variação de 12.500 ha. No mesmo intervalo Uibaí teve um aumento de 122,2% equivalente há um aumento de 1.100 ha. Se considerado o período de cinco anos, Jussara mais uma vez apresenta um incremento relevante em pouco tempo, desta vez de 194,1% saltando de uma área de 1.700 ha em 2008 para 20.700 ha em 2012.

A mamona estimulou na historia mais recente o crescimento da fronteira agrícola. O mapeamento do uso e cobertura da terra no mapa 05 expressa e mensura as mudanças ocorridas na paisagem a partir das atividades agropecuárias. Nele verificamos como a territorialização do capital, mesmo em tempos de crise, conseguiu se adaptar e converter áreas com vegetação primária em espaços da cadeia produtiva. As áreas com Cambissolos Háplico Eutrófico e/ou terrenos planos foram quase completamente substituídos pelas lavouras. Poucas áreas localizadas no Maciço do feijão conservam atualmente algum frave (fragmento de vegetação). A maioria deles ou são muito pequenos, ao ponto de não serem mapeados por conta da resolução espacial da imagem orbital e da escala de trabalho, ou estão situados em locais desfavoráveis para a agricultura mercantil, a exemplo de terrenos pobres em fertilidade natural, exauridos durante anos de plantios sem repouso, e terrenos declivosos.



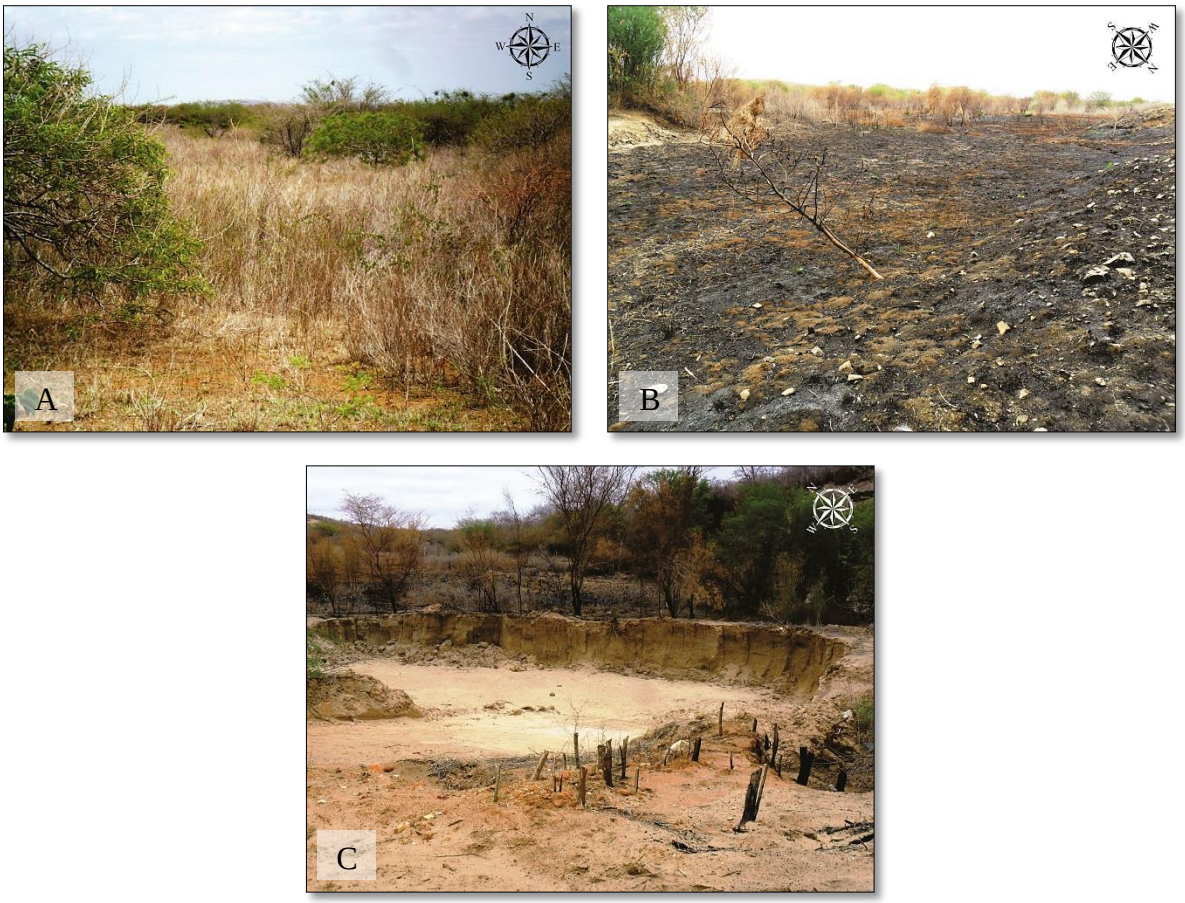
	Absoluto (km2)	Relativo (%)
Agropecuária	8.805	55,5
Água	5,8	0,03
Caatinga Arbórea Arbustiva	5.924	37,5
Campo Rupestre	210,1	1,4
Cerrado	282,3	1,7
Floresta Estacional	210,1	1,4
Urbano	45,6	0,2
Vegetação com Influência Lacustre Fluvial	354,4	2,2

Mapa 05. Uso e cobertura da terra na região de Irecê em 2013.

Em campo, encontramos uma propriedade abandonada há aproximadamente 15 anos, em razão da baixa produtividade agrícola (foto 10A), conforme relato de um dos agricultores da gleba ao lado. Anteriormente, era uma lavoura assim como as outras, destinadas aos cultivos do triconsórcio durante muitos anos. Nos dias atuais, há nela uma relevante capoeira, apesar de não ter sido aplicado nenhuma técnica de recuperação de área degradada, além do repouso da terra. Deste modo, verificamos o progressivo aumento de biomassa, desde uma terra esgotada pela super exploração até uma condição de relativa fixação da vegetação. Embora tenhamos encontrado espécies invasoras de rápido crescimento e nenhuma espécie clímax, o estabelecimento da vegetação é um forte indicativo de melhoras na estabilidade ambiental.

Os frave's são mais contínuos e maiores à medida que se localizam mais distantes do centro produtor de grãos no planalto cárstico. As terras altas e declivosas ainda constituem um grande empecilho ao avanço da fronteira agrícola, pois as técnicas utilizadas pela agricultura local não são adaptadas para estes ambientes. Praticamente, são as mesmas técnicas e manejos empregados desde os anos 80, na maioria das propriedades. Desconhecemos qualquer lavoura que pratique plantio em curva de nível seguindo as cotas altimétricas ou terraceamento, por exemplo. Assim sendo, no geossistema das Serras Mesotérmicas Florestadas da Chapada Diamantina o plantio restringe-se às áreas de maiores amenidades, como os fundos de vales, e os topos planos que apresentem um manto de intemperização do solo mais espesso.

A vegetação ripária encontra-se muito suprimida, especialmente no rio Jacaré, haja vista cruzar o Maciço do Feijão ao longo do seu percurso. No período de chuvas, quando as águas enchem a calha do rio, aglomeram-se plantações nas suas proximidades com o intuito de utilizarem suas águas para a irrigação. Na época da estiagem, maiormente de junho a agosto, ocorre uma agricultura de vazante, beneficiando-se dos férteis solos aluviais e comumente ainda úmidos. Todavia, o método de limpeza do terreno é a queimada (foto 10B) muito nocivo ao ambiente por elevar a temperatura do solo, reduzir a umidade, eliminar a biota nos primeiros centímetros do solo, inclusive, as associações micorrízicas, além de diminuir a disponibilidade de nutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas como potássio, nitrogênio e fósforo. O rio Jacaré ainda é afetado pelas frequentes extrações de areia (foto 10C) no leito podendo provocar ademais o seu assoreamento, aumento da turbidez na água, desestruturação dos horizontes do solo e contaminação da água por graxas e óleos das máquinas.



Fonte: Fotografias retiradas durante o trabalho de campo. Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

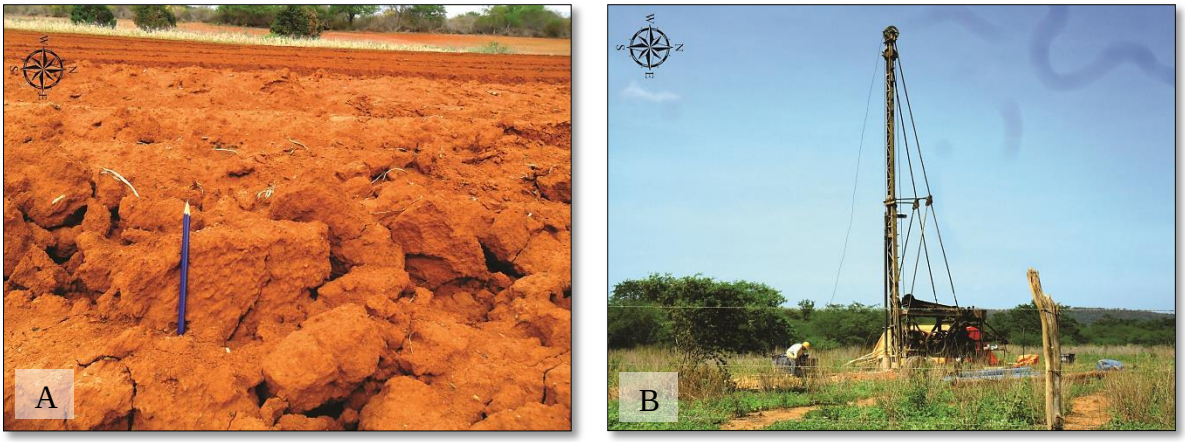
Foto 10. Vegetação de capoeira no município de São Gabriel (A). Queimada (B) e extração de areia (C) no leito seco do rio Jacaré, divisa entre os municípios de Lapão e Canarana.

A utilização de tratores e caminhões pesados desde os anos 50, e intensificado nas décadas seguintes, induziu numerosas modificações na estrutura do solo. A mais importante delas, pelo impacto direto no manejo dos agricultores e na produtividade é a compactação do solo. Ocorre quando a força exercida sobre o solo pelo tráfego contínuo e inadequado das máquinas e equipamentos comprime-o mecanicamente. A compactação do solo é o resultado da aplicação de cargas sobre solos agrícolas, podendo ser provocado também pelo pisoteio do gado. Na região a compactação do solo foi ocasionada, sobretudo pelo uso excessivo do arado mecânico. Logo na primeira passagem da aração, a parte logo abaixo da revolvida é comprimida pela força do disco do arado, e pela roda do trator que ali percorre (LEPSCH, 2011).

A compactação gera o rearranjamento das partículas do solo, alterando a porosidade e permeabilidade. A água da chuva infiltra com muita dificuldade, facilitando o escoamento superficial e a formação de enxurradas. Consequentemente, a disponibilidade de nutrientes

para a planta é comprometida, o que pode ter potencializado a redução na produtividade agrícola regional, por vezes, somente vinculada a fatores econômicos e aos rigores do clima. O adensamento do solo de origem humana pode ser atenuado, mediante a aplicação do subsolador, cujas lâminas rompem as camadas compactadas. No solo compactado e úmido, quando realizado a subsolagem, formam-se grandes agregados uniformes (torrões, foto 11A) e resistentes, muito comuns nas propriedades de lavoura mercantil, os quais prejudicam o enraizamento da planta e outras práticas agrícolas. Para destorroar e retirar as rugosidades no terreno é preciso outra aração, o que gera um novo adensamento do solo e novos custos para o produtor. Assim é criado um cíclico de dependência das técnicas e aumento dos custos na produção.

A compactação e o adensamento são facilitados pela maior umidade do solo. Dito isto, infere-se duas situações. Na primeira, o período mais propício do ano a este processo é a época das chuvas, entre novembro e março principalmente. Então a agricultura de sequeiro, estaria sujeita a este processo, em virtude do aluguel de maquinário para sua lavoura. E segundo, por terem a disposição água a qualquer momento, as áreas irrigadas são mais vulneráveis ao adensamento mecânico. Os projetos de irrigação receberam generosos investimentos desde a década de 70. A principal via de abastecimento e coleta de água é através de poços artesianos (foto 11B). Não se sabe a quantidade exata de poços perfurados, mas acredita-se que o número seja muito superior aos dados oficiais apresentados pelas outorgas dos órgãos competentes.



Fonte: Fotografias retiradas durante o trabalho de campo. Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Foto 11. Torrões em solo preparado para o plantio no município de Canarana (A). Perfuração de poço artesiano no município de Ibipeba (B).

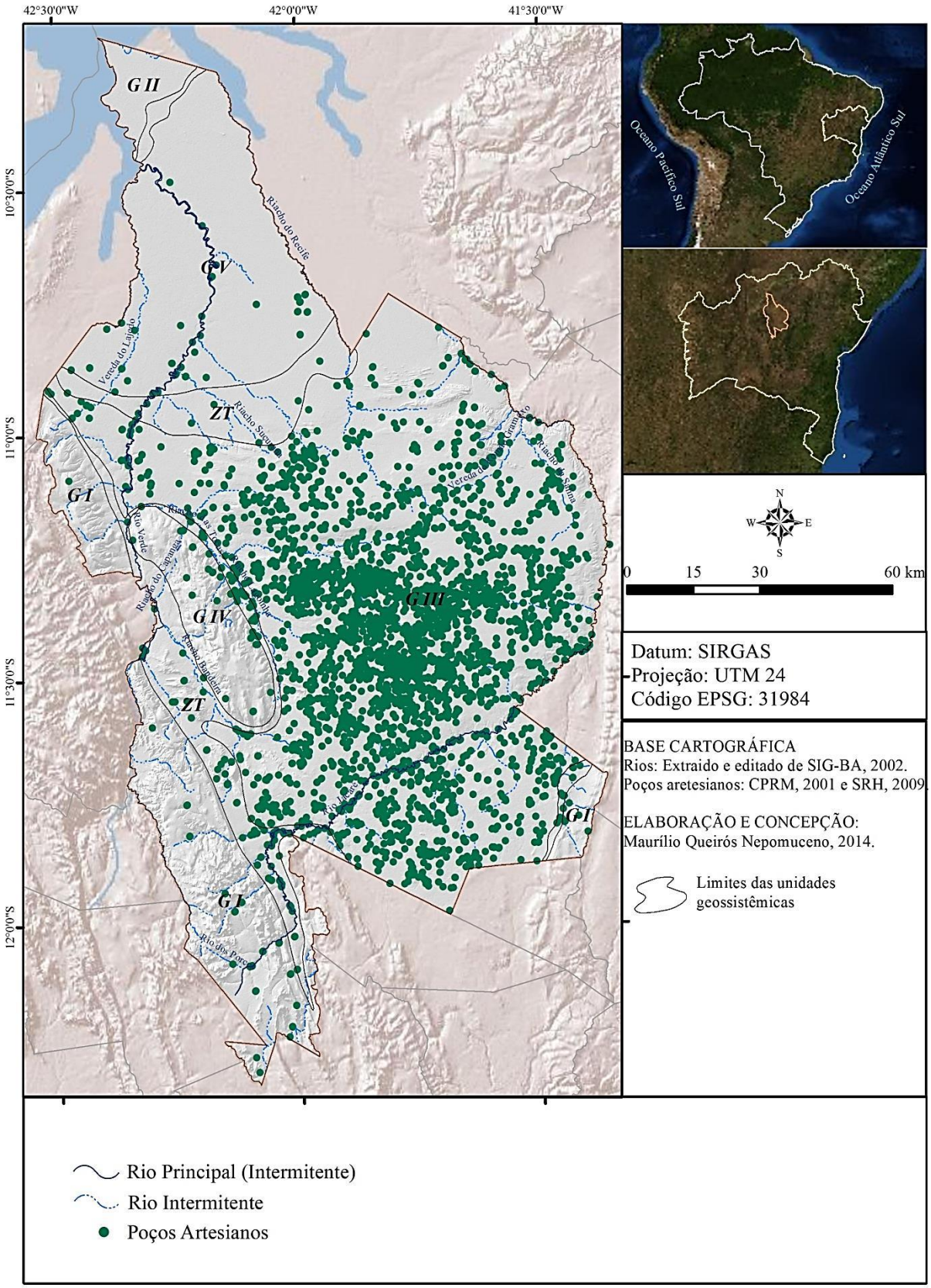
Conforme alguns dados georreferenciados da CPRM (BRASIL, 2001) e SRH (BAHIA, 2009), foram registrados apenas 3.718 poços somados, entre outorgados ou não para o ano de 2001 e 2009. Certamente, este valor não abrange nem a metade dos poços na região. Os poços estão concentrados no planalto cárstico, área historicamente ocupada pela agropecuária. Ademais, para outras localidades, os poços coincidem com os vales na região serrana e com as terras ao longo do percurso do rio Verde, nas áreas mais afastadas do centro polarizador da economia regional (mapa 06). Tão pouco, são realizados estudos sobre a interferência entre poços na vazão de cada um. Em campo, encontramos muitas propriedades com dois ou três poços, bem como, muitos há uma distância inferior de 50m. A excessiva retirada de água subterrânea provocou a subsidência do terreno no município de Lapão causando fissuras no solo, fenômeno que ganhou notoriedade nacional como mostra a seguinte reportagem:

> Os moradores de Lapão, no interior da Bahia, estão assustados. Há menos de uma semana começaram a aparecer fissuras nas ruas do município (...) O geólogo também descobriu que a região concentra uma imensa reserva de água embaixo da terra, e há um exagero de poços artesianos explorando o local. São mais de 11 mil poços artesianos alimentando áreas irrigadas (...) Como não há controle na utilização da água, o grande manancial subterrâneo está secando, segundo os técnicos. Enquanto o nível da água diminui, a terra vai ocupando os espaços vazios e cedendo na superfície (...) A terra e a superfície estão se adequando à nova condição que está sendo imposta pelo bombeamento. Podem ocorrer mais afundamentos. (G1, 17/10/2008)[35]

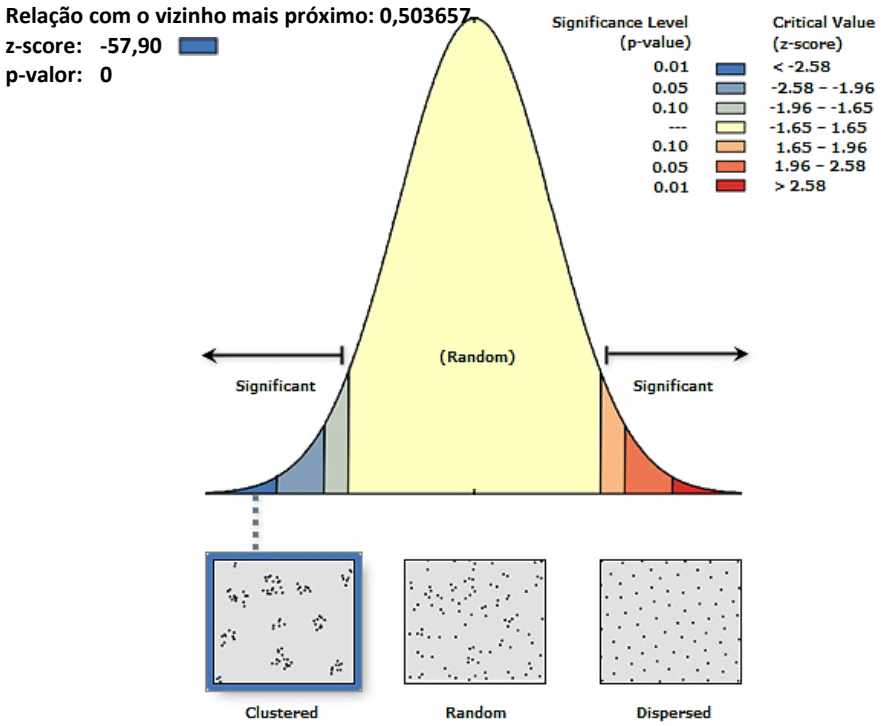
O cálculo do índice de vizinho mais próximo, baseado na distância euclidiana[36] de cada poço ao poço vizinho mais próximo, revelou que sua localização não é aleatória. Dado o cálculo geoestatístico expresso na figura 12, referente a um z-score de -57,9 há uma probabilidade de menos de 1% de que o padrão agrupado (*clustered*) dos poços seja resultado do acaso. Em síntese, o arranjo espacial na distribuição dos poços não denota meramente uma aleatoriedade ou contingências inesperadas, mas uma intencionalidade, o padrão agrupado significa a existência proposital de um ou vários fatores influenciando sua distribuição. A análise do vizinho mais próximo para os poços, somente mensura e confirma os dados obtidos em campo, na literatura e na interpretação da paisagem. A localização dos poços está condicionada a bacia hidrogeológica cárstica, onde se localiza o aquífero do tipo fissural consoante com uma agricultura predominantemente mercantil, beneficiada com o incremento de diversos sistemas de irrigação.

---

[35] Disponível em: < http://g1.globo.com/Noticias/Brasil/0,,MUL803662-5598,00-FISSURAS+CORTAM+RUAS+E+CASAS+DE+CIDADE+NA+BAHIA.html >. Acesso em: 30 jan 2014.
[36] Distância euclidiana é a distância em linha reta entre dois pontos.



Mapa 06. Localização dos poços artesianos.



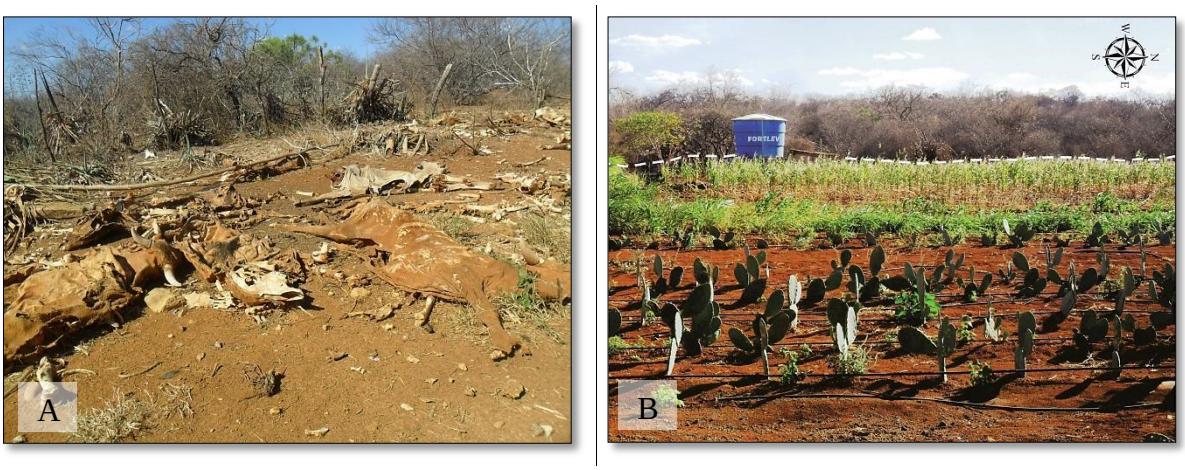
Fonte: Brasil, 2001 e Bahia, 2009.

Figura 12. Resumo da média do vizinho mais próximo para os poços na região de Irecê.

Os irrigantes, embora ocupem a maior parte das terras agricultáveis, representam a minoria dos produtores rurais. A maioria em termos absolutos realiza uma produção de sequeiro, muito submetida às intempéries naturais. Os camponeses que conseguiram dar continuidade às suas atividades no campo, viram sua renda ser apropriada por comerciantes locais, bancos e firmas multinacionais. Portanto, constituem uma população com uma faixa de renda muito baixa.

Até a seca, não afeta igualmente os agricultores, pois o grau de acesso às técnicas não são os mesmos, assim como, os mecanismos de enfrentamento e convivência com os extremos climáticos são diferentes. Produtores mais capitalizados possuem alternativas no trato com o estresse hídrico, compactação do solo, pragas, redução da fertilidade e processos erosivos. Ainda que os grandes produtores rurais tenha reduzido uma pequena parte do seu rebanho na última seca, as numerosas carcaças espalhadas ao longo das estradas (foto 12A) do semiárido são atribuídas aos camponeses. É o agricultor com faixa de renda muito baixa, o mais exposto aos efeitos da seca, haja vista que, os detentores das maiores propriedades, possuem recursos para, por exemplo, adquirir carro pipa, deslocar o rebanho para outros pastos ou comprar ração nos centros comerciais.

Ao passo que o camponês perde o rebanho e/ou sua safra, identificamos em campo, paisagens de exceção (AB'SÁBER, 2003) em escala topológica. A foto 12B mostra a possibilidade de coexistência entre paisagens diferentes e tempos igualmente distintos dentro do semiárido. A primeira comandada pelas imposições da natureza e os rigores climáticos, e a segunda, uma ruptura pelo homem destas mesmas imposições. Uma acompanha o tempo da estiagem e do estresse hídrico, na outra a difusão das inovações permiti viver no tempo das amenidades.



Fonte: Fotografias retiradas durante o trabalho de campo. Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Foto 12. Carcaça de animais mortos durante a longa estiagem (A). Lavoura irrigada e mercantil imersa numa paisagem castiga pela seca (B). Ambas as fotos retiradas no município de São Gabriel.

Temos então, em primeiro plano, uma propriedade rural abastecida com água subterrânea, oriunda de um poço artesiano nas proximidades, irrigando uma verde lavoura de milho e palma, esta última destinada à alimentação do gado. Ao fundo, um contato direto com a vegetação de Caatinga Arbórea Arbustiva completamente desprovida de suas folhas, restando-lhe somente, o típico aspecto arbustivo das formações savanóides. Uma paisagem reveladora dos contrastes existentes na região. Certamente, o proprietário não se trata de um camponês, cuja mão-de-obra é familiar e os cultivos de subsistência, mas sim, alguém cujas condições materiais e imateriais são capazes de prover uma agricultura mercantil, mesmo durante uma grande seca.

Nos últimos anos, o governo federal tem desenvolvido vários programas e benefícios sociais que visam contemplar a faixa de renda de até meio salário mínimo primordialmente.

Para tanto foi criado em 2007 um Cadastro Único[37] (CadÚnico), instrumento com um banco de dados que identifica todas as pessoas abrangidas pelos programas sociais a exemplo do Minha Casa Minha Vida, Programa Nacional de Inclusão de Jovens (PROJOVEM), Programa de Erradicação do Trabalho Infantil (PETI) etc. Muitos trabalhos foram produzidos utilizando-se desta fonte para suas análises como Ferro e Kassouf (2005), Resende (2006), Batista de Oliveira e Soares (2006) e Pires (2008).

A Bahia é o estado que tem o maior número de beneficiários e o maior volume de recursos, seguido por São Paulo, Pernambuco e Ceará. Sem dúvidas o programa mais decisivo e abrangente neste contexto é o Bolsa Família. Por intermédio dele é realizada a transferência de renda para as famílias inscritas no CadÚnico. Esse programa transfere o dinheiro diretamente para os beneficiários, eliminando assim intermediários, que em tempos não muito distantes desviavam as verbas estatais destinadas para políticas públicas de caráter social. Desta maneira, enfraquece-se a figura dos coronéis, lideranças locais, por vezes, enriquecidas com o desvio destas verbas públicas.

Neste contexto, o CadÚnico é um eficiente instrumento na caracterização socioeconômica de uma região, por revelar o número mais real de habitantes em situações de fragilidade, exclusão social e principalmente, sem voz onde vive. Sua baixa faixa de renda denota numa desvantagem frente aos agravos naturais, mas, sobretudo, diante da dificuldade de acesso às estruturas de oportunidades sociais, econômicas e culturais, poucas vezes oferecidas pelo estado até um passado recente.

Na tabela 07 podemos observar o número de beneficiários registrados pelo CadÚnico nos últimos três na região. No intervalo interanual 2011/2012 houve um pequeno aumento de 2% no número de inscritos. No intervalo seguinte, referente a 2012/2013 foi mensurado uma redução de 4,4%. Conjectura-se esta queda há ocorrência de dois fatores, ou aos efeitos da terrível seca, discutido anteriormente, sobre a renda monetária regular, ou às investigações de abundantes suspeitas de fraude, ocorridas em todo território nacional.

Fato é, que a região mostrou nos últimos três anos uma média de 245.886 inscritos no CadÚnico. Em 2013 foram 240.088 pessoas inscritas, representando 73,8% da sua população estimada (325.136 hab) pelo censo demográfico em 2010. Esses valores superam em quantidade absoluta o número de pessoas com renda de até meio salário mínimo, cedido por pelos dados do IBGE. Há então um alto nível dependência aos programas de transferência de

[37] O CadÚnico foi regulamentado pelo Decreto nº 6.135, de 26 de junho de 2007.

renda, o que denota mais uma vez a fragilidade da população local diante da imprevisibilidade de fenômenos de qualquer natureza. A espacialização dos dados (mapa 07) revela um agrupamento dos beneficiários nos municípios situados no Maciço do Feijão, condizente em certa medida com o quadro demográfico da região.

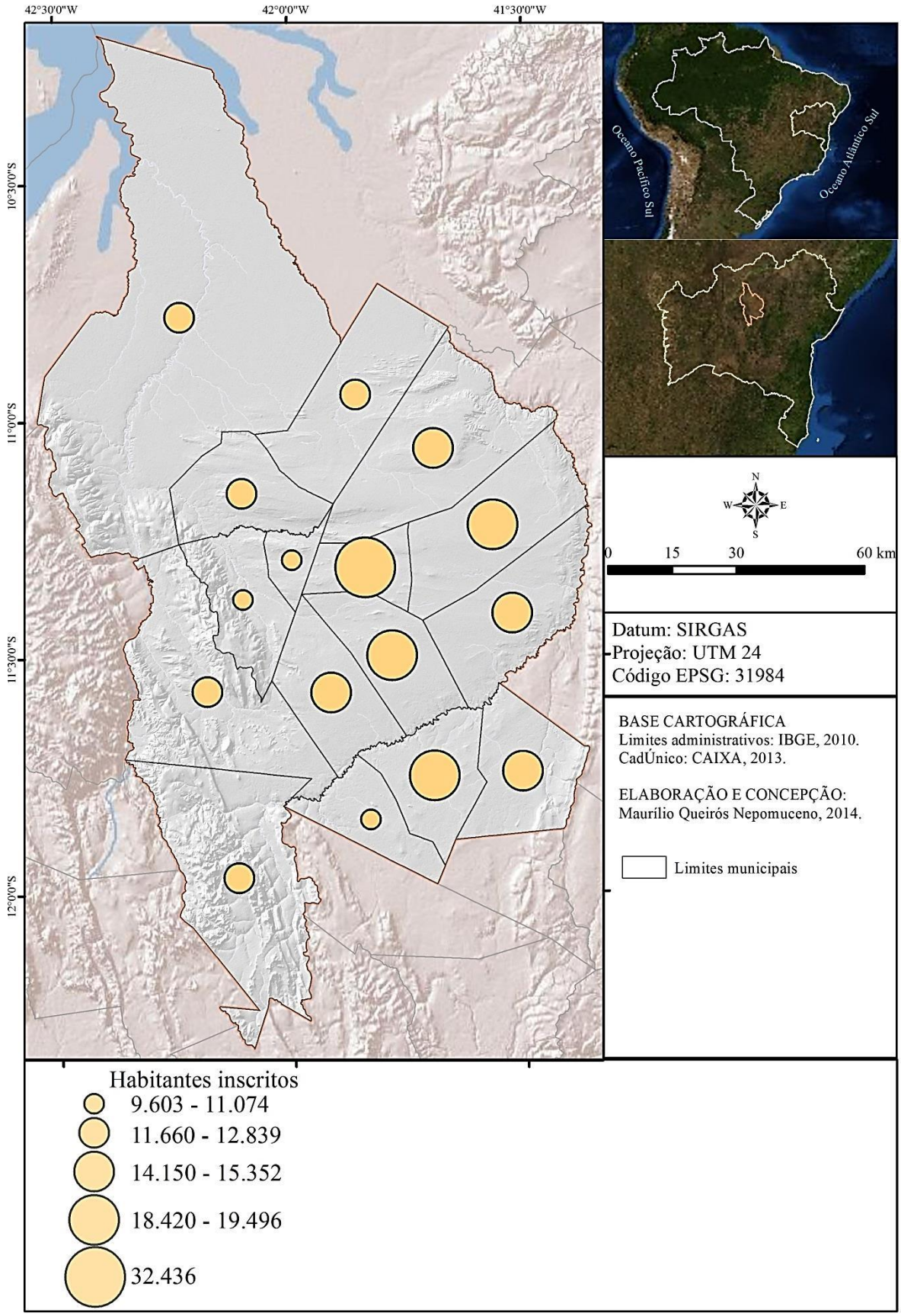
Irecê lidera o número de inscritos em termos absolutos, consoante com a maior população de munícipes. Em 2013 foram 32.436 inscritos que traduz-se em 10% da população estudada e 13,5% da registrada pelo CadÚnico. Esses valores continuam muito altos para a região, mesmo após dois anos seguidos de redução inscritos. No intervalo 2011/2012 houve uma pequena diminuição de 0,2% seguida de outra grande baixa de 12,1% no intervalo seguinte, referente à 2012/2013.

Tabela 07. Número de beneficiários dos programas sociais no Cadastro Único.

MUNICÍPIO	2011	2012	2013
América Dourada	14.529	14.698	14.386
Barra do Mendes	10.615	11.550	11.930
Barro Alto	10.353	9.859	9.603
Cafarnaum	14.779	14.875	14.150
Canarana	20.699	21.449	19.496
Central	13.211	13.253	12.333
Ibipeba	11.511	12.304	12.020
Ibititá	14.599	14.765	14.199
Irecê	36.989	36.921	32.436
Itaguaçu da Bahia	12.591	12.364	11.660
João Dourado	16.021	17.639	18.420
Jussara	13.026	13.375	12.839
Lapão	19.940	20.066	19.381
Presidente Dutra	10.900	11.206	10.809
São Gabriel	15.930	15.917	15.352
Uibaí	10.705	10.930	11.074
Região	246.398	251.171	240.088

Fonte: Caixa Econômica Federal, 2013.

Todavia, ao analisarmos apenas o município de Irecê, veremos que o mesmo apresenta o menor percentual alude à sua população, com somente 49%, valor muito inferior aos demais municípios. Possivelmente, estes números reflitam a superior taxa de urbanização de Irecê com 92,2% da população residindo na sede do município e uma densidade demográfica de 207,1 hab/km² segundo consta no censo demográfico de 2010 (BRASIL, 2010). Sabemos que os moradores da zona rural são historicamente os mais carentes seja no acesso a renda,



Mapa 07. Número de inscritos no cadastramento único para programas sociais do governo.

monopolizada, seja na oferta de infraestrutura e serviços básicos. Deve-se considerar ainda, que em razão da pequena dimensão dos limites administrativos, a maioria dos habitantes da zona rural mora nas proximidades da cidade, cuja acessibilidade é muito boa, pois as rodovias pavimentadas convergem para este centro urbano. Assim, a zona rural mais distante não fica há mais do que 18 km. Levando em conta, todas as outras sedes municipais nas redondezas, esta distância máxima é reduzida consideravelmente. Por esta perspectiva, temos em Irecê uma população eminentemente urbana, se não em domicílio, ao menos em modo de vida.

Em termos absolutos o menor número de inscritos refere-se ao município de Barro Alto com 9.603, onde este valor representa 3% da população regional e 4% do total de inscritos no cadastro. Registrou-se também uma retração de 2,6% no intervalo temporal 2011/2012 e de 4,8% em 2012/2013, acompanhando assim a tendência de queda nos valores para o ano de 2013 da maioria dos municípios. A menor quantidade de inscritos, não significa uma população com melhor qualidade de vida. Pode ocorrer uma taxa expressiva de não adesão aos programas sociais por motivos múltiplos, talvez o mais relevante seja o desconhecimento por parte dos mais necessitados a respeito do Cadastro Único.

A situação é mais delicada em América Dourada, cuja dependência da transferência de renda para as condições de existência do indivíduo é maior. Em termos relativos 90,1% (14.386) da população inscrita no cadastro, pode ser considerada exposta às adversidades econômicas, sociais e naturais. Este número significa 4,4% dos habitantes na região e 6% dos cadastrados. Certamente, as causas para esta grande adesão não se explica somente por um motivo, entretanto chamamos atenção para o fator econômico. No conjunto dos dezesseis municípios estudados, temos em América Dourada a menor participação do setor de serviços no Produto Interno Bruto (PIB) municipal com apenas 61,6%. Em contrapartida a agropecuária participa com 23,2% das riquezas geradas no seu território, a mais relevante entre os municípios. Embora não seja a menor, América Dourada apresenta 67,9% de taxa de urbanização na região.

Este cenário regional caracterizado por uma população em vias de urbanização, posto que 39,3% da população ainda residi na zona rural, aliado a uma alta taxa de beneficiários dos benefícios e programas sociais ratifica e indica a continuidade na trama dos fatos. Os sujeitos que dependem da transferência de renda nos dias atuais são os filhos, os netos e os bisnetos de trabalhadores rurais que outrora viram sua renda serem extraída por agentes que não se encontram naquele espaço majoritariamente. A expropriação dos meios de produção, gerou

uma leva de camponeses a perderem suas terras, numa encadeante trama histórica de concentração das riquezas nas mãos de poucos agentes, em detrimento do coletivo social.

Esta lógica de concentração também se manifestou no espaço geográfico através do uso. A seletividade dos espaços mais rentáveis para a reprodução ampliada do capital denota uma excessiva destinação das terras no geossistema da Agropecuária Sobre o Platô Cárstico de Irecê para fins de produção. Inclusive esta é a principal característica deste geossistema sobre os demais. Sendo assim sua estrutura e dinâmica são conformadas apenas muito recentemente, por volta dos anos 40 ou talvez menos.

A periodização permitiu compreender de forma mais evidente e didática como as transformações no bojo da sociedade contribuíram para conjuntamente com os elementos naturais configurarem arranjos espaciais, muitas vezes visíveis por imagens orbitais, como no caso do mapeamento do uso e cobertura da terra no intervalo de 37 anos. Foram as mudanças técnicas na base produtiva o principal fio condutor na reorganização agrária recente, ao passo que, igualmente constituíram uma dinâmica e evolução comum em certos ambientes.

No geral estas mudanças acarretaram novos mecanismos de organização dos geossistemas, nem sempre benéficos para o homem, enquanto sujeito ativo na dimensão geográfica. Assim, as novas propriedades emanadas nos sistemas ambientais juntam-se com as existentes, num processo de ajuste e reajuste em resposta às dinâmicas postas pelos agentes da organização espacial. Em função da intensidade dos processos atuantes consideraremos seus efeitos sobre a relação do balanço morfogênese/pedogênese e as contribuições da ação humana como indutor das mudanças na paisagem.

4. SÍNTESE ANALÍTICA DO QUADRO AMBIENTAL

> *Se o dinamismo é uma característica fundamental das entidades naturais, a estruturação não é menos importante. Diante da experiência ordinária, a natureza parece recortada por estruturas espaço-temporais e o progresso científico pode ser sintetizado como um conhecimento cada vez mais amplo e profundo das estruturas naturais. Para obter uma caracterização fidedigna da natureza, é imprescindível ter em conta a estruturação.* (ARTIGAS, 2005, p.51)

Em tempos de grandes agravos, igualmente complexos, os quais permeiam diversas instâncias do convívio social, a perspectiva da análise integrada do sistema natural têm se mostrado uma poderosa ferramenta no planejamento e ordenamento territorial. Há alguns anos, os simpatizantes das práticas conservacionistas alertam os gestores públicos para a importância na adoção de conceitos, premissas e métodos capazes de esclarecer as limitações impostas pelo ambiente, assim é possível optar por uma ocupação compatível com suas limitações.

É vital para um estudo balizado pela abordagem geossistêmica, interpretar a complexidade da paisagem como um todo contínuo. A leitura é instrumentalizada por dados e informações coletadas e construídas mediante disciplinas chaves, aptas a elucidarem o fenômeno em estudo, neste caso a análise dos geossistemas. Frequentemente, a escolha recai na apresentação disciplinar em sequência que represente a evolução das transformações e a velocidade de mudança na área de estudo. Em razão disto, inicia-se pelos elementos climáticos e geológicos em direção às materialidades das ações humanas como o uso e ocupação. Este arranjo não se configura em uma imposição hierárquica, mas antes numa relação dialética de fatos cujas origens são distintas.

Importa sublinhar a constante necessidade de abarcar a interdisciplinaridade, entendida pela intensidade das trocas entre os especialistas e pelo grau de interação real das disciplinas no interior de um mesmo projeto de pesquisa (JAPIASSU, 1976). Não se trata, neste capítulo, de compilar esquemas de variados temas, elaborados por outra variedade de pesquisadores em circunstâncias específicas. Interessa ao geógrafo pensar estrategicamente sobre um espaço plural e complexo, das mais numerosas preocupações.

Através da paisagem chega-se neste estudo a uma reflexão, o qual não prioriza a ótica da Geologia, Biologia, Sociologia etc, enquanto ciências. Na verdade, uma das metas concentra-se no esforço de considerar a interdisciplinaridade nos cruzamentos, conexões, elos entre as formas especializadas e parciais de abstrair o espaço. A solidariedade espacial das unidades funcionais analisadas não está centrada unicamente na disposição das coberturas

residuais de areia durante o Quaternário, ou na competição ecológica das espécies exóticas por exemplo. Resta estabelecer as potencialidades e limitações imprimidas pelas particularidades de cada geossistema em consonância com a gama de atividades humanas.

Como afirma Lacoste (1988), se considerados isoladamente os mapas especializados ou temáticos que retratem um mesmo território, pouco acrescentam ao trabalho do geógrafo. Todavia, analisados conjuntamente e em diferentes escalas, os mesmos dependem de uma abordagem fundamental, a da Geografia, e podem assim serem considerados como objetos geográficos.

Diante do exposto, antes de aprofundar na dinâmica dos geossistemas é importante compreender a estrutura e o contexto ambiental regional em que se encontram estas unidades. Embora nem todas as características tenham sido contempladas, as escolhidas constituem atributos importantes para deles se deduzir um diagnóstico preliminar. Um suporte para análises mais precisas, elo na condução de conhecimentos *a posteriori*.

4.1 O REGIME TERMOPLUVIOMÉTRICO

A região em estudo está completamente inserida no domínio dos Sertões Secos (AB'SÁBER, 2003), uma área caracterizada pelo contraste do ponto de vista climático e hidrológico, se comparada à imensidão do território nacional, onde prevalecem as terras úmidas com grande disponibilidade de recursos hídricos. Decerto, o semiárido brasileiro é uma paisagem de exceção.

Os processos atmosféricos são primordiais no condicionamento das relações entre os meios bióticos e abióticos, assim como as atividades humanas. Variações bruscas nos elementos meteoroclimáticos diretamente envolvidos nos processos ambientais como as precipitações pluviométricas, umidade atmosférica, ventos e a temperatura contribuem decisivamente para alterar a organização dos sistemas geográficos.

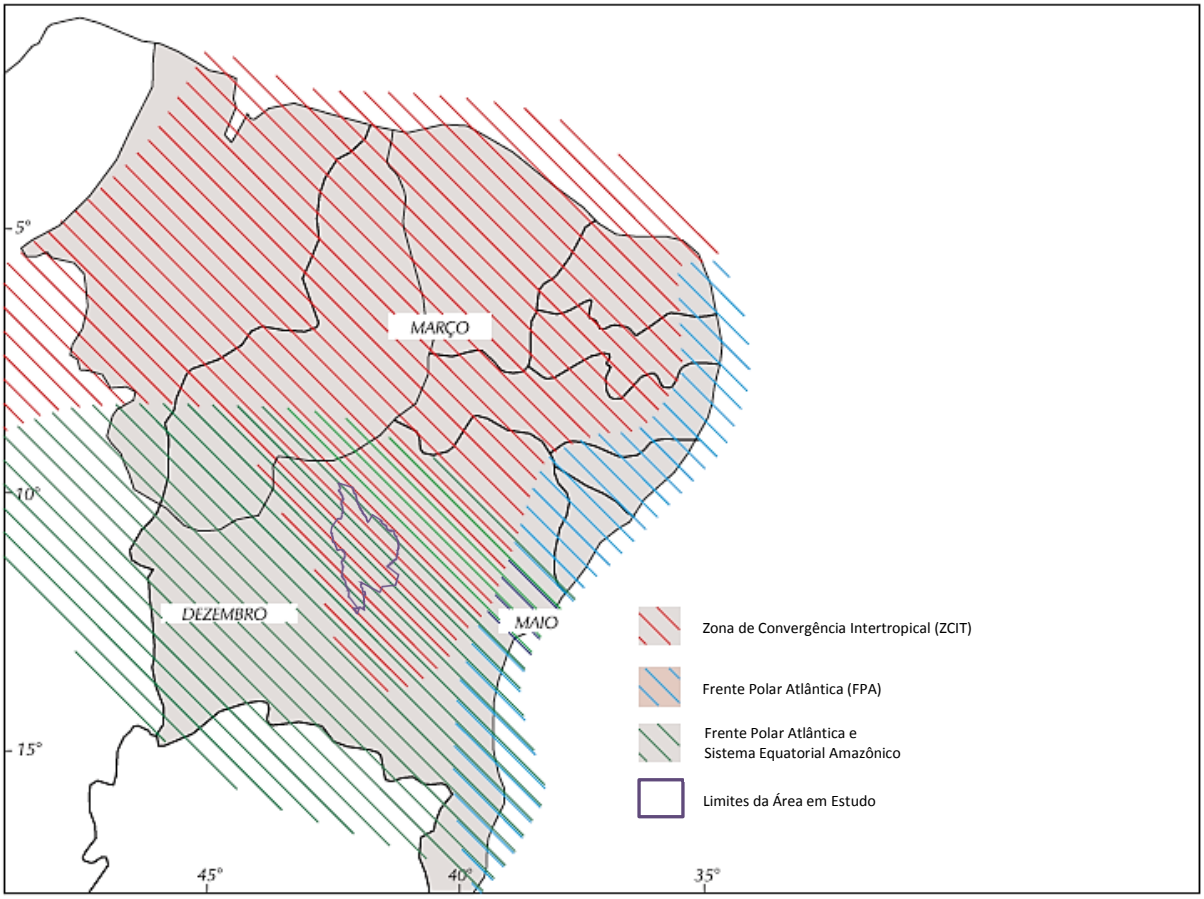
A Bahia está localizada em uma zona de transição entre três grandes centros de ação atmosférica. Por sua vez, a área de estudo situa-se na confluência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Frente Polar Atlântica (FPA) e o Sistema Equatorial Amazônico (SEA), configurando uma complexa organização climática regional, como revela o mapa 08.

Concernente ao regime climático na região de Irecê, uma marca relevante é a permanência de duas estações bem definidas. São períodos onde a variabilidade pluviométrica é bastante incisiva. A primeira estação condiz com o período chuvoso, de novembro a março, em que as chuvas equivalem quase à totalidade das precipitações anuais. Na segunda há uma drástica redução das chuvas, tendo entre seis a nove meses secos contínuos.

Estas duas estações emanam como produtos combinados dos sistemas de circulação atmosféricos, os quais provocam irregularidades sazonais e anuais, especialmente no que se refere às precipitações pluviométricas. Na existência de condições atmosféricas e oceânicas favoráveis, a ZCIT poderá posicionar-se mais ao sul, acarretando rápidas e intensas chuvas. Do contrário, a ZCIT mais ao norte da linha do equador está associada a grandes secas não só na área em estudo, como na maior parte do nordeste brasileiro.

O regime pluvial da região está vinculado maiormente aos mecanismos de ação da FPA, com ocorrências de chuvas entre outubro e abril. A FPA deriva da região sudeste do país e desloca-se ao longo do ano pelo litoral e interior da Bahia, muitas vezes associada com vestígios do SEA a oeste do estado. Quando o *El Niño* Oscilação Sul (ENOS) altera os padrões dominantes de interação atmosfera-oceano a nível global, ocorre um bloqueio no deslocamento da FPA em direção ao interior do estado, consequentemente há uma grande

redução na quantidade de chuvas. Neste cenário, instala-se a seca em uma região que já possui altos índices de frequência de ocorrência deste fenômeno, acima de 40% (BARBOSA, 2000). O inverso destas efemérides ocorre em anos de *La Niña*.



Fonte: adaptado de Kousky (1978 *in* BARBOSA, 2000)

Mapa 08. Zonas de atuação dos sistemas de circulação atmosféricos

Em trabalho realizado na Chapada Diamantina Jesus et al (1985) destaca os fatores climáticos locais de maiores relevância: posição latitudinal; orientação do sistema orográfico no sentido norte-sul; influência da altitude sobre as temperaturas locais; influência da compartimentação geomorfológica proporcionando condições de maior ou menor umidade atmosférica (barlavento e sotavento); influência da cobertura natural, sobretudo nas áreas serranas localizadas no setor oriental da Chapada, onde a cobertura vegetal é mais densa, condicionando uma tendência para maiores índices de evapotranspiração.

As combinações dos fatores climáticos contribuem para um período seco anual prolongado, haja vista a influência da forte radiação solar. No mapa 09A é possível observar uma forte correlação entre a topografia e a distribuição espacial das temperaturas médias

anuais. Ocorre que nas depressões periféricas e interplanálticas, semelhantemente para os vales rio Verde e Jacaré as temperaturas tendem a serem mais elevadas, entre 25 e 26°C ao passo que nas áreas mais altas a temperatura diminui (19 a 22ºC) numa evidente resposta ao efeito da altitude.

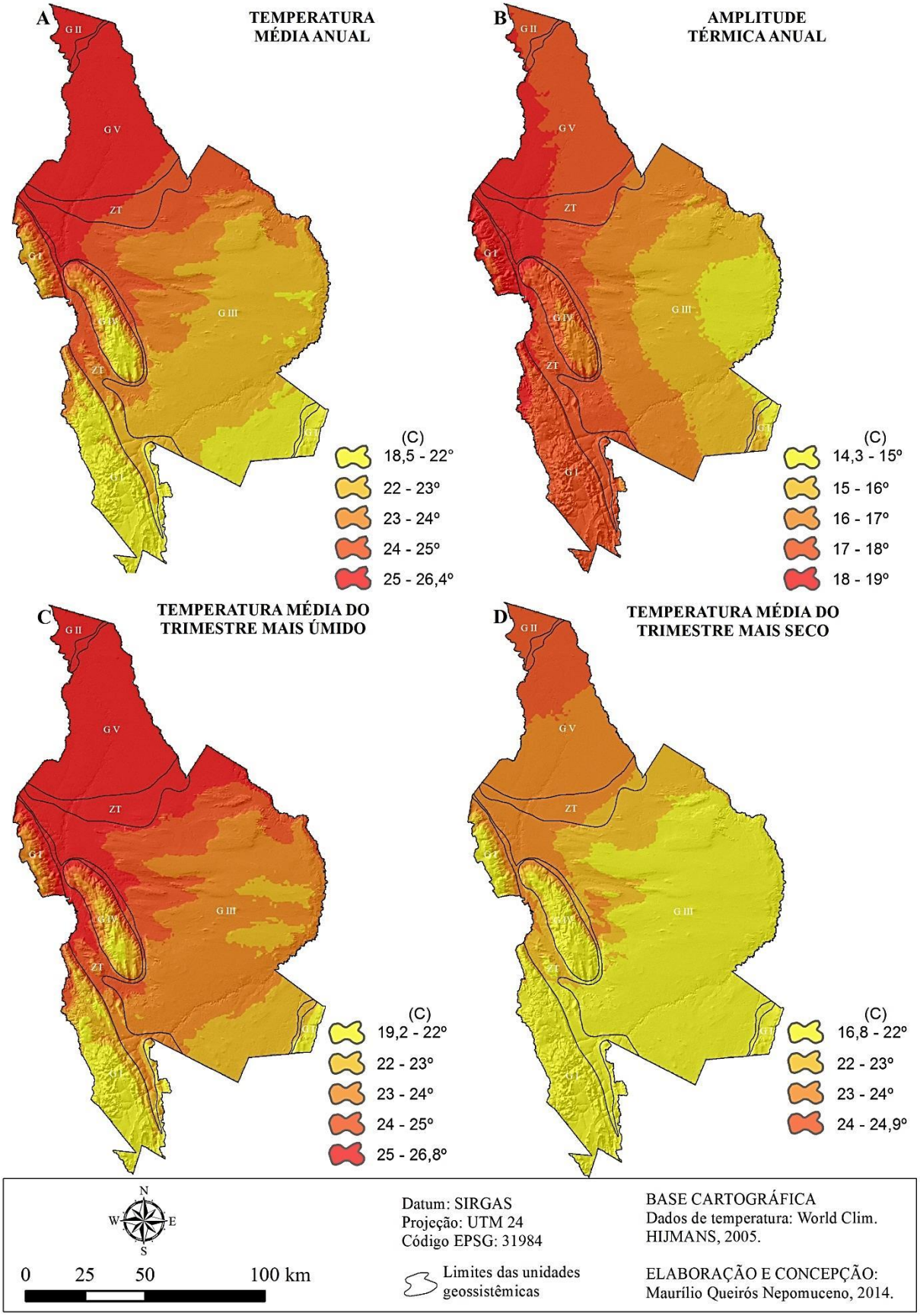
Assentada na planície de acumulação do rio Verde, Itaguaçu da Bahia possui concomitantemente a sede municipal de menor altitude com 453m e a maior temperatura média anual 25,3ºC, exibida na tabela 08. Na outra ponta, mesmo não tendo a maior cota altimétrica entre as sedes municipais, Cafarnaum possui a menor temperatura média anual registrada com 21,8ºC. Fato explicado pela proximidade das serras a leste da Chapada Diamantina conjugado com a ocorrência de maiores pluviosidades.

Tabela 08. Correspondências entre as altitudes e as temperaturas para as sedes municipais da região de Irecê entre 1950-2000.

SEDES MUNICIPAIS	ALTITUDE (m)	TEMPERATURA MÉDIA ANUAL (ºC)
Itaguaçu da Bahia	453	25,3
Uibaí	575	24,4
Jussara	618	24
Presidente Dutra	659	23,7
América Dourada	667	22,7
Canarana	687	22,5
São Gabriel	687	23,5
Central	698	23,6
Barro Alto	706	22,8
Ibipeba	709	22,9
Barra do Mendes	714	22,6
Irecê	727	23,3
Cafarnaum	761	21,8
Lapão	772	22,9
Ibititá	794	22,8
João Dourado	811	22,3

Fonte: Valeriano e Albuquerque, 2010. Dados termopluviométricos compilados e interpolados por Hijmans *et al*, 2005.

Ao considerar 23°C como o limite entre climas megatérmicos e mesotérmicos, nota-se nas sedes de Itaguaçu da Bahia, Uibaí, Jussara, Presidente Dutra, São Gabriel, Central e Irecê sua inserção no primeiro caso, vinculado com o gradiente positivo no sentido sudeste/noroeste.



Mapa 09. Regime térmico na região de Irecê entre 1950 e 2000.

A amplitude térmica anual apresenta um lineamento norte/sul e uma consequente redução no sentido leste/oeste (mapa 09B). Este gradiente pode estar ligado tanto a ação da continentalidade, como ao ativo anticiclone semifixo existente no oceano Atlântico Sul, o qual sopra quase todo o ano, ventos oriundos do quadrante sudeste. Mesmo com a barreira orográfica exercida pelo complexo Espinhaço-Diamantina, possivelmente uma parte do fluxo de ar ultrapasse este obstáculo e areje a borda leste e sudeste da região de Irecê. Esta estrutura permitiria uma maior estabilidade na oscilação térmica a leste, próximo dos 14ºC. O caráter transacional entre os principais sistemas de circulação atmosféricos e a posição periférica a oeste, implica na atuação especialmente dos vestígios destas frentes e numa instabilidade térmica um pouco maior, cerca de 19ºC.

As grandes variações diárias na temperatura são de importante participação no intemperismo físico, entretanto não se observa essa mesma variabilidade sazonalmente. Embora as chuvas tragam um frescor e notável melhoria na sensação térmica[38], há uma homogeneidade nas temperaturas se comparado o trimestre úmido (novembro, dezembro e janeiro) com o seco (junho, julho e agosto), mapa 09C e D. Em um mesmo sítio, a diferença entre o trimestre mais seco e o mais úmido é por volta de 2ºC apenas, denotando pouca variabilidade térmica sazonal. Diferentemente das altas latitudes, em que pesa as variações térmicas, são as oscilações pluviométricas o grande agente climático provedor dos processos ambientais nas latitudes baixas. Cabe destacar que a espacialização da temperatura reflete o comportamento peculiar, em que pesam chuvas de verão associadas a temperaturas médias mais altas de até 27 ºC e um inverno um pouco mais ameno, onde as temperaturas médias não ultrapassam geralmente os 25 ºC. A insolação anual na região fica em torno de 3.000 a 3.400 horas de brilho de sol (BAHIA/SRH, 1995).

De modo geral, cada organismo vivo possui um *optimum* térmico, dentro da qual o crescimento e desenvolvimento ocorrem normalmente em uma faixa de conforto. Esta faixa está inserida em outra maior, denominada faixa de tolerância, seus limites máximos e mínimos indicam uma situação de comprometimento das atividades fisiológicas. Uma exposição prolongada pode levar o organismo a morte, quando na faixa de tolerância ou distante dos limites de conforto. É importante para as atividades agrícolas verificar a faixa de conforto da espécie, pois a mesma deve ser compatível com as grandes oscilações diárias e a

[38] Por vezes os agricultores chamam de inverno a estação chuvosa, correspondente ao verão astronômico e o inverso para o inverno astronômico.

topologia, haja vista existirem locais com 18,5°C (ao sul) até 26,4°C (norte). O tomate por exemplo, necessita de uma faixa entre 15 e 20°C na época propícia para a floração e frutificação. A couve, a cenoura, a cebola e a beterraba precisam de temperaturas noturnas mais amenas para iniciar a fase de floração, enquanto a alface depende de elevadas temperaturas, aproximadamente entre 21 e 27°C.

Como exposto na tabela 09 a região de Irecê está integralmente inserida abaixo dos valores de 800 mm. Por muito tempo a isoieta de 800 mm foi o critério adotado para a delimitação do polígono das secas e da região semiárida pelo Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE), a qual foi criada pela SUDENE (Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste) (BARBOSA, 2000). Este limite define cartograficamente a abrangência da semiaridez e assemelha-se com a espacialização do bioma Caatinga. Não fosse a irregularidade e concentração das chuvas em um curto período, esta quantidade seria suficiente para atender as necessidades dos cultivos agrícolas, criação de animais e abastecimento humano, desde que bem distribuída no decorrer do ano.

Tabela 09. Precipitação média anual e total anual para as sedes municipais da região de Irecê entre 1950-2000.

SEDES MUNICIPAIS	PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL (mm)	PRECIPITAÇÃO TOTAL ANUAL (mm)
América Dourada	44	537
Cafarnaum	46	560
João Dourado	47	573
Jussara	47	575
Irecê	48	582
São Gabriel	48	581
Canarana	49	589
Central	49	593
Lapão	49	590
Barra do Mendes	50	602
Barro Alto	50	602
Presidente Dutra	51	614
Ibipeba	52	628
Ibititá	52	633
Itaguaçu da Bahia	54	656
Uibaí	56	678

Fonte: Compilado e interpolado por Hijmans *et al*, 2005.

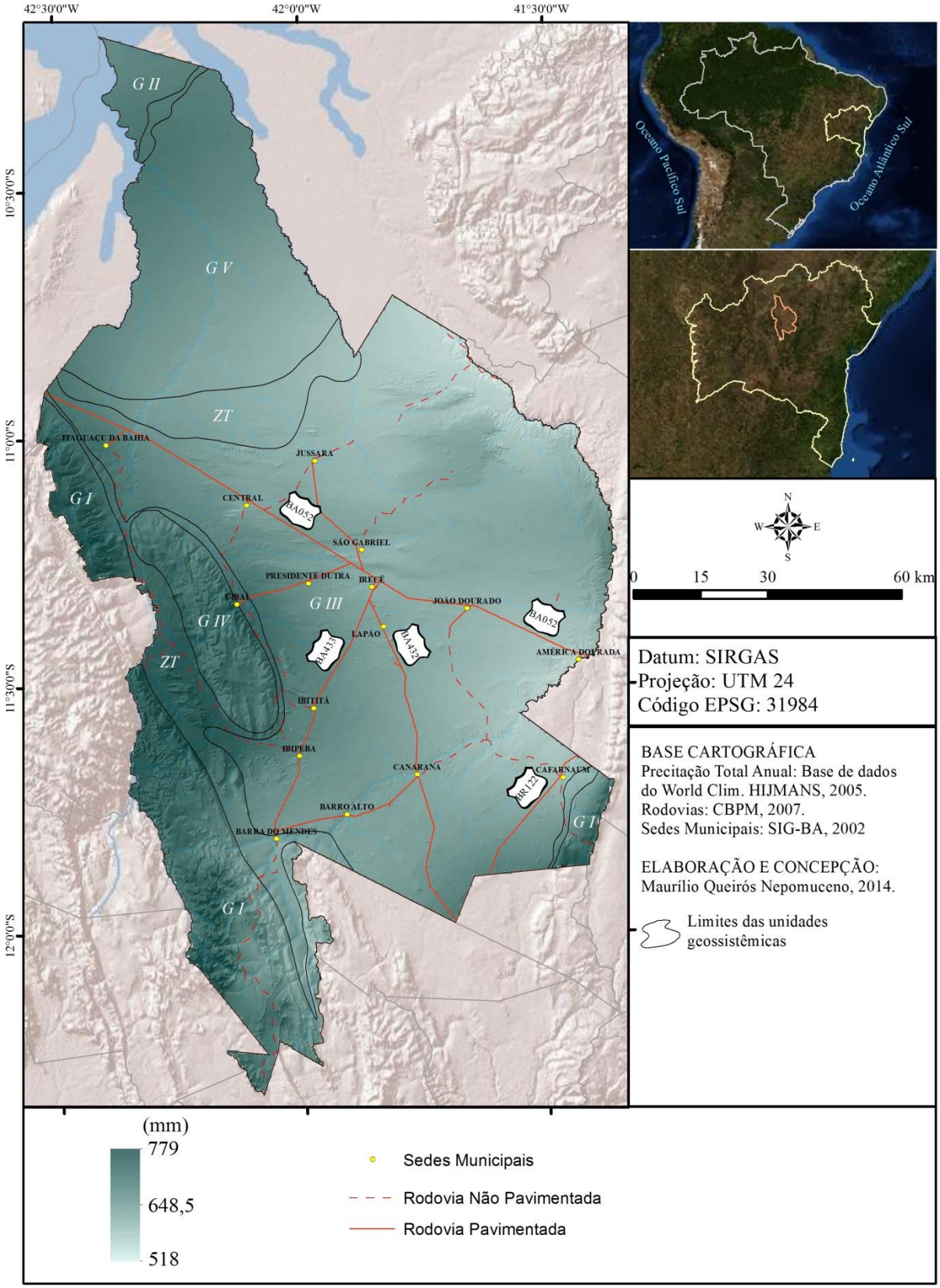
Por ser uma aproximação muito simplificada, as precipitações médias anuais nos mostram uma variação espacial muito reduzida entre as sedes municipais. Contudo, a localização das cinco sedes de maior precipitação total anual reflete um regime de chuvas onde a intensidade da pluviosidade é concentrada em elevadas altitudes e próxima às bordas das serras, como sugere o mapa 10. Por conta da vizinhança de um grande corpo d'água como o lago de Sobradinho ao norte, cuja evaporação é muito alta, no seu entorno também ocorre uma incidência maior de chuvas do tipo convectivas. São de curta duração, mas de alta intensidade e abrangem pequenas áreas.

A maior parte das chuvas que ocorrem no final da primavera e todo o verão estão associadas a sistemas atmosféricos de origem continental. Sua característica principal são os fortes aguaceiros acompanhados de trovoadas. A intensidade destas chuvas é maior na região oeste e diminui no sentido nordeste e sudeste (JESUS, 1985), por isso as sedes municipais de América Dourada, João Dourado, Cafarnaum, Jussara e Irecê possuem pluviosidade menor. Nestes municípios a acentuada energia emitida pelo Sol também favorecem a formação de chuvas convectivas pela ascensão do ar aquecido na superfície.

Em termos gerais há basicamente dois contextos de regimes climáticos. O primeiro caracterizado por chuvas orográficas que aliadas a outros fatores locais propiciam a regulação e amenização das temperaturas. São as serras da Chapada Diamantina e os vales dissecados. O outro é a superfície arrasada do planalto de Irecê com escassas chuvas de abril a setembro e temperaturas médias anuais entre 22 e 25°C. Surgem inseridas, pequenas áreas de pluviosidade inferior a 600 mm anuais ao nordeste de Jussara, numa região com o sugestivo nome de Cruel e ao sul de América Dourada (BARBOSA, 2000).

O ritmo das precipitações pluviométricas é uma das principais forças ativas na morfogênese. A chuva exerce sua ação erosiva por meio do impacto das gotas de chuvas, promovendo enxurradas que transportam os sedimentos erodidos e em seguida depositam nas baixadas ou cursos d'água. Apesar deste resumo simplista, muitos outros agentes atuam para a ocorrência da erosão.

No que tange aos dados pluviométricos, as médias anuais ou diárias, bem como as diversas amplitudes, os totais mensais, diários ou anuais pouco significam em relação à erosão. Duas regiões podem apresentar as mesmas médias e totais anuais, ainda assim, numa área a quantidade pode ser concentrada em poucos meses e na outra regularmente precipitada ao longo do ano. Se as condições ambientais forem semelhantes, espera-se no segundo local



Mapa 10. Precipitação total anual na região de Irecê entre 1950 e 2000.

uma erosão mais branda, pois a chuva não se distribui uniformemente no intervalo de um ano, quiçá diariamente.

A duração, frequência e intensidade são as características a serem observadas sobre a chuva, sendo está última a mais importante, pois envolve outros dois atributos a pluviosidade total e a distribuição sazonal. Quanto maior a intensidade maior será a perda de solo por erosão, logo, há uma relação direta entre ambos. Destarte, mantidos constantes outros fatores, há um alto índice de correlação diretamente proporcional entre a perda de solo (morfogênese) e o valor do produto da erosividade.

Mediante a intensidade pluviométrica é possível analisar a quantidade de energia potencial disponível nas precipitações para transformar-se em energia cinética. A força que as características físicas da chuva têm de afetar diretamente a erosão do solo é denominada erosividade. A erosividade representa a influência do clima nos processos morfodinâmicos, portanto, é um agente decisivo na ampla denudação da região de Irecê.

A espacialização da erosividade no mapa 11 revela uma conformidade com as precipitações totais. Para melhor avaliação da energia potencial disponível, optou-se pela individualização em cinco setores enumerados em algarismos romanos. Os setores de erosividade mostram a extensão das áreas onde este processo é pouco significativo e onde é mais eficaz. Crepani, Medeiros e Palmeira (2004) consideram para o Brasil os valores anuais abaixo de 50 mm como de mínima erosividade, o outro extremo cabe aos valores acima de 525 mm, numa gradação crescente a cada 25 mm. Neste escalonamento proposto, a amplitude dos dados da área em foco, demonstra uma disposição intermediária.

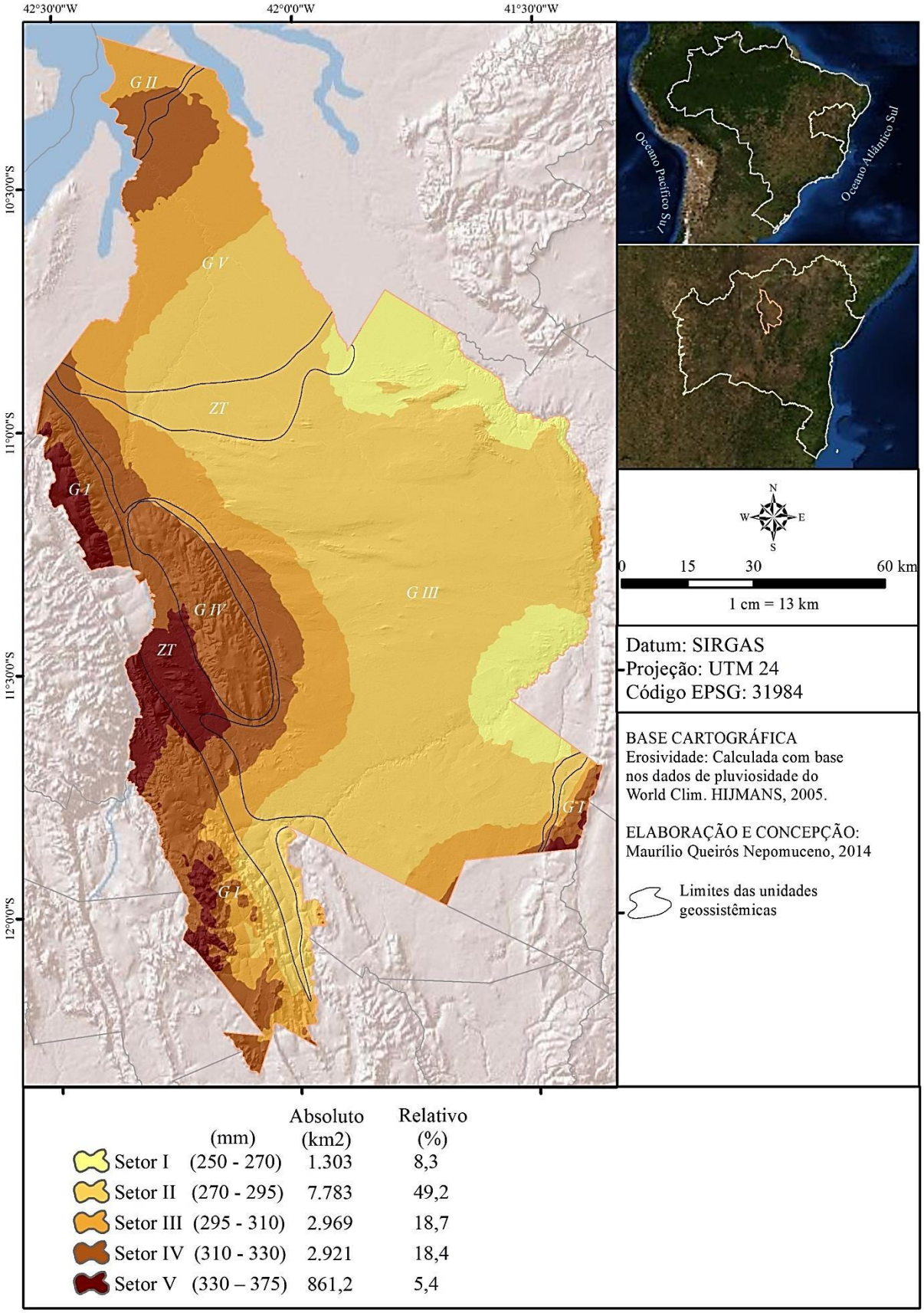
A análise espacial da erosividade teve o contratempo da débil e parca rede de mensuração existente, contando-se somente com uma única estação em Irecê. Felizmente de posição central entre os limites estudados. Por outro lado, o produto gerado está condizente com a literatura e demais dados meteoroclimáticos adquiridos.

No mapa, há de se tomar cuidado para não confundir a nomenclatura dos setores de erosividade com a dos geossistemas, em razão de serem expressos através dos algarismos romanos. Apesar delas serem semelhantes, sua delimitação e principalmente, a função, são igualmente diferentes.

Como era de se esperar, compete ao quadrante oeste o mais expressivo poder de erosão. A energia cinética contida entre o intervalo 330 e 375 mm (setor V) promove através do impacto das gotas de chuvas uma expressiva morfogênese, quando os demais fatores envolvidos agem favoravelmente a perda de solo. As áreas de ocorrência desta classe, as quais abrangem 861,2 km² necessitam de práticas de conservação do solo eficientes, pois envolvem

contextos ambientais distintos. Em se tratando da litologia, o setor V age tanto em rochas coesas, quanto nas mais friáveis.

O setor I é caracterizado pelos menores valores registrados, entre 250 a 270 mm. Todavia, a intensidades destas chuvas carregam uma energia com capacidade de desprender os solos descobertos e transportar as partículas para os vales dos leitos tributários do rio Jacaré ou para ele próprio. A localização deste setor é preocupante, pois está em conformidade com terrenos de ocupação antiga, explorados há décadas pela agricultura, muitas vezes mecanizada. Estes locais permanecem com o solo exposto nos meses secos, período de grande exposição aos processos erosivos, sobretudo quando chegam as primeiras chuvas.



	(mm)	Absoluto (km2)	Relativo (%)
Setor I	(250 - 270)	1.303	8,3
Setor II	(270 - 295)	7.783	49,2
Setor III	(295 - 310)	2.969	18,7
Setor IV	(310 - 330)	2.921	18,4
Setor V	(330 – 375)	861,2	5,4

Mapa 11. Níveis setoriais de erosividade na região de Irecê.

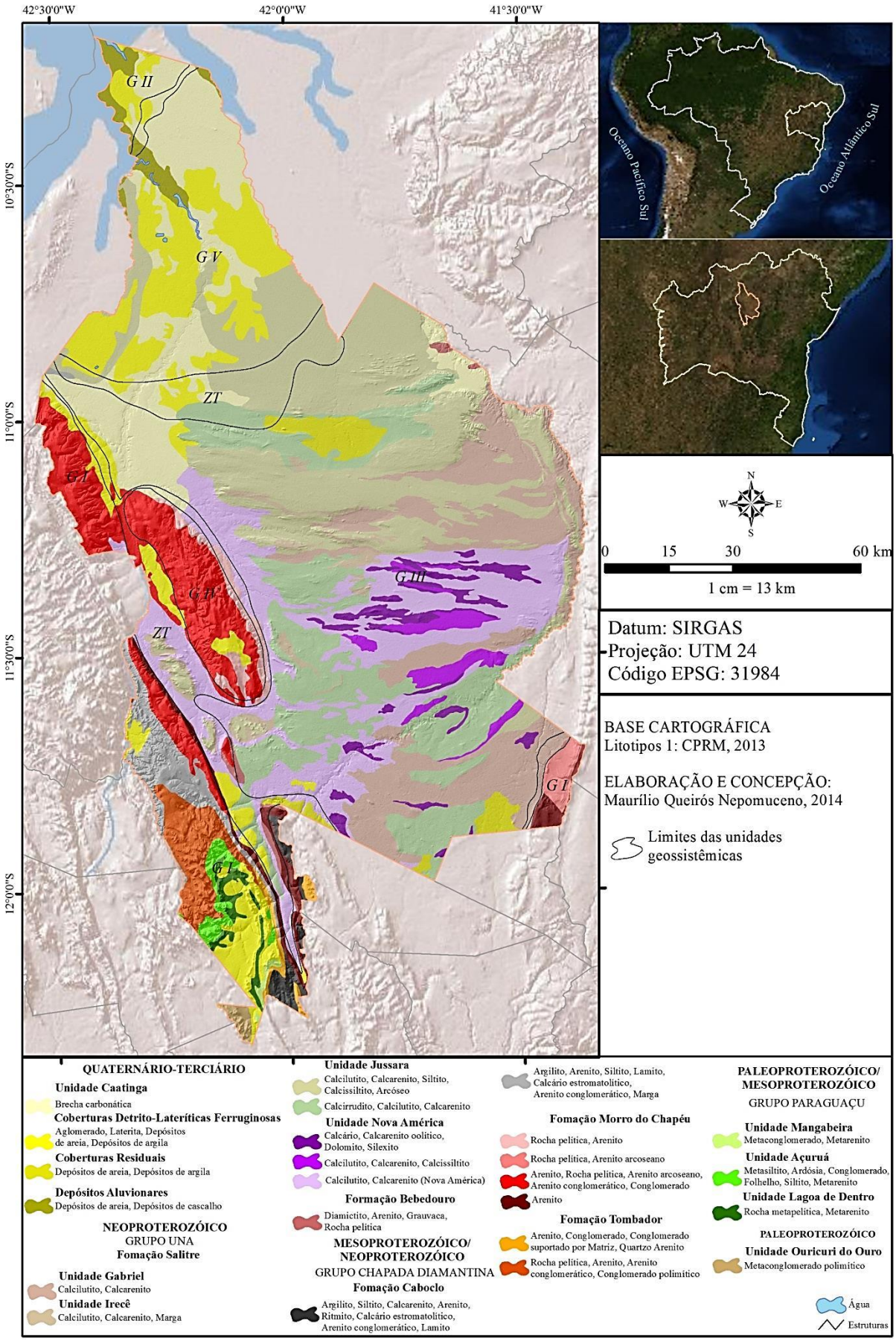
4.2 OS LITOTIPOS

O contato da atmosfera com os minerais presentes nas rochas ocorre por meio das intempéries como o vento, a chuva a temperatura. Tais processos ocorrem concomitantemente com outros fatores, resultando em graus diferentes de maturação do solo. O solo será mais parecido com o material de origem à medida que o seu nível de desenvolvimento estiver mais próximo das fases iniciais. Sabe-se que em ambientes climáticos distintos, uma mesma rocha poderá formar solos similares, em contrapartida, em condições climáticas parecidas, rochas diferentes poderão formar solos equivalentes.

A erosividade será menor caso as propriedades dos minerais favoreçam a dureza da rocha. A espacialização dos litotipos locais indica que os metaconglomerados e as rochas pelíticas, por exemplo, são mais resistentes às reações químicas da água e a dilatação/contração promovida pelas amplitudes térmicas. A morfogênese será negativa quando a ação do intemperismo físico e bioquímico não desgastar a rocha ao ponto de fragmenta-la ou mesmo solubilizar alguns de seus constituintes. Nesta situação, a pedogênese tende a ser mais ativa. Destarte, para análise do balanço morfogênese/pedogênese é fundamental o conhecimento a respeito do substrato onde atuam os processos formadores e modificadores dos sistemas ambientais. Haja vista os objetivos preconizados nesta pesquisa em específico, as formações litológicas superficiais são mais importantes que o substrato rochoso mais profundo, pois permite uma análise da rocha que forma o solo.

O levantamento geológico realizado (CPRM, 2013) expresso no mapa 12, demonstra a existência de ambientes de sedimentação na Bacia de Irecê. Uma sequência sedimentar sob condições glaciais de origem continental, composta por diamictito, arenito, grauvaca e rocha pelítica da formação Bebedouro e a formação Salitre, de rochas carbonáticas geradas a partir de ciclos de deposição marinha em meio a oscilações do nível do mar. A Bacia de Irecê ocupou uma depressão limitada por falhas implantadas majoritariamente no sentido leste/oeste.

O Supergrupo São Francisco é divido nos grupos Una e Bambuí. Integra o grupo Una as formações Bebedouro de pequena dimensão e a Salitre. A tabela 10 expõe a mensuração dos litotipos espacializados no mapa, por meio dela podemos verificar que a formação Bebedouro ocupa apenas uma área correspondente a 0,3% (54,90km^2) da região e a Salitre 59,9% (9.477,10km^2). Mesmo que as extensivas sequências de rochas calcárias da formação Salitre, sejam de origem marinha, são possíveis encontrar curtas intercalações de rochas terrígenas. Pertencem a essa formação as unidades Gabriel, Irecê, Jussara e Nova América.



Mapa 12. Geologia na região de Irecê.

Tabela 10. Área ocupada em termos absolutos e relativos por cada litotipo na região de Irecê.

ESPACIALIDADE	LITOTIPOS	ABSOLUTO (km^2)	RELATIVO (%)
Unidade Caatinga	Brecha carbonática	1.615	10,2
Coberturas Detrito-Lateríticas Ferruginosas	Aglomerado, Laterita, Depósitos de areia, Depósitos de argila	1.704	10,8
Cobertura Residuais	Depósitos de areia, Depósitos de argila	289,1	1,8
Depósitos Aluvionares	Depósitos de areia, Depósitos de cascalho	170,3	1,1
Formação Salitre	Calcilutito, Calcarenito	313,7	2,0
	Calcilutito, Calcarenito, Marga	237,9	1,5
	Calcilutito, Calcarenito, Siltito, Calcissiltito, Arcóseo	228,5	1,4
	Calcirrudito, Calcilutito, Calcarenito	2.966	18,7
	Calcário, Calcarenito oolítico, Dolomito, Silexito	1.958	12,4
	Calcilutito, Calcarenito, Calcissiltito	2.057	13,0
	Calcilutito, Calcarenito (Nova América)	1.716	10,8
Formação Bebedouro	Diamictito, Arenito, Grauvaca, Rocha pelítica	54,9	0,3
Formação Caboclo	Argilito, Siltito, Calcarenito, Arenito, Ritmito, Calcário estromatolítico, Arenito conglomerático, Lamito	90,4	0,6
	Argilito, Arenito, Siltito, Lamito, Calcário estromatolítico, Arenito conglomerático, Marga	320,7	2,0
Formação Morro do Chapéu	Rocha pelítica, Arenito	145,1	0,9
	Rocha pelítica, Arenito arcoseano	89,8	0,6
	Arenito, Rocha pelítica, Arenito arcoseano, Arenito conglomerático, Conglomerado	1.074	6,8
	Arenito	205,2	1,3
Formação Tombador	Arenito, Conglomerado, Conglomerado suportado por Matriz, Quartzo Arenito	57,5	0,4
	Rocha pelítica, Arenito, Arenito conglomerático, Conglomerado polimítico	298,8	1,9
Unidade Mangabeira	Metaconglomerado, Metarenito	19	0,1
Unidade Açuruá	Metasiltito, Ardósia, Conglomerado, Folhelho, Siltito, Metarenito	92,3	0,6
Unidade Lagoa de Dentro	Rocha metapelítica, Metarenito	80,2	0,5
Unidade Ouricuri do Ouro	Metaconglomerado polimítico	35,8	0,2

Fonte: CPRM, 2013.

O Supergrupo Espinhaço contorna a Bacia de Irecê, exceto ao norte, e agrega os grupos Chapada Diamantina e Paraguaçu. Por sua vez, o primeiro grupo une litologias de sistema marinho da formação Caboclo, sistema deltaico da formação Morro do Chapéu e sistema fluvial/eólico da formação Tombador, ocupando uma área relativa de 14,4% (2.281,5km^2). O grupo Paraguaçu têm litologias integralmente de ambiente deposicional marinho, constituído pelas rochas mais antigas encontradas na região relativas às unidades Mangabeira, Açuruá, Lagoa de Dentro e Ouricuri do Ouro (SOUZA, BRITO e SILVA, 1993) distribuído ao longo de 227,30km^2 (1,4%) da região. Este grupo demonstra uma grande

resistência aos agentes intempéricos. O Supergrupo Espinhaço é caracterizado por estruturas no sentido norte/sul.

O substrato mais recente são as coberturas sedimentares datadas do quaternário e terciário. Constituídas de materiais diversos como sedimentos arenosos, areno-argilosos, e detrito-lateríticos ferruginosos. Sua área absoluta de 3.778,40km^2 (23,9%) é repartida ao sul pelo município de Barra do Mendes e ao norte por Itaguaçu da Bahia.

A partir da tabela 10, podemos observar ainda as rochas predominantes que atuam passivamente nos processos intempéricos e consequentemente, condicionam as características do solo, principalmente os mais jovens. Dito isto, a composição física e mineralógica das rochas influenciam o intemperismo químico, bem como a cobertura vegetal. A exemplo da extensa presença de calcários nos litotipos que retardam em diferentes níveis o desenvolvimento da acidez no solo, especialmente nos ambientes mais úmidos. A vegetação por sua vez tende a um desenvolvimento mais sadio, pois um solo ácido diminui a atividade biológica e a liberação de nutrientes, em virtude do aparecimento de elementos tóxicos para as plantas.

A distinção geológica é de extremo interesse para o geógrafo preocupado em explicar a heterogeneidade da paisagem. Cumpre salientar que, os modelados e as morfoestruturas são erodidos em uma crosta terrestre constituída de litovariantes[39] como resistência, permeabilidade, porosidade, densidade etc. As propriedades da matriz rochosa interferem na velocidade e comportamento frente aos fatores exógenos da formação do relevo. Ignorar esta variável é comprometer a interpretação das formas topográficas e os processos decorrentes. Portanto, a formação Salitre é mais coesa do que as coberturas sedimentares e menos resistente em face da formação caboclo.

[39] Variações introduzidas pela litologia.

4.3 OS MODELADOS

Do mesmo modo como os demais componentes da natureza, as formas de relevo não ocorrem por acaso e também não podem ser entendidos isoladamente. Para Tricart (1977), enquanto a análise morfodinâmica é conduzida em um contexto regional mais vasto pelas condições climáticas e o quadro morfoestrutural, nos trabalhos de maior detalhe outros aspectos são considerados, como as topovariantes[40], declividade, orientação da vertente, direção de fluxo entre outros.

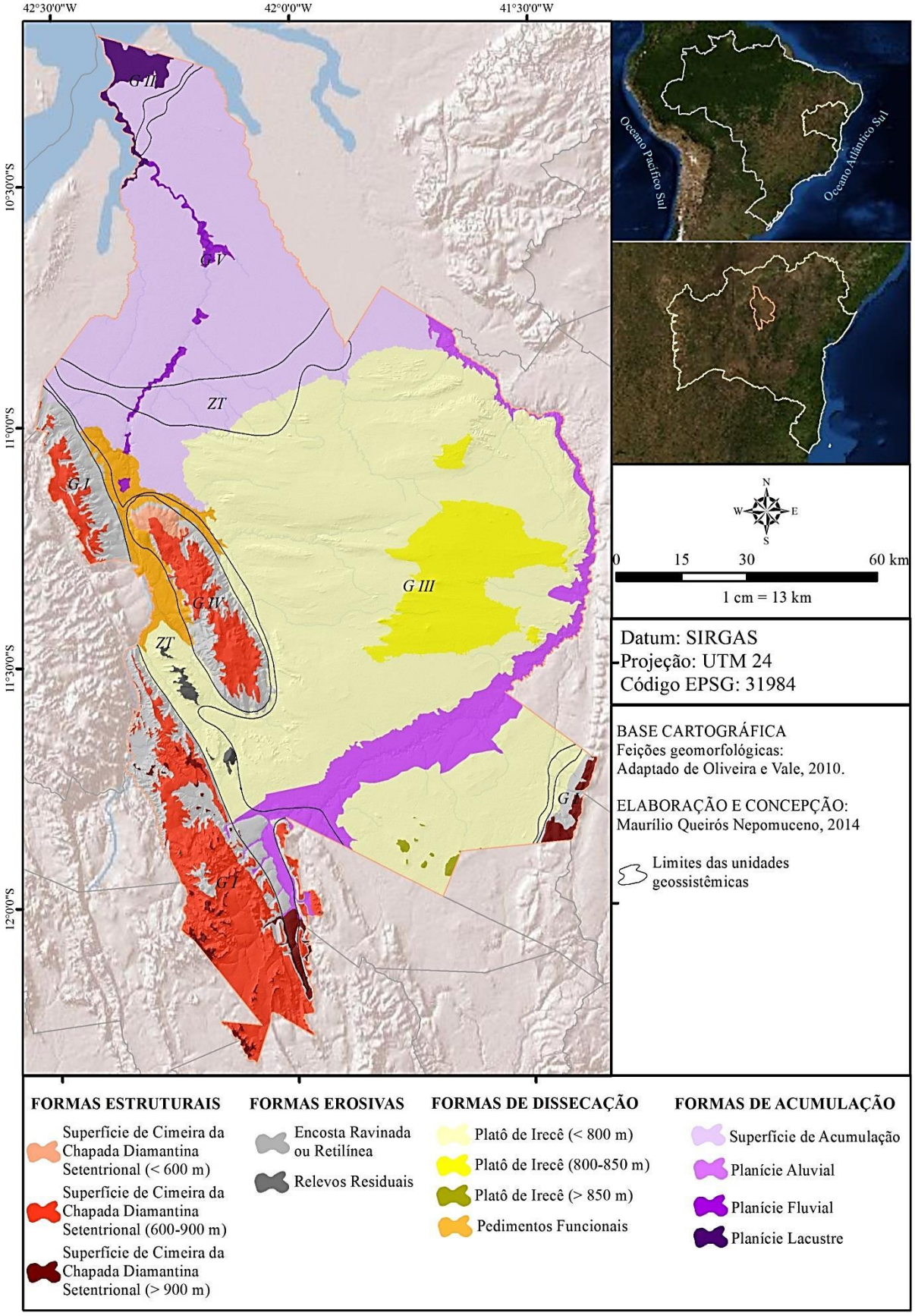
Entende-se os processos morfodinâmicos como as mudanças presentes no relevo em virtude da intensidade e frequência dos mecanismos morfogenéticos atuais ou subatuais, associadas ou não às derivações antropogênicas (CASSETI, 2005).

O mapeamento realizado por Oliveira e Vale (2010), no mapa 13, mostra os conjuntos de modelados em formas de agradação (estrutural) e denudação (erosiva, dissecação, acumulação). As feições identificadas insere-se nos estudos da fisiologia da paisagem pela importância dada a conformação do relevo (situação topomorfológica e características estruturais) para o estágio atual dos processos erosivos.

A tabela 11 mostra a preponderância das formas de denudação com 88,3% (14.208,8 km²) sobre as demais. O platô de Irecê abaixo dos 800m é a forma mais importante do ponto de vista da distribuição, pois abrange 43,4% (6.881,1 km²). Enquanto todas as formas estruturais somam apenas 10,3% (1.628,2 km²). Depreende-se então a efetiva participação dos processos erosivos na esculturação do relevo.

Os dados mostram que as relações tecidas, principalmente, entre as litovariantes e topovariantes resultaram em uma organização direta na espacialização dos modelados. Os argilitos, arenitos, rocha pelítica e conglomerados do grupo Chapada Diamantina estão associados às formas estruturais da superfície de cimeira da unidade homônima. O trabalho erosivo nas serras proveu encostas ravinadas e o isolamento de morros testemunhos ou relevos residuais nas imediações deste grupo geológico. As formas dissecadas refletem a forte denudação pela qual passou a bacia sedimentar de Irecê e a dissolução das rochas calcárias do grupo Una. As planícies integram ambientes deposicionais presentes nos vales do Rio Verde e Jacaré, são assim formas de acumulação de sedimentos fluviais, aluviais e lacustre, mais os sedimentos erodidos das depressões interplanálticas.

[40] Variações introduzidas pelo vigor da dissecação na topografia.



Mapa 13. Modelados da região de Irecê.

Tabela 11. Área ocupada em termos absolutos e relativos por cada modelado na região de Irecê.

FORMAS	MODELADOS	ABSOLUTO (km^2)	RELATIVO (%)
Estruturais	Superfície de Cimeira da Chapada Diamantina Setentrional (< 600 m)	48,1	0,3
	Superfície de Cimeira da Chapada Diamantina Setentrional (600-900 m)	1.414,3	8,9
	Superfície de Cimeira da Chapada Diamantina Setentrional (> 900 m)	165,8	1,0
Erosivas	Encosta Ravinada ou Retilínea	1.112,2	7,0
	Relevos Residuais	37,1	0,2
Dissecação	Platô de Irecê (< 800 m)	6.881,1	43,4
	Platô de Irecê (800-850 m)	949,8	6,0
	Platô de Irecê (> 850 m)	19,6	0,1
	Pedimentos Funcionais	379,3	2,4
Acumulação	Superfície de Acumulação	3.605,3	22,8
	Planície aluvial	1.004,6	6,3
	Planície Fluvial	87,8	0,5
	Planície Lacustre	132,1	0,8

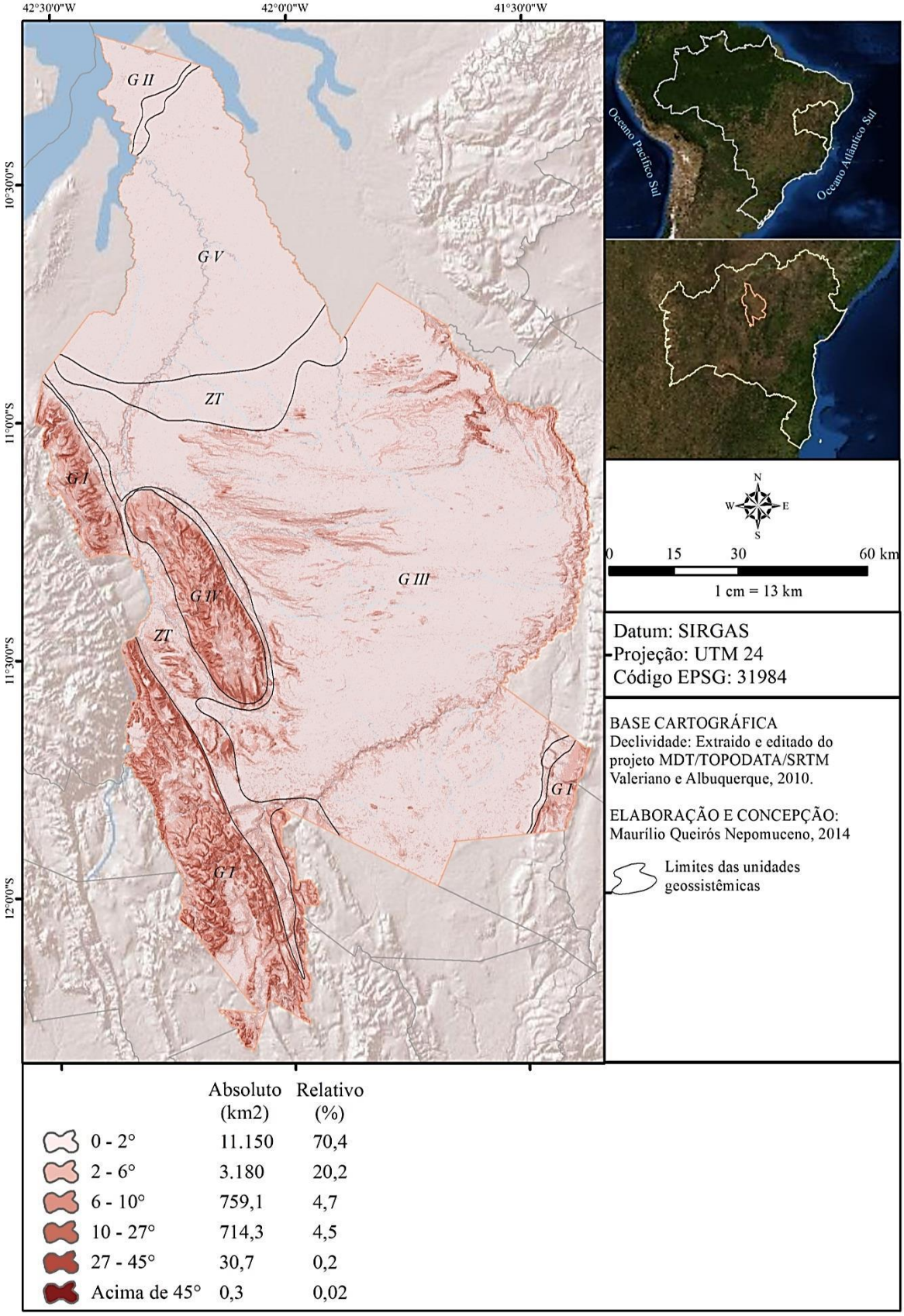
Fonte: Oliveira e Vale, 2010.

Para a evolução do relevo cárstico foi necessário uma água com pH baixo, isto é, ligeiramente ácida[41], circulando e renovando-se constantemente. A percolação desta água nas rochas ocorre em consequência dos planos de fraqueza, onde ela infiltra e progressivamente no decurso do tempo passa a formar condutos, riachos subterrâneos, cavernas e muitas dolinas, as quais são visíveis em imagens orbitais.

A dissecação do platô de Irecê é beneficiada pela infiltração das águas pluviais em um relevo monótono de pequenas declividades, geralmente entre 0 e 2° na região central e ao norte, como fica evidenciado pelo mapa 14. Consensualmente a declividade é um fator importantíssimo para o desencadeamento dos processos erosivos.

Assim sendo, a movimentada topografia das formas estruturais bem como suas encostas e os relevos residuais exercem acentuada influência sobre a instabilidade ambiental. Nestas áreas poucos locais possuem declividade acima dos 27°.

[41] A dissolução do calcário ocorre através da água que, ao percolar nos solos, enriquece em CO_2 e reage com o calcário para formar bicarbonato de cálcio solúvel, de acordo com a seguinte reação clássica:
$CaCO_3+CO_2+H_2O \leftrightarrow Ca(HCO_3)_2$



	Absoluto (km2)	Relativo (%)
0 - 2°	11.150	70,4
2 - 6°	3.180	20,2
6 - 10°	759,1	4,7
10 - 27°	714,3	4,5
27 - 45°	30,7	0,2
Acima de 45°	0,3	0,02

Mapa 14. Declividade na região de Irecê.

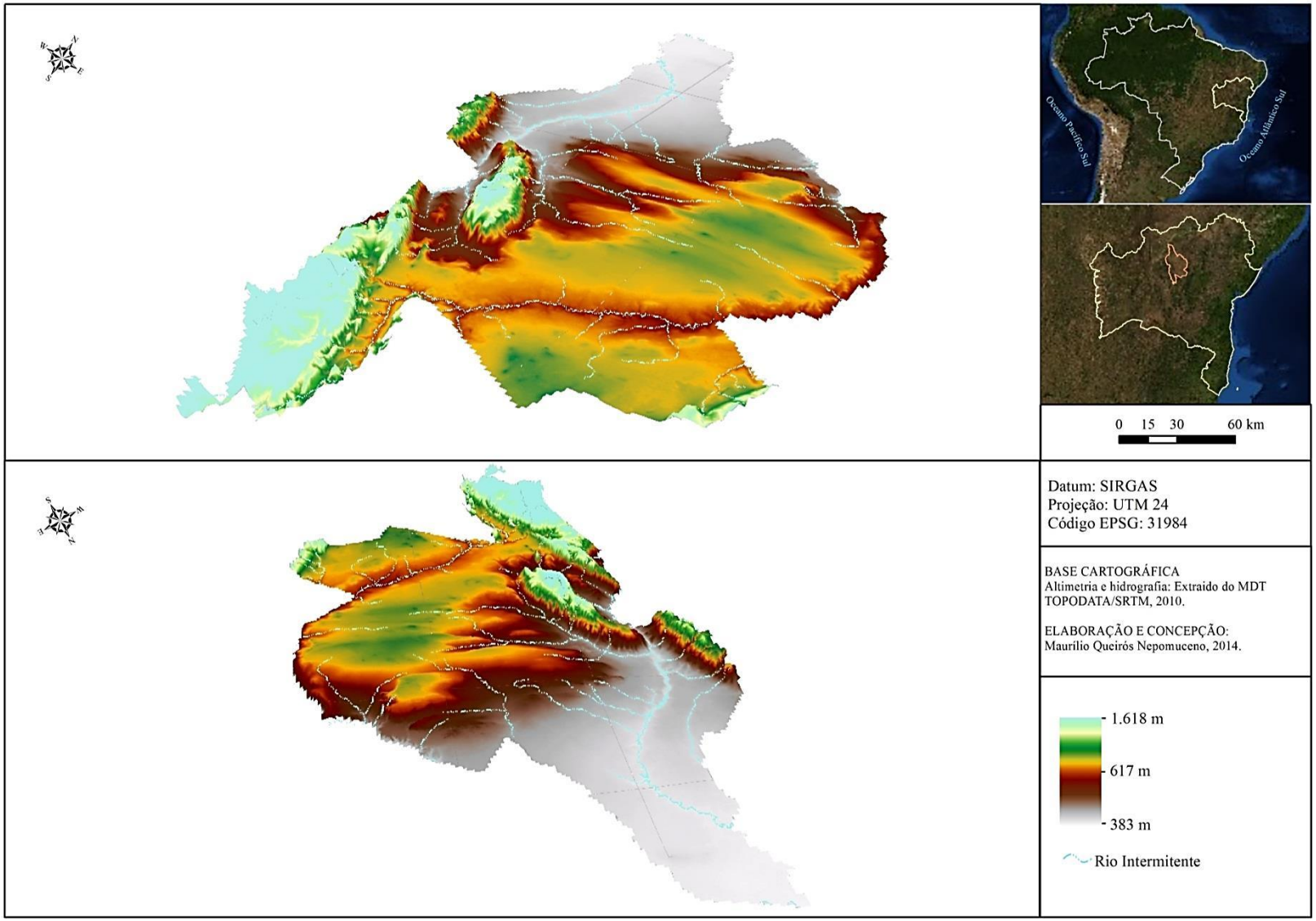
Todavia, os declives entre 6 e 10° são suficientes no transporte de uma considerável quantidade de solos em direção aos vales e baixadas, só não é maior por conta de fatores que mitigam esse processo como a cobertura vegetal e os solos desenvolvidos. Em função da participação do grau de intemperismo, modelados, litologia, solo, tipos de ocupação e clima algumas encostas podem registrar desequilíbrios.

Os totais anuais das precipitações pluviométricas aumentam em direção às regiões mais altas, consequentemente, de maior declive também. As propriedades das encostas que afetam o balanço morfogênese/pedogênese são a declividade, comprimento e forma. Cenários extremos das características morfométricas como altos valores de amplitude altimétrica, declividade e grau de dissecação configuram às encostas íngremes, condições naturais que podem acelerar a morfogênese, fornecendo maior aporte de sedimentos no armazenamento da carga de fundo nas bacias de drenagem.

No âmbito do modelo 3D do terreno, expresso pelo mapa 15, o aprofundamento da dissecação está associado com a amplitude do relevo. A cota máxima de 1.618m e a mínima de 383m ocasiona uma amplitude do relevo de 1.235m. Essa amplitude desencadeia uma diferença de potencial capaz de prover nas enxurradas e fluxo dos rios, um rigoroso poder erosivo pela transformação da energia potencial em energia cinética presente nas chuvas do final da primavera e de todo o verão. As formas do vale ora em V ora em U dos rios Verde, mas principalmente do rio Jacaré, refletem esse comportamento erosivo diferencial no entalhamento do talvegue. Por meio da amplitude topográfica é possível constatar ainda os planos embutidos e rampeados em direção às principais bacias hidrográficas com suas declividades em direção ao rio Verde e rupturas de declive no sentido do rio Jacaré.

Limitada no topo do relevo pelos interflúvios e nas partes baixas pelos talvegues, a morfogênese encontra-se, sobretudo, associada às encostas. Nos topos planos com declividades inferiores a 2º graus, predominam a infiltração. Todavia, à medida que nos aproximamos do bordo da chapada, a declividade aumenta e os processos erosivos se mostram mais atuantes, especialmente quando a vegetação é suprimida. Nos talvegues a deposição dos sedimentos erodidos nas encostas, infiltração, pequenas declividades e maior umidade no solo é a regra, ocorrendo pouquíssima erosão.

As abruptas vertentes esculpidas sobre as rochas do grupo Chapada Diamantina têm uma orientação predominante no sentido leste/oeste, intercalados por vales com encostas no sentido oposto. A denudação das rochas do grupo Una formaram suaves vertentes em que



Mapa 15. Representação tridimensional da altimetria na região de Irecê.

prevalecem as direções norte/sul. As planícies de coberturas tércio-quaternárias não possuem nenhum domínio aparente da orientação das encostas, exceto em nível de detalhe quando o aprofundamento do leito do rio Verde exerce um entalhamento mais incisivo, neste caso o sentido das vertentes acompanham os meandros do vale fluvial.

Em termos gerais as vertentes orientadas para o poente estariam propicias a índices térmicos mais elevados diariamente. Isso ocorre por conta da exposição ao sol no turno vespertino, quando os raios solares incidem com maior vigor na superfície terrestre. Esta exposição, a depender de outros fatores, pode provocar picos ou constantes ressecamentos no solo, especialmente nos primeiros centímetros dos horizontes superficiais, com efeito, também na redução da umidade.

4.4 OS TIPOS DE SOLOS

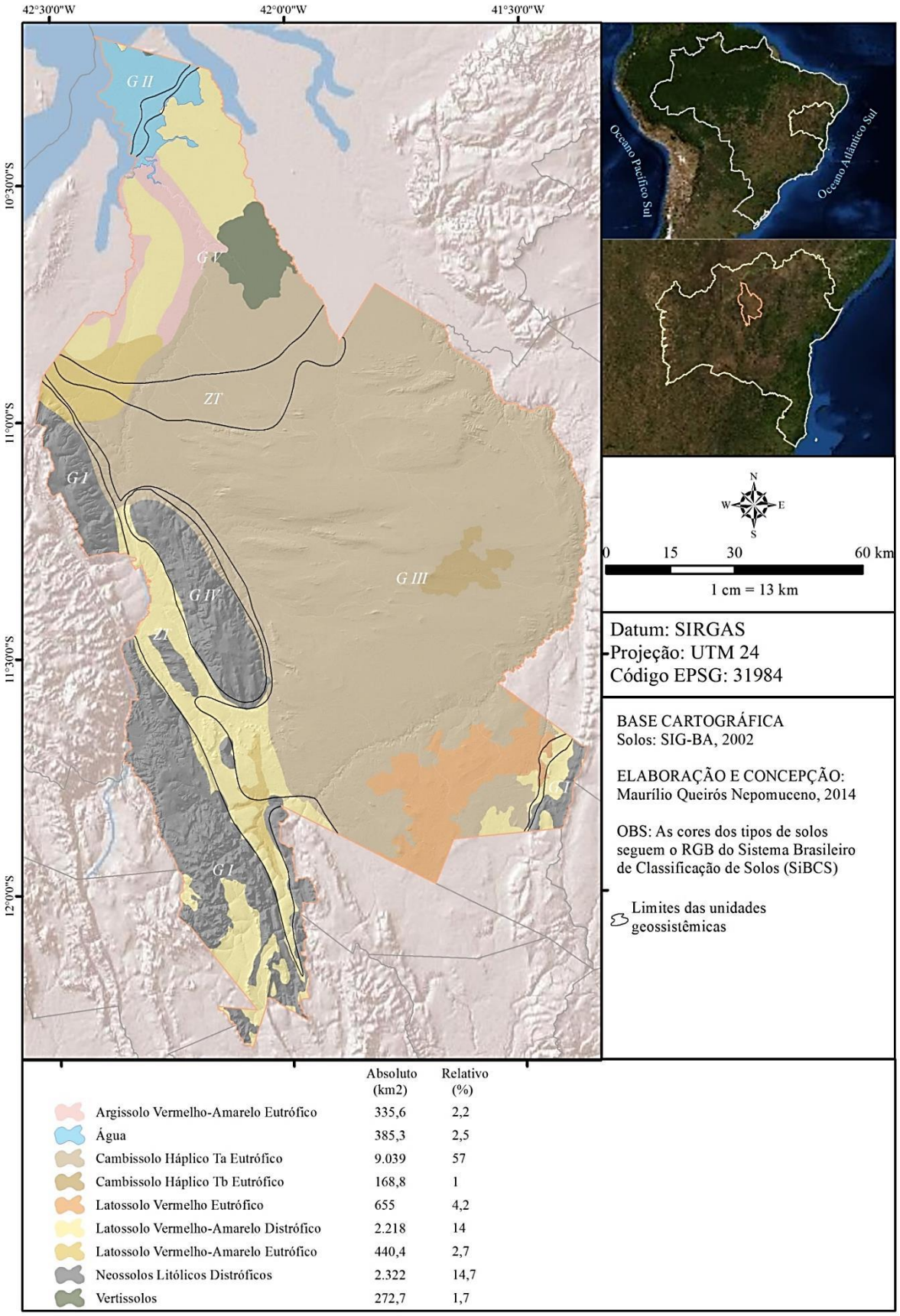
O solo é um recurso básico, fonte de energia para os cultivos agrícolas e cobertura vegetal. Sua existência está condicionada a capacidade de suportar a vida. Como entidades naturais da superfície terrestre, os solos são o resultado da ação combinada dos mecanismos e processos envolvendo os cinco fatores de formação do solo, clima, organismos, material originário, relevo e tempo. As alterações de um único fator podem resultar em uma sequência de eventos e reações, refletidas em mudanças das propriedades físicas, químicas ou mineralógicas durante a evolução dos horizontes que individualizam cada classe de solo. Dito isto, é de se esperar que as distintas paisagens sejam integradas por solos sujeitos a expressarem as condições ambientais pretéritas ou ainda presentes na região de Irecê.

A análise dos solos é fundamental para o entendimento do ambiente e as informações contidas nos levantamentos são muito utilizadas pelos cientistas da paisagem. O fato de envolver fatores de formação distintos nas fases de evolução e maturação do solo, torna os estudos edafo-ambientais um norteador na interpretação sistêmica da paisagem e das condições reinantes. Segundo a distribuição cartográfica (SIG-BA, 2002), no mapa 16 das diferentes classes de solo, coexistem no nível categórico da ordem uma única classe e nos grandes grupos[42] sete tipologias.

Condensado em pequenas áreas ao norte de Itaguaçu da Bahia, os Argissolos Vermelho-Amarelo eutróficos ocupam apenas 2,2% (335,6km^2) da área. Eles são constituídos por um incremento no teor de argila do horizonte A para o B e apresentam alta saturação por bases, dai serem eutróficos.

Encontrados nos extensos planaltos erodidos de rochas calcárias estão os Cambissolos háplico eutrófico. Podendo ser localizado em todos os dezesseis municípios, sua distribuição contínua ocupa 58% (9.207,8km^2) da área. São marcados pelo pouco desenvolvimento estrutural, muitas vezes apresentam ainda características da rocha mãe. Compreende solos constituídos por horizonte diagnóstico B incipiente. Encontramos ainda Cambissolos com argila de alta (Ta) e baixa (Tb) atividade[43], este atributo foi utilizado na distinção de duas classes do grande grupo.

[42] Conforme o SiBCS (2009) a estrutura de hierarquização dos solos é dividida em seis níveis categóricos: ordem, subordem, grandes grupos, subgrupos, famílias (em discussão), séries (não definidas no país).
[43] Refere-se à capacidade de troca de cátions (CTC ou T) correspondente à fração argila.



	Absoluto (km2)	Relativo (%)
Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico	335,6	2,2
Água	385,3	2,5
Cambissolo Háplico Ta Eutrófico	9.039	57
Cambissolo Háplico Tb Eutrófico	168,8	1
Latossolo Vermelho Eutrófico	655	4,2
Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico	2.218	14
Latossolo Vermelho-Amarelo Eutrófico	440,4	2,7
Neossolos Litólicos Distróficos	2.322	14,7
Vertissolos	272,7	1,7

Mapa 16. Tipologia de solos da região de Irecê.

Os Latossolos são a segunda ordem de maior ocorrência com 20,9% (3.313,4km^2), muito intemperizados e possuem um horizonte B latossólico imediatamente abaixo do horizonte A. Espacializados entre os municípios de Barro Alto, Canarana e Cafarnaum encontra-se o Latossolo Vermelho Eutrófico, cuja cor deve-se aos altos teores de óxido de ferro presente na rocha matriz. Bordejando ambientes distintos, desde as encostas ravinadas na região serrana até a planície do vale do rio Verde estão os Latossolos Vermelho-Amarelo distrófico. Em virtude de sua distrofia, a baixa fertilidade apresenta algumas limitações ao uso. Neste quesito os Latossolos Vermelho-Amarelo eutrófico mostram-se aptos ao uso. Sua extensão abrange pequenas áreas nos municípios de Barra do Mendes, Ibipeba e Itaguaçu da Bahia.

Em razão da baixa intensidade dos processos pedogenéticos os Neossolos Litólicos distróficos não apresentam um espesso manto de alteração. Estão assentados em áreas declivosas associadas, sobretudo ao grupo Chapada Diamantina. Ocorrem nos topos e vertentes das serras nos municípios de Itaguaçu da Bahia, Central, Uibaí, Ibipeba e Barra do Mendes, abrangendo 2.322km^2 (14,7%).

Em uma pequena porção do município de Itaguaçu da Bahia, os Vertissolos recobrem apenas 272,7km^2 (1,7%) de área com declividade abaixo de 2°. Apesar de outros níveis categóricos não terem sido detalhados no mapeamento realizado, todos os Vertissolos se desenvolvem de sedimentos finos com argilas do tipo 2:1, o que provoca uma grande expansão quando úmido, ficando pegajoso e plástico, ao contrário, quando secos ficam duros e provocam fendilhamentos.

Os solos são a transição do meio abiótico para o biótico, sendo assim, o corpo natural em que se sustentam e se nutrem não só as plantas, mas toda uma biota própria deste ecossistema. O desenvolvimento da vegetação está em estreita relação com o teor de umidade e com a drenagem dos solos, produtos das variações topográficas. Os sítios altos e declivosos têm horizontes com cores claras e são bem drenados, dificultando a infiltração. As terras baixas e planas possuem uma drenagem ruim, resultando em solos com cores escuras. Neles a infiltração atinge uma profundidade maior, benéfica ao crescimento de um sistema radicular mais profundo.

4.5 A REDE DE DRENAGEM

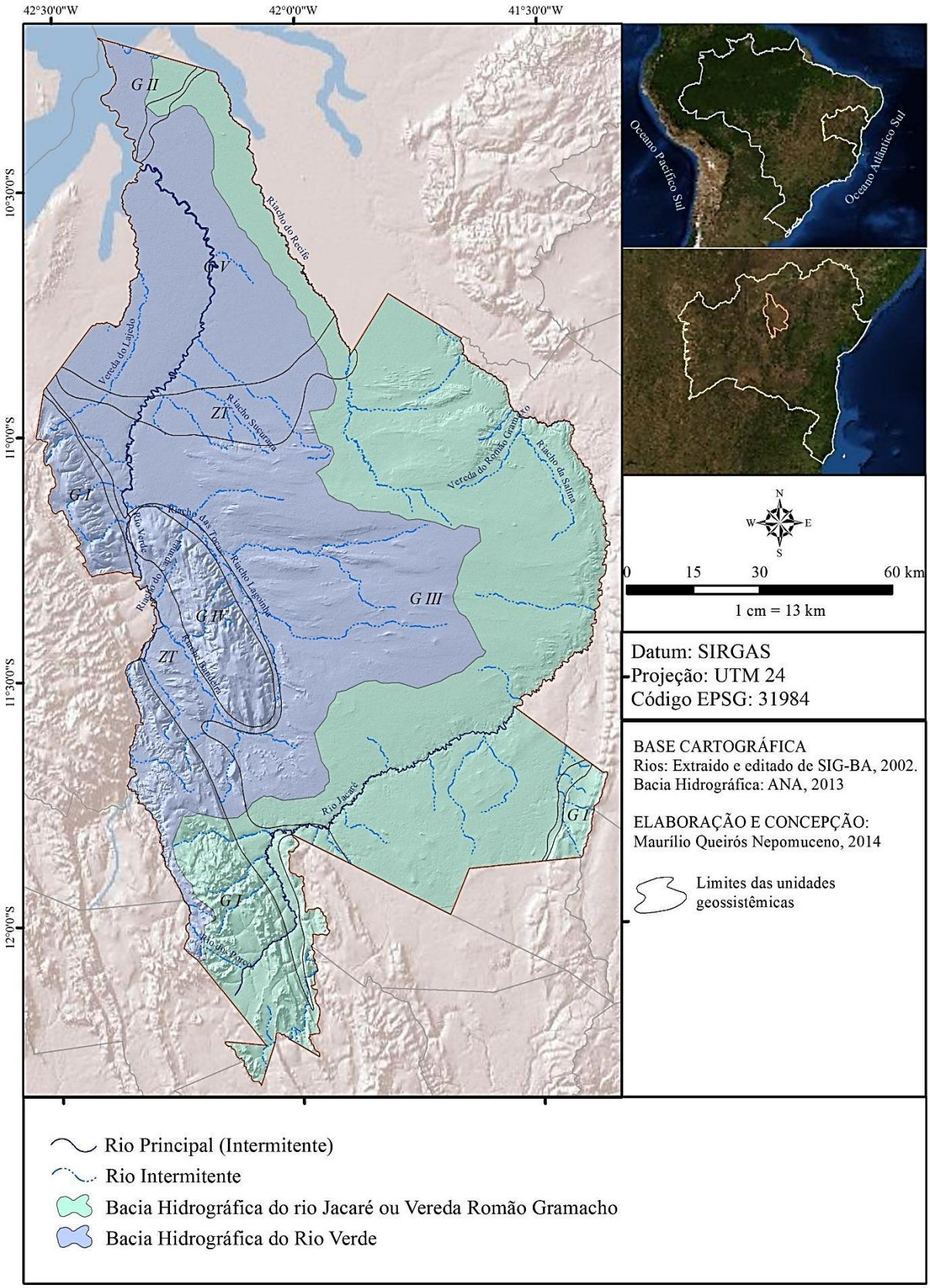
Em um ambiente de semiaridez a umidade do solo é deficitária na maior parte do ano. A característica mais marcante referente a drenagem superficial (SIG-BA, 2002) na região é sua intermitência sazonal (mapa 17). Este aspecto é mais efetivo nos pequenos cursos nascidos nas encostas das serras, em virtude, da predisposição natural a serem efêmeros ou esporádicos. Em escala local a irrisória capacidade de entalhamento provocado pelo fluxo da torrente é compensada pela fragilidade das rochas nas áreas do planalto cárstico, através da dissolução do calcário por exemplo.

Uma parte da água dos fluxos hídricos é perdida pela forte e constante evaporação, outra parcela é infiltrada e abastece o aquífero existente do tipo fissural. Diverge, portanto das regiões de embasamento cristalino no restante do nordeste seco brasileiro, onde as reservas subterrâneas são pífias, por conta da baixa precipitação e infiltração, o que leva a drenagem superficial a escoar para fora da região. Estes dois fatores, forte evaporação e alta infiltração, contribuem para a dificuldade em construir barramento nos leitos, com o objetivo de acumular a água no período chuvoso.

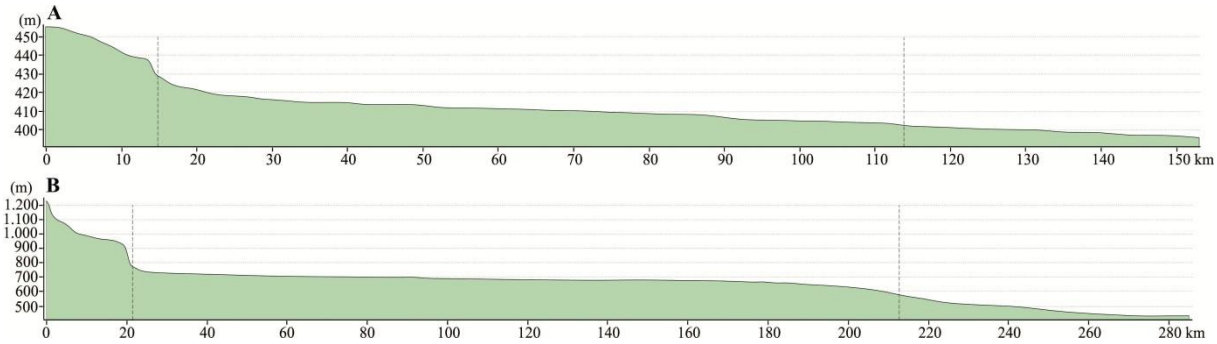
Cruza a região de Irecê dois grandes afluentes da margem direita no trecho sub-médio da bacia hidrográfica do rio São Francisco, o rio Verde e o rio Jacaré. Além de ser endorréico, o rio Jacaré é tipicamente criptorréico em alguns trechos, ou seja, suas águas fluem subterraneamente, formando grutas e reintegrando-se a drenagem superficial adiante, algo comum em áreas cársticas. Em especial os pequenos cursos d'água de primeira ordem situados em locais com altas temperaturas, baixa precipitação pluviométrica e declividade superiores a 4° apresentam drenagem arréica, no qual suas águas desaparecem por evaporação e/ou infiltração.

O perfil longitudinal dos dois principais cursos d'água visto na figura 13, relaciona a altimetria com o comprimento dos rios. O transecto do rio Verde contempla desde a montante próxima a barragem de Mirorós até sua foz em Itaguaçu da Bahia, enquanto o do rio Jacaré inicia nas serras no município de Barra do Mendes até o extremo norte de São Gabriel.

Ao passo que o perfil A estende-se por 150 km o B, atinge 280 km, para uma amplitude topográfica de 60m e 794m, respectivamente. Em linhas gerais corresponde a um desnível de 0,4m no rio Verde e 2,8m no Jacaré a cada quilômetro. Pode-se inferir que o rio Verde ou teve uma morfogênese mais ativa que a do rio Jacaré, ou está mais próximo da senilidade, pelas extensas planícies denudadas, em comparação com a bacia hidrográfica vizinha.



Mapa 17. Drenagem na região de Irecê.



Fonte: Extraído do MDT/TOPODATA/SRTM, Valeriano e Albuquerque, 2010.

Figura 13. Perfil longitudinal do rio Verde (A) e rio Jacaré (B).

Constata-se em ambos os perfis longitudinais uma escalonação em três patamares distinguíveis. O primeiro representa as terras altas da Chapada Diamantina, seguido pelo platô de Irecê e por fim o baixo curso dos rios. No primeiro patamar as zonas de declives são mais abruptas e os vales mais profundos, com desníveis topográficos mais acentuados nos primeiros 20km de extensão. A partir do segundo e terceiro patamar as zonas de declividade são mais amenas, com uma morfologia paulatinamente reduzindo as diferenças altimétricas, principalmente no terceiro. Contudo, há uma ruptura de declive no trecho por volta do quilômetro 113 no perfil A e outra nas cercanias do quilômetro 212 no perfil B.

A densidade de drenagem está concentrada ao longo dos dois leitos fluviais principais, representado no aporte que o escoamento de seus afluentes fornece e nas bordas orientais das serras no setor leste. A baixa densidade de drenagem nos topos das serras justifica-se pelo fato dos cumes se comportarem como divisores de água, mas também pela existência de Neossolos Litólicos de pequena espessura, beneficiando o escoamento das águas em detrimento da infiltração.

A supressão vegetal é categórica na redução da densidade de drenagem, igualmente o manejo inadequado das terras. O uso impróprio das terras sem a devida prática de técnicas conservacionistas permite que a ação da morfogênese entulhe com sedimentos os leitos, alargando o canal. Quando associado ao contexto ambiental do platô de Irecê, cujo desmatamento da vegetação ripária é acentuado, as temperaturas elevadas, precipitações pluviométricas reduzidas e litologia permeável, a drenagem encontra grandes obstáculos para sua expansão.

O sistema solo-litologia-atmosfera-relevo é imprescindível no controle da dinâmica de fluxo de água dentro da bacia hidrográfica. Soma-se também o papel desempenhado por este sistema nos arranjos espaciais e diversidade da vegetação dentro do bioma Caatinga.

4.6 A DINÂMICA DA VEGETAÇÃO

O bioma da Caatinga começa a ser estudada tardiamente do ponto de vista científico em relação aos demais biomas brasileiros. O desconhecimento, por muito tempo, a respeito de suas características e comportamento levaram a criação de alguns mitos, todos ultrapassados, a exemplo da Caatinga ser homogênea, pobre em espécies e endemismo, pouco alterada pelo homem e sem grande importância ambiental (LEAL, TABARELLI, SILVA, 2003).

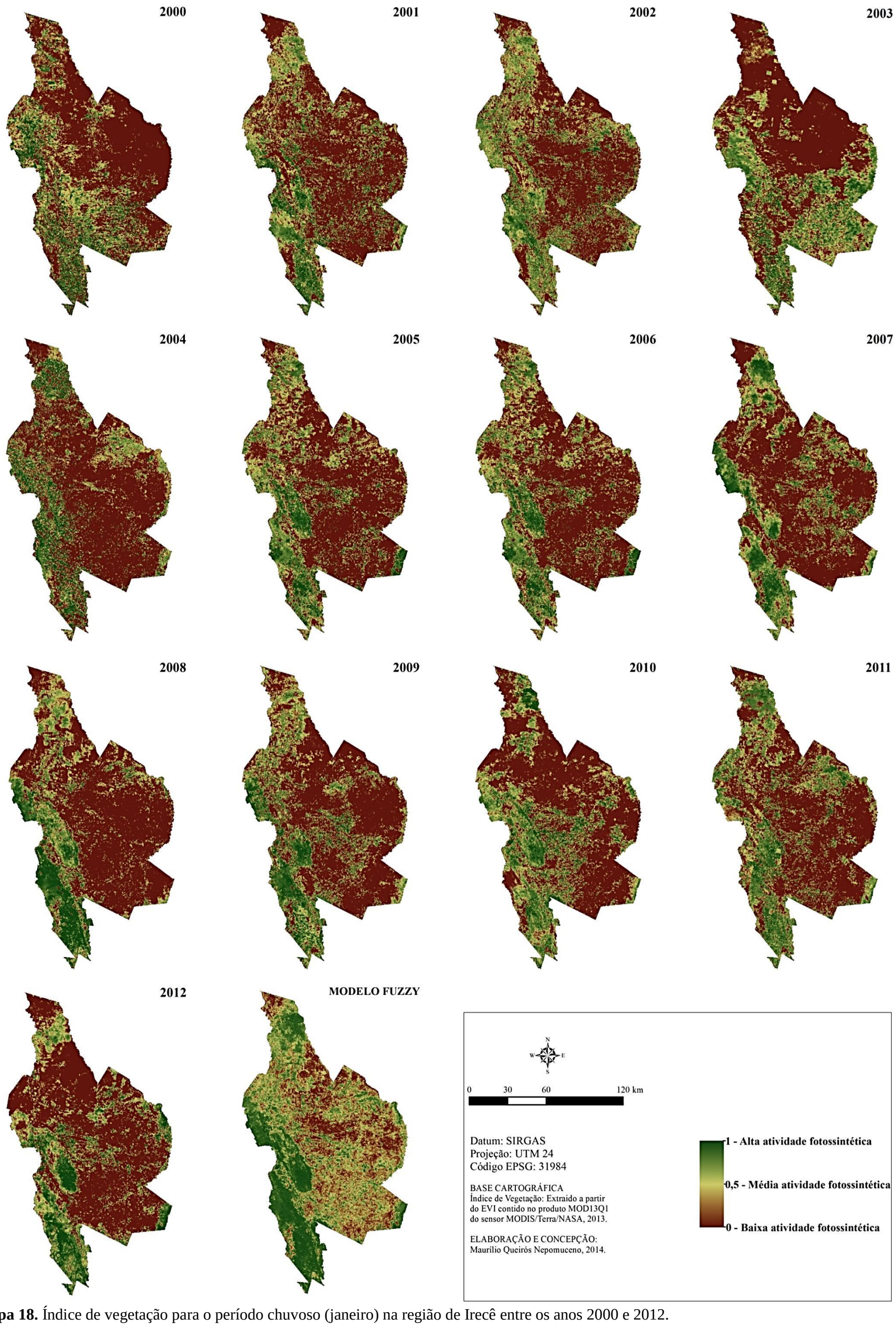
O rigor nas condições de temperatura, precipitações, solos e deficiência hídrica, levaram algumas espécies vegetais a uma série de processos evolutivos que envolveram caracteres herdáveis, numa resistência genética determinada, adquirida durante um longo prazo. O objetivo destas mudanças, denominada de adaptações, é aumentar a tolerância e consequentemente as chances de sobrevivência diante de estresses variados. Quando as mudanças de ordem metabólica e fenotípica em resposta às variações ambientais ocorrem, em curto período e não são hereditárias, recebe o nome de aclimatação. Sucessivas e constantes aclimatações conduziram espécies vegetais na região de Irecê a um processo evolutivo de adaptações inexoráveis, em consequência da seleção natural (AB'SÁBER, 1999; LARCHER, 2006).

Como no restante do semiárido, muitas plantas locais desenvolveram mecanismos para minimizar a evaporação excessiva. As culturas anuais encerram o curto ciclo de vida ainda no período de chuvas. Algumas plantas tem a aptidão de armazenar água nos seus tecidos, mantendo-os hidratados mesmo na estiagem. Outras fecham os estômatos para evitar trocas gasosas com o ambiente.

Nas imagens orbitais o aspecto de maior saliência alusivo a vegetação, refere-se a decíduidade. As espécies vegetais da Caatinga desenvolveram uma estratégia de adaptação ao ambiente seco que consiste na perda de suas folhas nos períodos de baixa precipitação pluviométrica. Desta maneira reduz-se a evapotranspiração potencial e é preservado o mínimo de umidade necessário à sobrevivência das plantas.

Isto posto, a existência de dois períodos distintos devem ser considerados para qualquer tipo de análise envolvendo o comportamento da Caatinga. O primeiro é uma época de exuberância da vegetação que ocorre na estação chuvosa e o outro de dormência na temporada de seca.

O desempenho da atividade fotossintética de janeiro (mês chuvoso) está esquematizado no mapa 18. A abordagem multitemporal aplicada ao índice de vegetação facilita comparações sazonais e anuais na detecção de mudanças fisiológicas, pico de verde e períodos de senescência nas plantas.



Mapa 18. Índice de vegetação para o período chuvoso (janeiro) na região de Irecê entre os anos 2000 e 2012.

A avaliação do período chuvoso através do EVI é crucial para identificar onde realmente é possível encontrar os remanescentes de vegetação, visto que, na estiagem a resposta da radiância espectral refletida ou emitida pela cobertura vegetal pode se confundir com outros elementos da paisagem, como terras em pousio, área urbana e afloramentos rochosos em uma verdadeira mistura espectral. Neste período a atividade fotossintética é mais ativa e pode ser melhor captada pelas bandas dos sensores orbitais, facilitando na identificação da vegetação pelo interprete através do índice de vegetação.

A primeira vista é observável a disparidade na energia refletida ou emitida entre as áreas ocupadas pelas atividades diretamente ligadas ao solo, como a agricultura na região central e a região serrana de ocupação mais dispersa. O contraste é explicado pela seletiva absorção da energia eletromagnética pela clorofila. Nas áreas denominadas Maciço do Feijão a baixa intensidade da energia captada pelo sensor principalmente na banda do infravermelho próximo sugere uma atividade fotossintética menos representativa. São porções de terra em que pesa uma vegetação de pequeno porte, representada por uma capoeira rala, cultivos agrícolas com uma estrutura foliar rasteira (feijão, cenoura, beterraba, cebola) semelhante ao estrato herbáceo associado a plantas ruderais também muito presentes. Em contrapartida, os parâmetros biofísicos da vegetação nas terras altas da Chapada Diamantina demonstram propriedades espectrais em conexão com a vegetação densa e muitas vezes primária nos locais de difícil acesso, a exemplo das encostas ravinadas e declividades acima dos 27°.

A espacialização da vegetação está em conformidade com outros subsistemas ambientais vistos anteriormente. A variabilidade na distribuição dos valores está diretamente associada ao teor de umidade no ar e no solo, apesar do EVI possuir um fator de ajustamento das interferências atmosféricas e do solo. As chuvas mais frequentes nas serras tendem a aumentar a umidade do ar. Contudo, não fossem os sucessivos desmatamentos e a superexploração das águas subterrâneas no planalto cárstico, rebaixando os níveis hidrostáticos do lençol freático, haveria um aumento na zona de saturação no período chuvoso e a diminuição da zona de aeração no solo, em consequência, este último teria uma umidade maior, favorecendo o desenvolvimento e vigor das plantas.

A vegetação representa uma resposta dos sistemas vivos aos outros subsistemas ambientais (atmosfera, litologia, solo, água...), ora, era de se esperar uma sensibilidade igualmente marcante frente às estas fontes de heterogeneidade da paisagem. Combinado a estas fontes, encontram-se algumas perturbações antrópicas comumente observadas no trabalho de campo como as queimadas, criação de estradas e introdução de espécies exóticas.

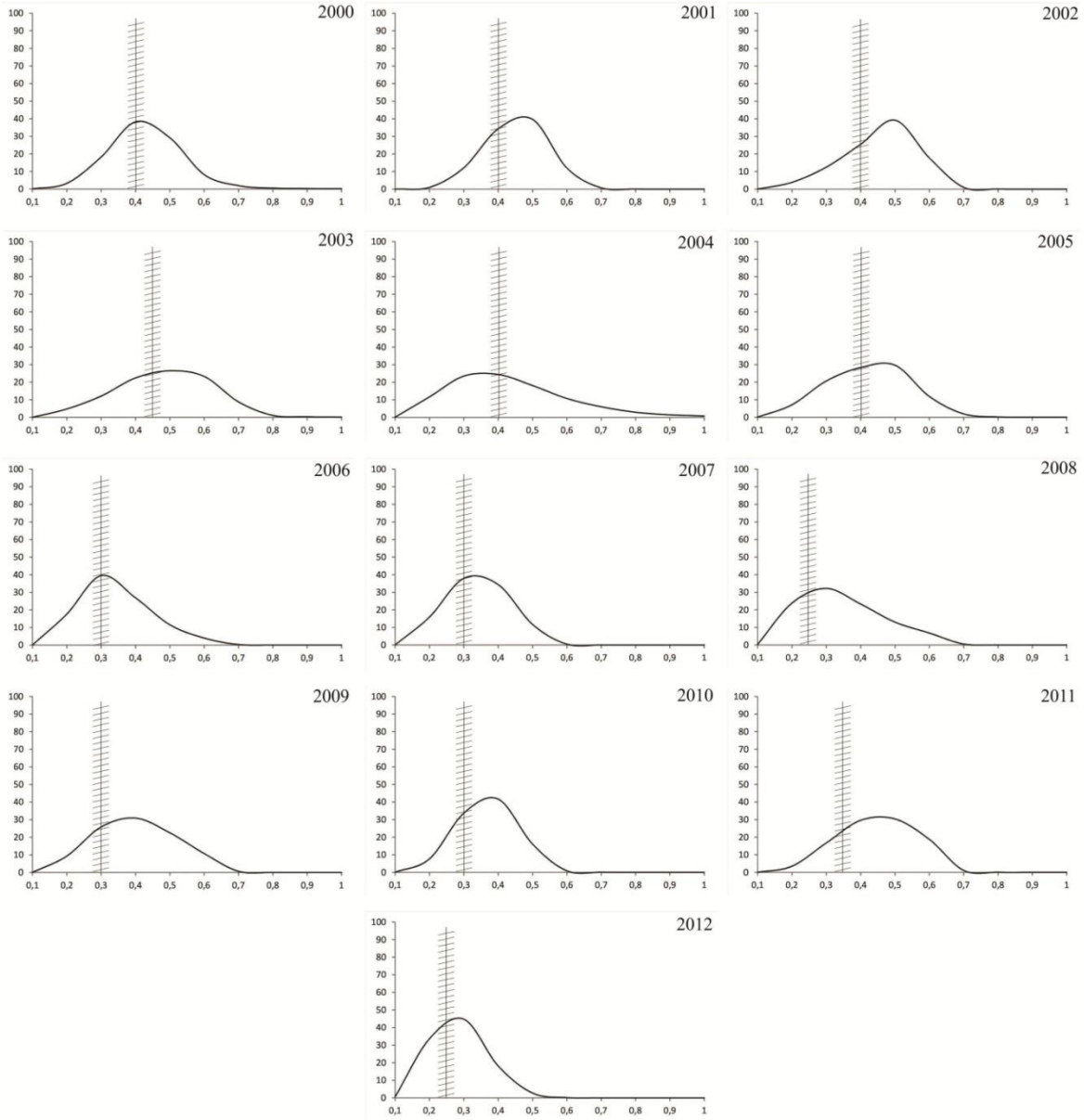
Faz-se importante a série de histogramas no gráfico 03, pois são técnicas estatísticas necessárias para a comparação anual entre os índices de vegetação. Ele permite visualizar a frequência dos valores da imagem, auxiliando na mensuração e interpretação do comportamento da vegetação, através da apresentação dos dados de maneira mais concisa. Assim sendo, é possível extrair dos histogramas o ponto central, a variação da distribuição, a amplitude e simetria na distribuição dos dados.

A linha tracejada no histograma foi delimitada a partir da interpretação dos dados em correlação com os demais, especialmente as imagens Landsat 8 OLI e o mapeamento de uso e cobertura. Observamos basicamente o limiar aproximado dos valores representativos da vegetação, haja vista, a assinatura espectral variar nas imagens orbitais, influenciando a mensuração do índice de vegetação. Sua oscilação depende de diversos fatores que afetam não somente a planta individualmente, mas todo o comportamento da vegetação em uma área de no mínimo 900m², o que representa o tamanho de um pixel. Os valores alusivos à vegetação podem iniciar a partir do valor X em determinada cena e a partir de Y em outra, cabe ao operador identificar o limiar. Assim sendo, a linha tracejada identifica a zona de transição entre a vegetação e outros alvos imageados pelo sensor.

Dito isto, verificamos o valor aproximado de 0,4 como o limiar da atividade fotossintética. Este valor se manteve praticamente constante até o ano de 2005, quando tem início sucessivos anos de baixa precipitação culminando em uma das piores secas dos últimos cinquenta anos, a qual teve início em 2010. A distribuição dos dados mostra que até o ano de 2005 os valores se concentravam entre 0,3 e 0,5, ou seja, em torno do limite de maior biomassa verde. A partir de então, há uma redução na radiância emitida ou refletida pelos alvos, com consequentes reduções nos valores, os quais passaram a concentrar-se majoritariamente entre 0,3 e 0,4. Mais uma vez estes dados ratificam a interferência da rigorosa estiagem no comportamento fenológico e espectral da vegetação. O EVI é muito sensível a estas mudanças e uma pequena variação de 0,1 pode indicar a diferença de uma Caatinga arbórea densa e fechada para uma capoeira arbustiva e aberta.

Em comparação com outros índices de vegetação como o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Inde*x), os dados do EVI são consideravelmente mais baixos. Com muita dificuldade os valores chegam até o limite máximo. Prevalece uma curva dupla

sigmoidal[44] sem muita regularidade, com uma distribuição dos dados concentrada ao longo de todo o histograma. De regra, mais de 90% dos valores se encontram entre 0,1 e 0,7.



Fonte: Extraído a partir do EVI contido no produto MOD13Q1 do sensor MODIS/Terra/NASA, 2013.

Gráfico 03. Histograma do índice de vegetação (EVI) para o período chuvoso (janeiro) na região de Irecê.

O modelo *fuzzy* trata-se da síntese dos treze anos de registro das imagens EVI para este estudo. Nele observamos a compilação dos dados, a fim de amenizar os efeitos da forte oscilação interanual e elucidar os níveis de pertinência dos valores registrados para utilização

[44] Curva em formato da letra grega sigma (Σ), corresponde a letra S.

no modelo final de erosão. O valor do pixel médio é 0,48 apontando para o mesmo limiar da vegetação.

Subtraindo-se o EVI referente ao ano de 2000 (T1) do de 2012 (T2) e aplicando as fórmulas 04 e 05, é possível verificar as áreas de expansão e retração vegetal no produto gerado:

AAF =M(T2-T1) + DP(T2-T1) .....(04)
RAF = M(T2-T1) - DP(T2-T1).....(05)

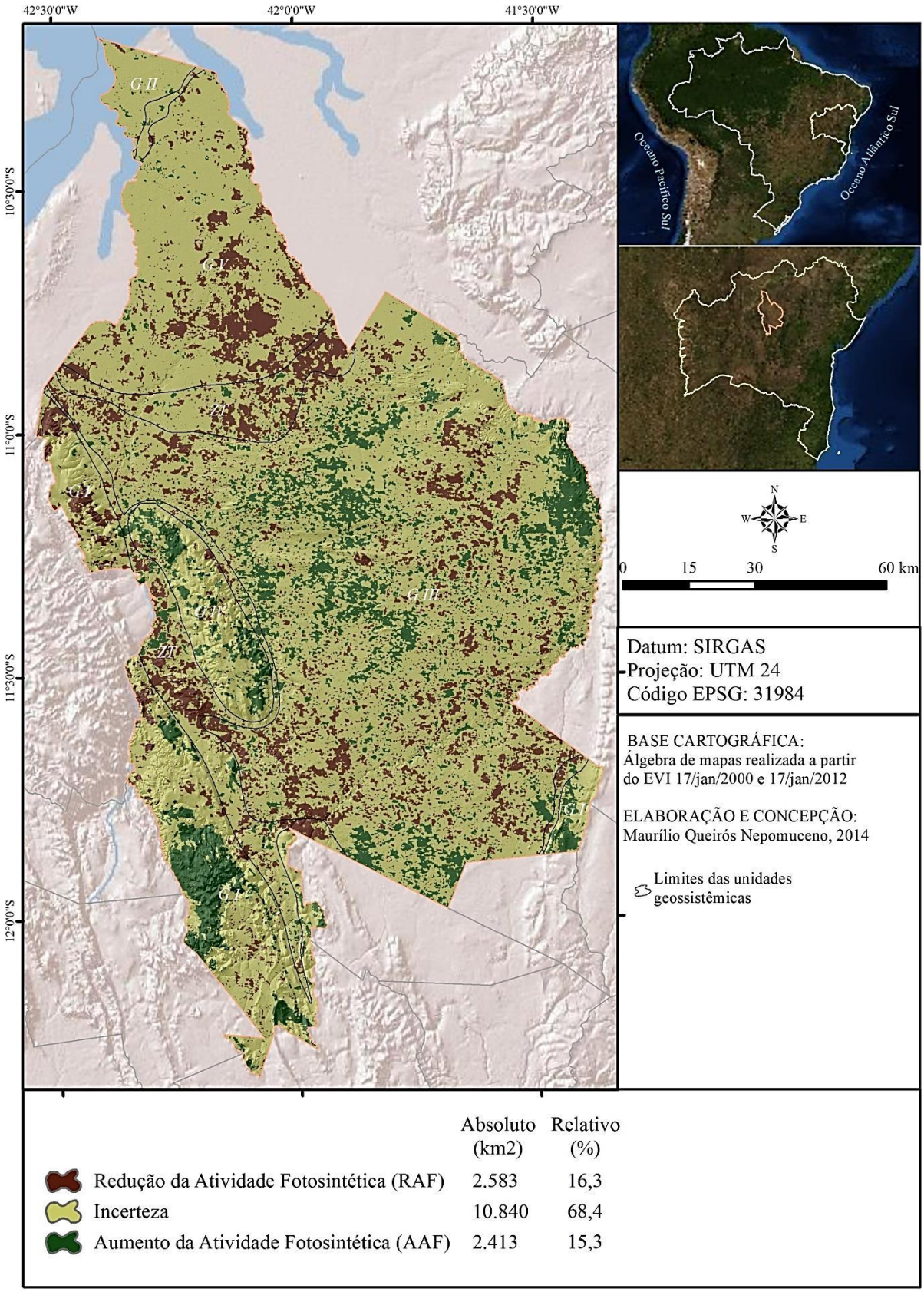
Onde:

AAF = Aumento da Atividade Fotossintética
RAF = Redução da Atividade Fotossintética
M = Média
DP = Desvio Padrão

A equação foi aplicada com a finalidade de mensurar a variação do dado entre os anos 2000 e 2012 para um mesmo pixel. Assim, no mapa 19 visualizamos as mudanças no intervalo temporal analisado. Nesta equação somente é possível selecionar as áreas de certeza do aumento ou redução. Os píxeis, que se enquadram na AAF ou RAF, possuem uma certeza garantida pela grande mudança nos seus valores, píxeis cuja inconstância foi pequena ou não significativa, estão situados no campo da incerteza. Os valores aberrantes não foram considerados significativos para o cálculo da média e do desvio padrão, uma vez que representam menos de 1% dos píxeis em cada cena.

Inúmeras circunstâncias podem explicar o aumento ou redução da atividade fotossintética na região de Irecê. No planalto cárstico o AAF possivelmente está ligado ao plantio das lavouras, sobretudo das irrigadas, e a ampliação das capoeiras, considerando-se a imensa substituição da vegetação pelos cultivos agrícolas. As áreas de RAF deve-se justamente a redução dos cultivos em virtude da seca prolongada nos últimos anos do intervalo observado em face ao ano de 2000. A seca provoca diminuição na atividade dos pigmentos fotossintetizantes, estes absorvem a radiação eletromagnética incidente sobre as folhas para a realização da fotossíntese, que por sua vez produzem uma baixa radiância medida pelos sensores eletro-óptico.

Ao norte, no município de Itaguaçu da Bahia encontram-se grandes extensões de RAF, no limite da fronteira agrícola, certamente associada com a retirada da vegetação. Nas terras altas das serras, não se verifica grandes mudanças na cobertura vegetal, o que comprova flutuações na atividade fotossintética. Também não se constatou o predomínio efetivo de uma



Mapa 19. Mudanças ocorridas no EVI do período chuvoso (janeiro) entre os anos 2000 e 2012 na região de Irecê.

tendência para AAF ou RAF, observando-se exclusivamente suas distribuições muito próximas de 15,3% e 16,3% respectivamente.

O período seco se faz igualmente importante, apesar da centralidade do período de chuvas por conta dos objetivos deste trabalho e dos motivos mencionados anteriormente. É na estiagem que podemos observar melhor as áreas compostas de fato pela vegetação. Como a região de estudo possui vocação das suas terras para a agricultura, prioritariamente de sequeiro, nos meses secos as propriedades encontram-se com solo exposto.

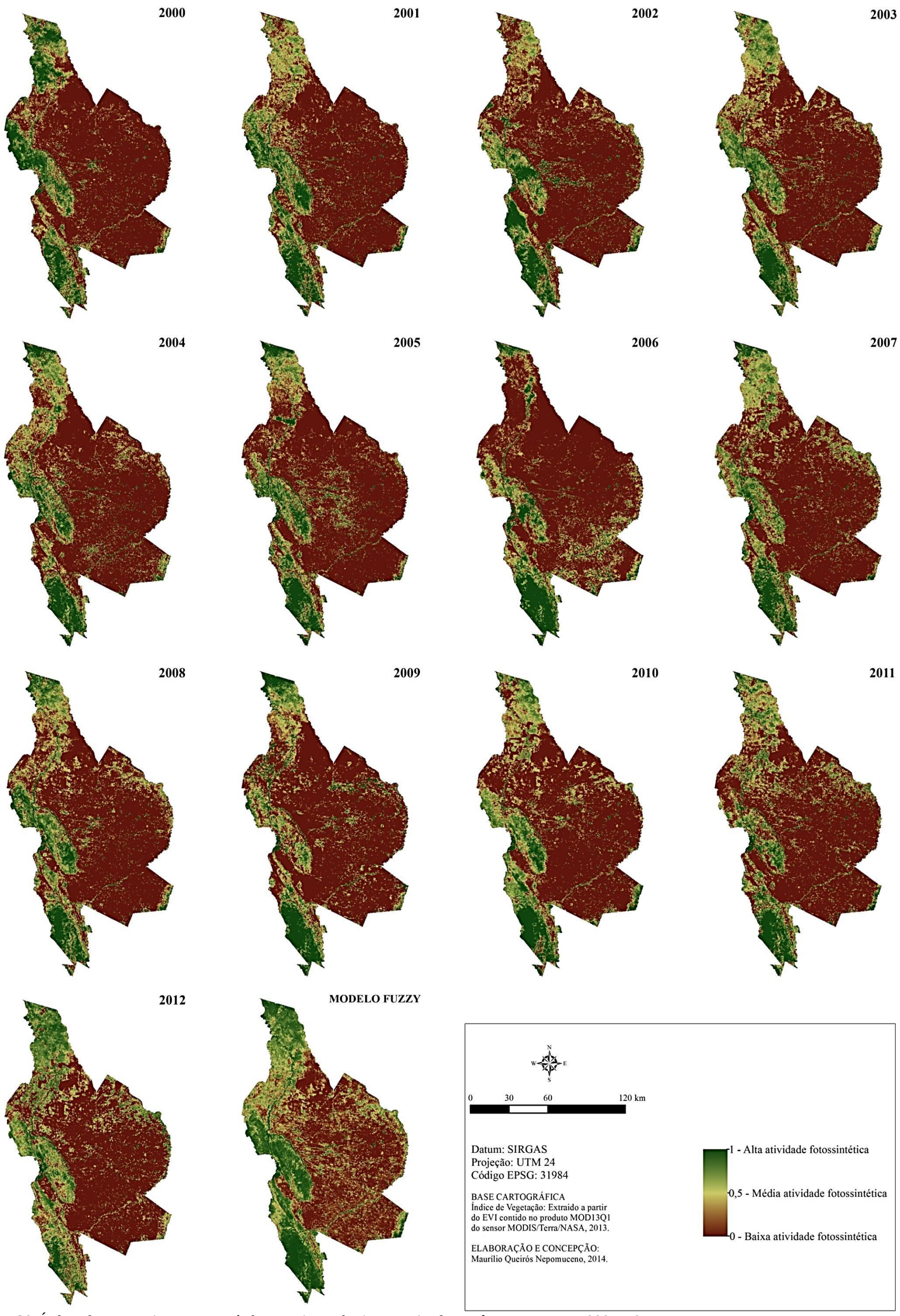
A criação extensiva de animais é a opção para os meses de inverno. A vegetação mantém a pecuária nos meses secos por meio do fornecimento da forragem. Podemos ver melhor a distinção entre vegetação e lavouras nos meses de inverno, mesmo com a perda das folhas neste período. As áreas de maiores valores de EVI apresentam uma elevada certeza de ser uma vegetação sadia, com biomassa verde.

É possível reparar no mapa 20 que, além das serras e o norte de Itaguaçu da Bahia a vegetação também está presente ao longo do leito dos rios Verde e Jacaré, um vínculo com a vegetação ripária. Ademais, os fragmentos de vegetação encontrados no Maciço do Feijão são em sua maioria lavouras beneficiados pela irrigação, cuja água é extraída basicamente das águas subterrâneas através de poços artesianos.

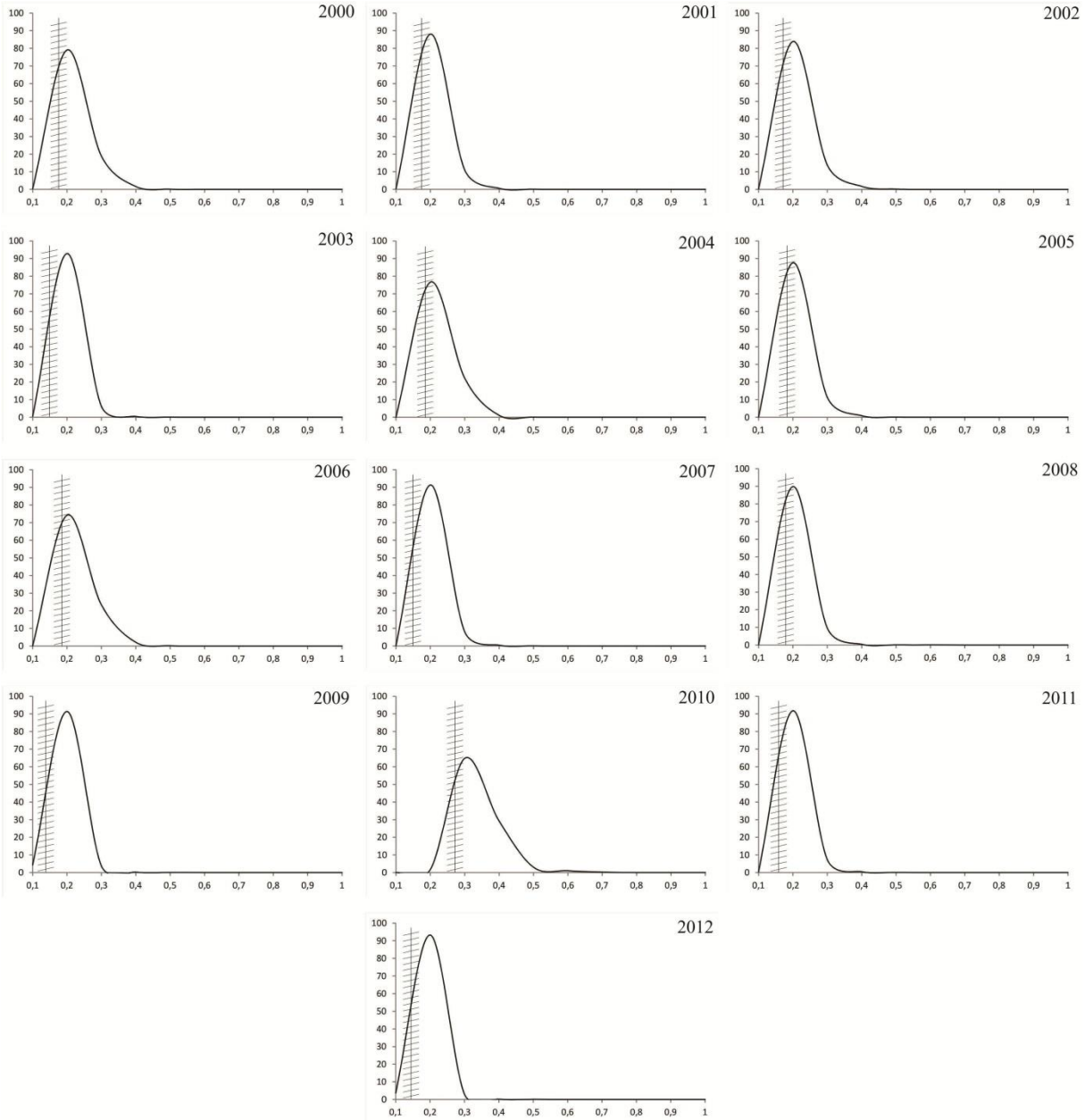
Enquanto ao histograma no gráfico 04, o limite da zona de transição para a vegetação se mantêm relativamente nas proximidades de 0,15. A curva apresenta uma base menor e um pico mais elevado, denotando uma intensa condensação dos píxeis em valores adjacentes e no início do *range*[45]. Na maioria dos anos analisados, somente o intervalo entre 0,1 e 0,2 corresponde a mais de 80% dos píxeis. Por conta da baixa radiância emitida e refletida pelos pigmentos fotossintetizantes das plantas, somente uma pequeníssima quantidade de píxeis ultrapassam valores acima de 0,4.

Através do índice de vegetação no que tange a variabilidade interanual, o comportamento da vegetação é claramente mais constante nos meses secos, em termos de emissões de REM, do que no período chuvoso. A frequência, amplitude, simetria e variação da distribuição dos dados no histograma confirmam mudanças mais sutis e regulares. Em parte, é um reflexo da distribuição anual das precipitações pluviométricas anuais, haja vista ser muito baixa, porém constante, nos meses mais secos.

[45] Em geoprocessamento, o termo refere-se a variedade assumida pela extensão dos dados, isto é, entre 0 e 1.



Mapa 20. Índice de vegetação para o período seco (setembro) na região de Irecê entre os anos 2000 e 2012.



Fonte: Extraído a partir do EVI contido no produto MOD13Q1 do sensor MODIS/Terra/NASA, 2013.

Gráfico 04. Histograma do índice de vegetação (EVI) para o período seco (setembro) na região de Irecê.

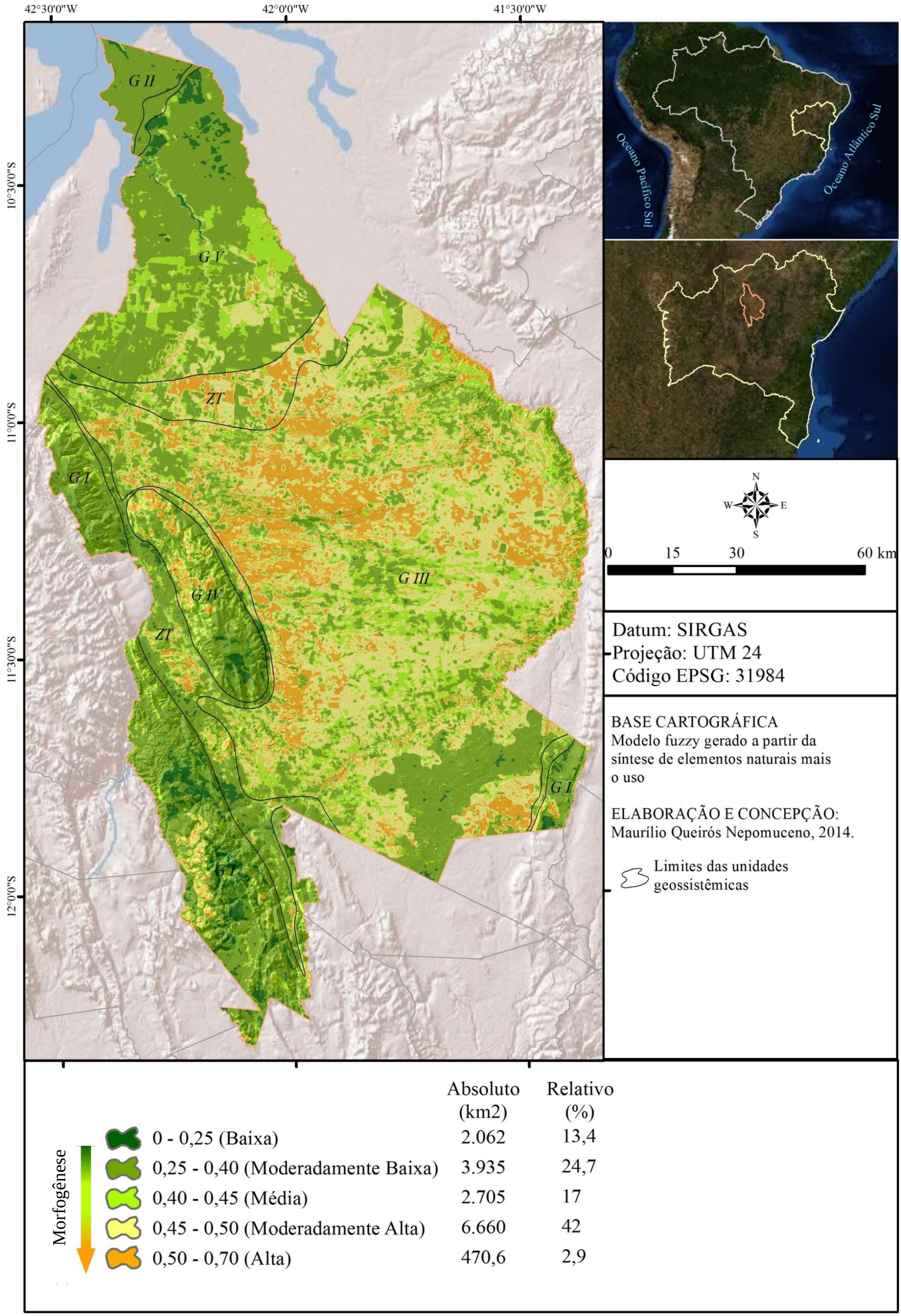
4.7 O MODELO *FUZZY* DO BALANÇO MORFOGÊNESE/PEDOGÊNESE

A heterogeneidade espacial herança dialética dos tempos históricos e geológicos corroboram para uma vulnerabilidade ambiental tão distinta quanto à quantidade de fatores, elementos, fenômenos e processos atuantes na estrutura e dinâmica dos sistemas geográficos. Até aqui foram discutidos os principais agentes naturais que nutrem e alteram os sistemas com energia, matéria e informações passíveis de serem mensurados dentro das técnicas disponíveis e utilizados por este estudo.

Como produto norteador das avaliações geossistêmicas, temos o modelo de vulnerabilidade a erosão. Haja vista esta pesquisa almejar mais do que simplesmente quantificar áreas de maior e menor erosão e, diagnosticar os problemas advindos deste processo, o título do mapa foi alterado com o objetivo de enfatizar a metodologia proposta por Tricart e sua classificação dos meios. De maneira direta, por exemplo, importa conhecer como a instabilidade contribui para o predomínio da morfogênese em algumas áreas e qual o papel desempenhado pelas atividades humanas materializados no espaço. Assim, espera-se que as análises decorrentes das observações sejam capazes explicar, não esquecendo a escala cartográfica e de análise, os efetivos agentes naturais e humanos atuantes para um balanço da morfogênese/pedogênese de manifesta variabilidade espacial e temporal na paisagem.

O modelo *fuzzy* com a síntese dos níveis de pertinência para a morfogênese está exposto no mapa 21. Sob a perspectiva dos especialistas consultados e dos procedimentos metodológicos adotados, fica evidente uma fisionomia do modelo marcada pela morfologia resultante de uma dinâmica subjacente. Cabe ao geógrafo esclarecer quais foram os fluxos diretos de EMI (energia, matéria e informação) responsáveis pela espacialização dos valores matemáticos descritos na modelagem. A localização das cinco classes pelo fatiamento do modelo *fuzzy*, denota as áreas de que necessitam de manejo mais cuidadoso das terras, assim como espaços de interesse para estudos de maior detalhe.

Sem grandes mediações podemos verificar que a região como um todo esboça uma compartimentação semelhante às demais variáveis discutidas, muitas nem utilizadas para a geração do modelo. As terras altas a oeste e sudeste mostram no geral uma baixa morfogênese, enquanto outro patamar de menor altitude apresenta enorme gradiente do balanço, mas com predomínio de uma morfogênese positiva.



Mapa 21. Modelo *fuzzy* do balanço morfogênese/pedogênese na região de Irecê.

Preocupa comprovar que 44,9% das terras possuem morfogênese moderadamente alta (0,45 a 0,5) ou alta (0,5 a 0,7), equivalente a 7.130,6 km². São áreas seletivamente utilizadas para atividades agropecuárias desde o início da ocupação, portanto estão concentradas no imenso e confinado Maciço do Feijão.

No outro contexto estão as terras cuja pedogênese é ativa e a resiliência opera em equilíbrio com os dispersos usos de manejo extensivo. Ocupam 38,1% as áreas de pedogênese baixa (0 a 0,25) ou moderadamente baixa (0,25 a 0,4) abrangendo 5.997 km² numa proporção inferior aos terrenos com predomínio da ação morfodinâmica. São áreas de ocorrência de grandes fragmentos de vegetação que proporcionam uma conectividade funcional excepcional dos fluxos gênicos. Manejar estas paisagens requer manter a estabilidade ecológica, consoante com as atividades econômicas, sem comprometer os poucos corredores ecológicos existentes num espaço de vocações eminentemente agrícolas.

Neste quesito, destaca-se o município de Barra do Mendes. Em termos relativos à área total, a espacialização do balanço morfogênese/pedogênese mostra que este é o município com a maior taxa de ação pedogenética, sendo assim referente ao intervalo 0 – 0,25 com 14% (216,63 km²). Esta situação deixa o munícipio em uma condição singular aos demais, uma vez que a classe de baixa morfogênese não ultrapassa 7% da área relativa nos outros municípios. Os dados revelam que, frequentemente, esta classe ou é inexistente, ou possui valores insignificantes, a exemplo da maioria dos municípios estudados, como se observa na tabela 12. Outros municípios também são caracterizados por expressivas terras moderadamente baixas aos processos erosivos como Barro Alto, Cafarnaum, Canarana, Ibipeba, Iguaçu da Bahia e Uibaí com valores relativos de 37,6% (156,88 km²), 48,3% (326,14 km²), 64,7% (373,53km²), 55,6% (770,35 km²), 59,8% (2.668,04) e 44,6% (246,05 km²) respectivamente. São terrenos localizados, maiormente nas serras da Chapada Diamantina e na planície do rio Jacaré.

Sob um ponto de vista teórico, é possível argumentar que assim como o manejo deve ser distinto nesses municípios, a rentabilidade econômica e financeira da agropecuária também se faz variável dos seus vizinhos localizados no restante platô de Irecê. Em sua maioria, são terras cultiváveis com problemas simples de conservação do solo, o que não elimina a necessidade de se identificar os fatores limitantes para melhor aproveitamento das glebas, o cultivo adequado, as técnicas eficazes e as práticas conservacionistas condizentes com a capacidade de uso do solo.

Tabela 12. Distribuição espacial por municípios da região de Irecê referente ao modelo *fuzzy* do balanço morfogênese/pedogênese em termos absolutos e relativos.

MUNICÍPIO	Km²				
	0 - 0,25 (Baixa)	**0,25 - 0,4 (Moderadamente Baixa)**	**0,4 - 0,45 (Média)**	**0,45 - 0,5 (Moderadamente Alta)**	**0,5 - 0,70 (Alta)**
América Dourada	0,37 0%	142,68 17,0%	195,56 23,3%	369,31 44,1%	130,35 15,6%
Barra do Mendes	216,63 14,0%	1.04,75 67,8%	147,34 9,6%	89,22 5,8%	43,70 2,8%
Barro Alto	3,56 0,9%	156,88 37,6%	88,47 21,2%	130,29 31,3%	37,60 9,0%
Cafarnaum	26,51 3,9%	326,14 48,3%	68,55 10,1%	154,85 22,9%	99,63 14,7%
Canarana	4,84 0,8%	373,53 64,7%	49,21 10,3%	109,79 19,0%	29,77 5,2%
Central	0,41 0,1%	132,51 22,0%	82,71 13,7%	178,89 29,6%	209,12 34,6%
Ibipeba	49,09 3,5%	770,35 55,6%	231,27 16,7%	204,31 14,7%	130,78 9,4%
Ibititá	0 0%	68,94 11,0%	107,24 17,2%	315,52 50,6%	132,43 21,2%
Irecê	1,13 0,4%	77,84 24,4%	86,51 27,1%	115,31 36,1%	38,74 12,1%
Itaguaçu da Bahia	133,41 3,0%	2.668,04 59,8%	765,58 17,2%	593,62 13,3%	297,95 6,7%
João Dourado	0,01 0,0%	98,04 10,7%	169,00 18,5%	471,83 51,5%	176,94 19,3%
Jussara	0 0%	203,17 21,4%	179,08 18,9%	362,36 38,1%	205,24 21,6%
Lapão	0,20 0%	96,43 15,9%	204,67 33,8%	271,10 44,7%	33,58 5,5%
Presidente Dutra	0,10 0,1%	11,68 7,1%	16,69 10,2%	55,34 33,8%	80,04 48,8%
São Gabriel	0 0%	240,99 20,1%	234,69 19,5%	425,53 35,4%	299,71 25,0%
Uibaí	34,26 6,2%	246,05 44,6%	68,57 12,4%	87,21 15,8%	116,03 21,0%
Polo	470,58 2,9%	6.659,54 42,0%	2.705,31 17,09%	3.934,69 24,85%	2.061,69 13,0%

Fonte: Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Por outro lado o município de Presidente Dutra é o de situação mais delicada, pois possui 48,8% (80,04 km²) do seu território na classe entre 0,50 e 0,70. Em seus limites, somente pequenas porções ao sul e nordeste retratam condições morfodinâmicas mais estáveis. Os municípios de Ibititá (50,6%), Irecê (36,1%), João Dourado (51,5%), Jussara (38,1%), Lapão (44,7%) e São Gabriel (35,4%) possuem a maior parte de suas propriedades enquadrada na classe moderadamente alta, além de Central (34,6%) na classe alta. Entre outros fatores, o grau de instabilidade ambiental bastante comprometido é derivado do processo histórico de ocupação. Após a indicação do modelo relativo à maior intensidade dos processos erosivos neste municípios, é recomendada uma atenção especial, por se tratarem de territórios estratégicos para a economia regional, envolvendo também 146.441,00 habitantes, isto é 45% da população analisada.

A modelagem dos componentes básicos dos sistemas clima/geomorfologia/geologia/ solos/vegetação/uso procura atender uma demanda crescente na academia por modelagens de sistemas ambientais. Malgrado a inevitável escassez e divulgação de dados e informações dos diversos setores alusivos à região de Irecê, não se constituiu em barreiras intransponíveis para a análise ambiental integrada. O modelo apresentado embora seja quantificado usando algorítmicos matemáticos, revelou conformidade com a bibliografia específica a cada subsistema consultado, permitindo uma análise encadeante da concepção interdisciplinar o mais próximo da totalidade observada no trabalho de campo. Esta é a síntese analítica do quadro ambiental acentuado para a análise mais detalhada que se seguem sobre os geossistemas. Especificamente os dados não representam grandes contribuições para o objetivo proposto, mas em conjunto se configuraram como diretrizes eficientes da abordagem geossistêmica.

5. ANÁLISE DAS UNIDADES GEOSSISTÊMICAS

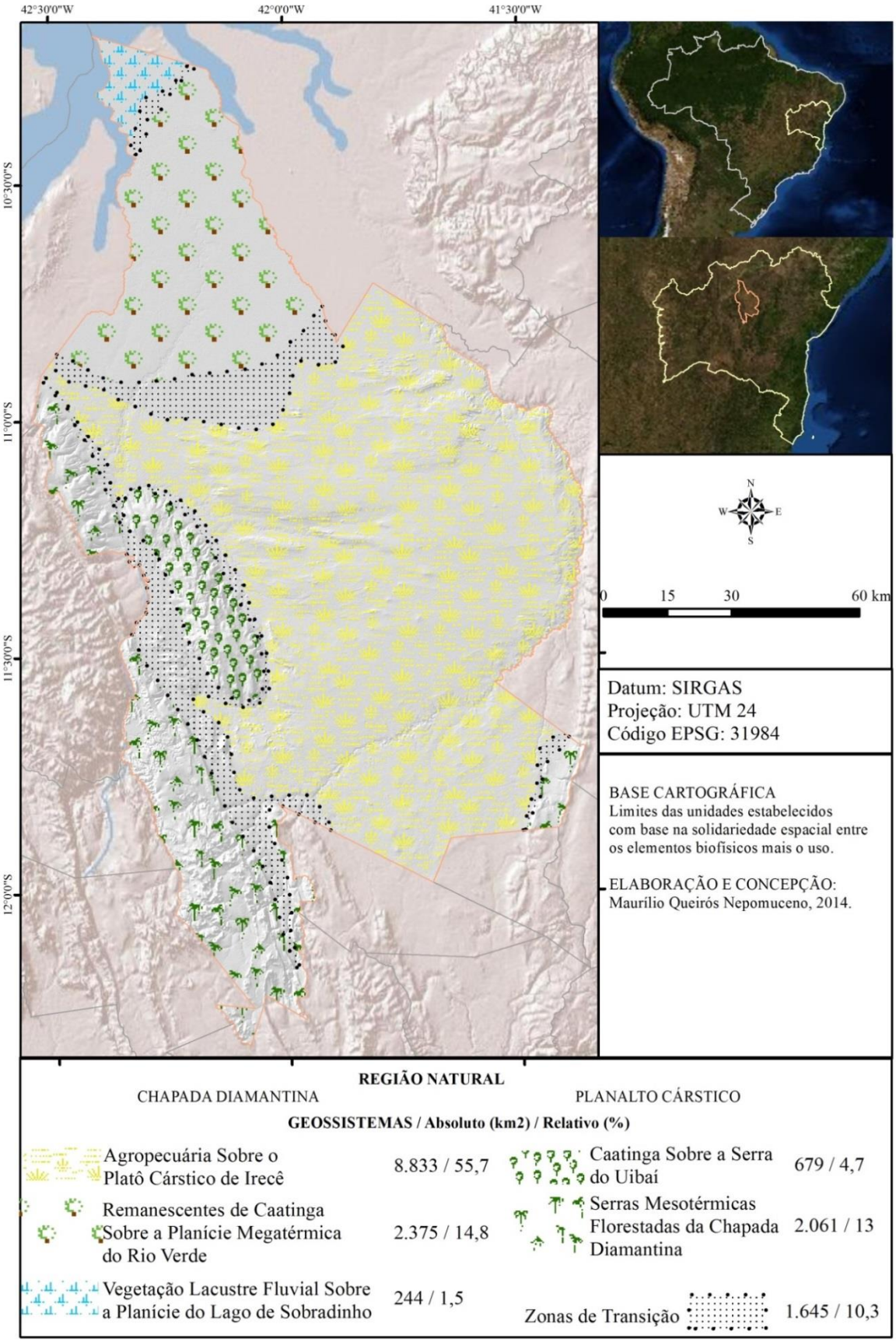
> Traversière (transversal e de travessias) porque esta pesquisa recorta em diagonal não somente a Geografia, mas muitas outras disciplinas com múltiplas paradas e idas e retornos. Traversière também na medida onde, tanto por necessidade como por gosto, nós percorremos caminhos estreitos e fronteiras, às vezes, rejeitados. Traversière, enfim, como esta flauta de orquestra que canta a simplicidade e o frescor da terra. Passos (2009 apud BERTRAND, G e BERTRAND, C. 2009, grifo nosso)

Uma cadeia explicativa lógica a fim de tecer algumas relações manifestas na paisagem, não pode ser estabelecida unicamente pelo viés de um arrolamento de dados relativos a grandes temas como hidrografia, solos, densidade demográfica, faixa de renda etc. Sem dúvida é um percurso basilar, porém não o suficiente. Compreender a paisagem pela lente geossistêmica é ultrapassar os limites de análises setoriais isoladas, as quais são comandadas por um Sistema Singular Complexo (MONTEIRO, 1978). É não reduzir o conjunto geográfico a associações acumulativas. Para além, diversas propriedades e novas relações são orquestradas pelas interações dos elementos, por vezes distintas das emanadas deste último exclusivamente.

No geossistema estas relações e propriedades seguem uma dinâmica e evolução comum, capaz de fomentar a constituição de uma unidade. A avaliação das unidades é conduzida de modo a buscar os mecanismos gerais de sua organização, num esforço de síntese que envolva a dimensão geográfica do balanço morfogênese/pedogênese, satisfazendo os preceitos da Ecodinâmica de Tricart (1977). Recorre-se, assim aos princípios lógicos da Geografia (localizar, distribuir, conectar, medir a distância, delimitar a extensão e verificar a escala) que já se revelou anteriormente no estado da Bahia por intermédio do Geoprocessamento em Lobão (2006), Santana (2008), Sousa (2006) e Pinheiro (2004).

Apesar da indentificação das unidades terem ocorridas em cima das imagens orbitais, entendemos assim como Bertrand (1971) que as unidades geossistêmicas devem ser delimitadas por uma certa homogeneidade fisionômica, por uma forte unidade ecológica e biológica, enfim, fato essencial, por um mesmo tipo de evolução, que designam arranjos espaciais próprios na dimensão geográfica de cada geossistema.

Como resultado foram identificados e delimitados cinco unidades geossistêmicas, mais as zonas de transição (mapa 22). A nomenclatura buscou satisfazer as características mais marcantes alusivas ao uso e cobertura da terra, bem como aos demais fatores ambientais. São características notórias que exercem papel decisivo no comando da estrutura e dinâmica da unidade.



Mapa 22. Estrutura espacial da organização geossistêmica.

Tendo consciência dessa complexidade, cabe salientar que não se pretende elaborar a montagem de um sistema total das relações entre a sociedade e a natureza. As relações sociais e econômicas ao construírem materialidades físicas, participam ativamente da organização e reorganização dos sistemas naturais em análise. Por exemplo, o cultivo do feijão atendeu historicamente a muitos interesses de ordem econômica e política, sendo beneficiado por planos, projetos e programas elaborados pelo Estado, assim como consumou a ocupação de espaços outrora recobertos por vegetação primária através de processos sociais engendrados por agentes heterogêneos. Logo, grandes manchas de vegetação foram substituídas por lavouras, desencadeando nas propriedades rurais e adjacências, inúmeros processos que impactaram o sistema solo-litologia-atmosfera-relevo com visíveis respostas na produtividade agropecuária.

O mapeamento do uso e cobertura foi o dado adotado pela presente pesquisa, por ser uma das formas mais tangíveis e simples de apreender a materialidade do aparato técnico no espaço. Desta maneira, a abordagem preconiza as intervenções humanas não como contrárias ao sistema natural, mas como pertencente e inerente a ele próprio, satisfazendo uma combinação dialética do conjunto único e indissociável da paisagem, defendido por Bertrand (1971).

Para sintetizar o contexto ambiental nos seus elementos mais básicos, foi construído o quadro geral de articulações (Anexo B). O mesmo visa uma análise preliminar do conjunto, em que pesa duas entradas, onde as linhas representam os limites espaciais e as colunas as características setoriais. Mas também exibe as primeiras apreciações do jogo de relações e arranjos funcionais que serão detalhados mais adiante.

O desdobramento sintético da organização espacial também está expresso em dois diferentes transectos (Anexo C, D e E). Trata-se de uma projeção vertical da compartimentação do todo espacial. Para facilitar o entendimento na leitura cartográfica, reproduziram-se as legendas dos mapas já expostos. A elaboração dos transectos complementa assim uma série de recursos gráficos e tabulares com o objetivo de por em evidência numerosas correlações estabelecidas pela estrutura da paisagem e sua produção.

O quadro geral de articulações e os transectos configuram assim uma primeira aproximação dos geossistemas em análise, não sendo simplesmente a síntese final dos dados, mas um dos pontos de partida para a interpretação das relações manifestas nas paisagens observadas. Por conseguinte, o espaço geográfico é formado por unidades espaciais elementares, cuja conformidade homogênea é relativa e deve ser atrelada à escala. Isto posto,

foram identificadas e avaliadas unidades desde 244,1 km² até 8.833,2 km². Cada unidade considerada possui um comportamento e sistema evolutivo próprio. Igualmente, o estado do geossistema foi classificado segundo o grau de estabilidade ambiental mensurado pela modelagem proposta, uma vez condizente com a interpretação da paisagem pelo pesquisador. A integração é antes de tudo, conceitual, e sobrepõe-se inicialmente a qualquer característica setorial.

5.1 GEOSSISTEMA DAS SERRAS MESOTÉRMICAS FLORESTADAS DA CHAPADA DIAMANTINA (G I)

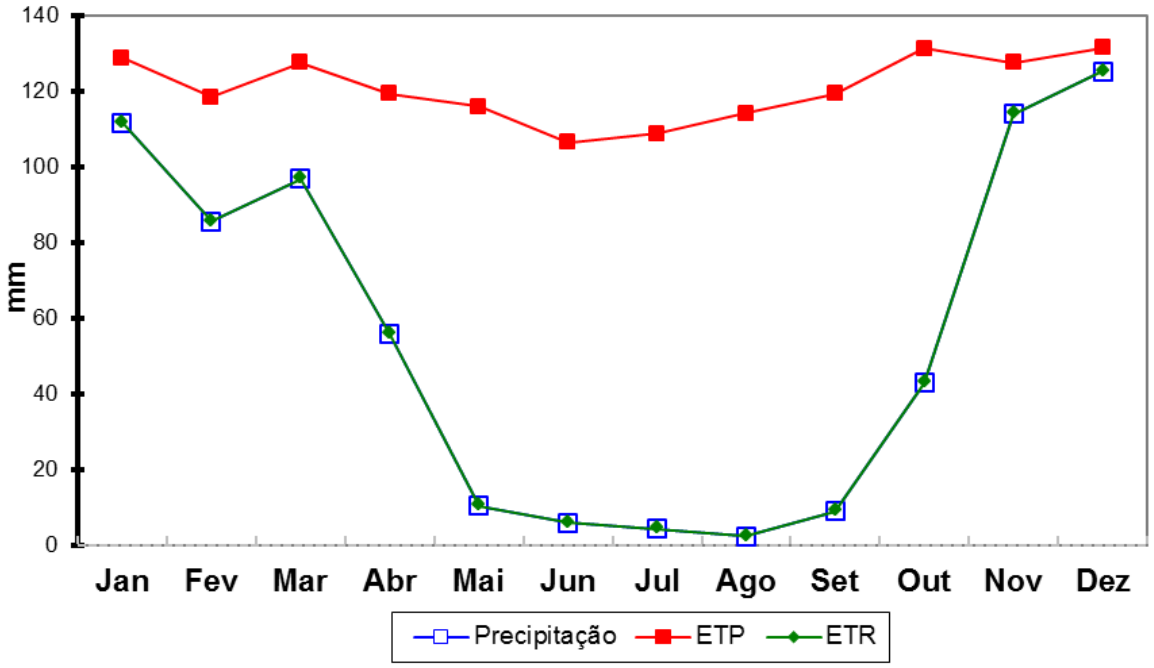
Em virtude dos arranjos apresentados pelos limites administrativos municipais, esta unidade mostra-se interceptada em três grandes porções, sendo, no entanto a expressão de um mesmo geossistema. Sem muitos esforços, sua delimitação na imagem de satélite foi guiada principalmente pela textura rugosa das formas de relevo e pela distribuição da vegetação. A longa denudação da cadeia do espinhaço na região de Irecê conferiu a unidade um formato de V. Localizada a oeste, sudoeste e sudeste dos limites da área de estudo, abrange no total 2.061,09 km² ou 13% de toda a região. Insere-se dentro dos limites da unidade 79,6% do território de Barra do Mendes, 21% de Cafarnaum, 21,9% de Ibipeba e 8,6% de Itaguaçu da Bahia.

Não obstante, seja o geossistema de ocupação mais antiga, sua população atual é de apenas 8.214 habitantes, conforme os setores censitários com áreas dentro desta unidade. A maior parte dos moradores reside no município de Barra do Mendes, com 6.059 hab. A densidade demográfica de 0,34 hab/km² expressa o fraco crescimento vegetativo, condizente com a baixa taxa de terras voltadas para a agropecuária.

Os fatores que influenciam na morfodinâmica deste geossistema são diversos. O balanço morfogênese/pedogênese é caracterizado por forças ativas e passivas. Na primeira situação encontram-se as caraterísticas da chuva, a declividade e a capacidade do solo de absorver água. As forças passivas são especialmente a cobertura vegetal e a erodibilidade do solo, ou seja, a estabilidade de sua estrutura para resistência a erosividade da água.

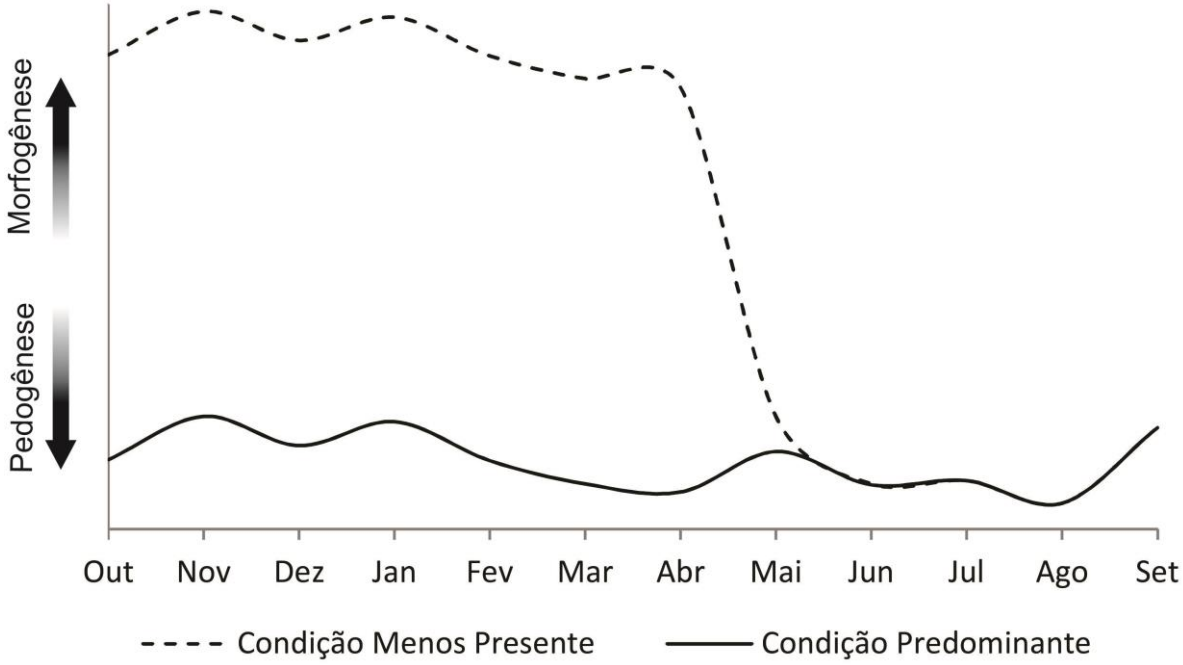
Neste geossistema, bem como nos demais, a morfogênese positiva provocada pelas chuvas e os efeitos combinados do topoclima é a mais importante força ativa na ação erosiva. Esta é a razão da morfogênese ser mais expressiva nos meses chuvosos, com igualdade para a pedogênese nos períodos secos. Como as condições atmosféricas são o grande provedor de energia para o sistema ambiental, coube ao balanço hídrico de Thornthwaite no gráfico 05, em consonância com a avaliação da erosividade mensal, conduzir as análises subsequentes sobre a estabilidade ambiental.

Dito isto, o Gráfico 06 é uma representação esquemática baseada nos dados ora mensurada. Mas, sobretudo, uma análise qualitativa fundamentada na interpretação a respeito dos agentes atuantes que conduzem para uma oscilação do balanço morfogênese/pedogênese no intervalo de um ano normal.



Fonte: Compilado e interpolado por Hijmans *et al*, 2005.

Gráfico 05. Balanço hídrico do Geossistema das Serras Mesotérmicas Florestadas da Chapada Diamantina segundo Thornthwaite 1948 (100mm).



Fonte: Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Gráfico 06. Dinâmica ao longo de um ano normal da morfogênese/pedogênese para o geossistema das Serras Mesotérmicas Florestadas da Chapada Diamantina.

Os diferentes graus de estabilidade e instabilidade ambiental permitem diagnosticar dois cenários distintos indicados pelas duas linhas no gráfico representativo da morfodinâmica. A linha contínua mostra a predominância de uma dinâmica relativamente

estável do sistema, onde a erosividade não se manifesta como uma força potencializadora dos processos erosivos em consequência de outros fatores atenuantes. A linha tracejada particulariza áreas menores em termos relativos, mas igualmente importante do ponto de vista da grande instabilidade de suas terras.

As primeiras chuvas significativas iniciam a partir de outubro. Ainda que neste mês as chuvas alcancem somente 43 mm em média, a precipitação esta concentrada em torno de quatro dias somente. As fortes e rápidas chuvas neste mês proporcionam uma erosividade considerável de 322,4 mm, como mostra a tabela 13.

Tabela 13. Médias pluviométricas e erosividade mensais ao longo do ano climatológico 1973-2003 para o geossistema das Serras Mesotérmicas Florestadas da Chapada Diamantina.

MESES	PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (mm)	EROSIVIDADE MENSAL (mm)
Outubro	42,9	322,4
Novembro	114,0	380,3
Dezembro	125,2	341,6
Janeiro	111,8	372,7
Fevereiro	85,6	321,0
Março	96,9	290,7
Abril	55,8	279,2
Maio	10,3	103,1
Junho	5,8	58,6
Junho	4,2	64,3
Agosto	2,2	34,2
Setembro	9,0	135

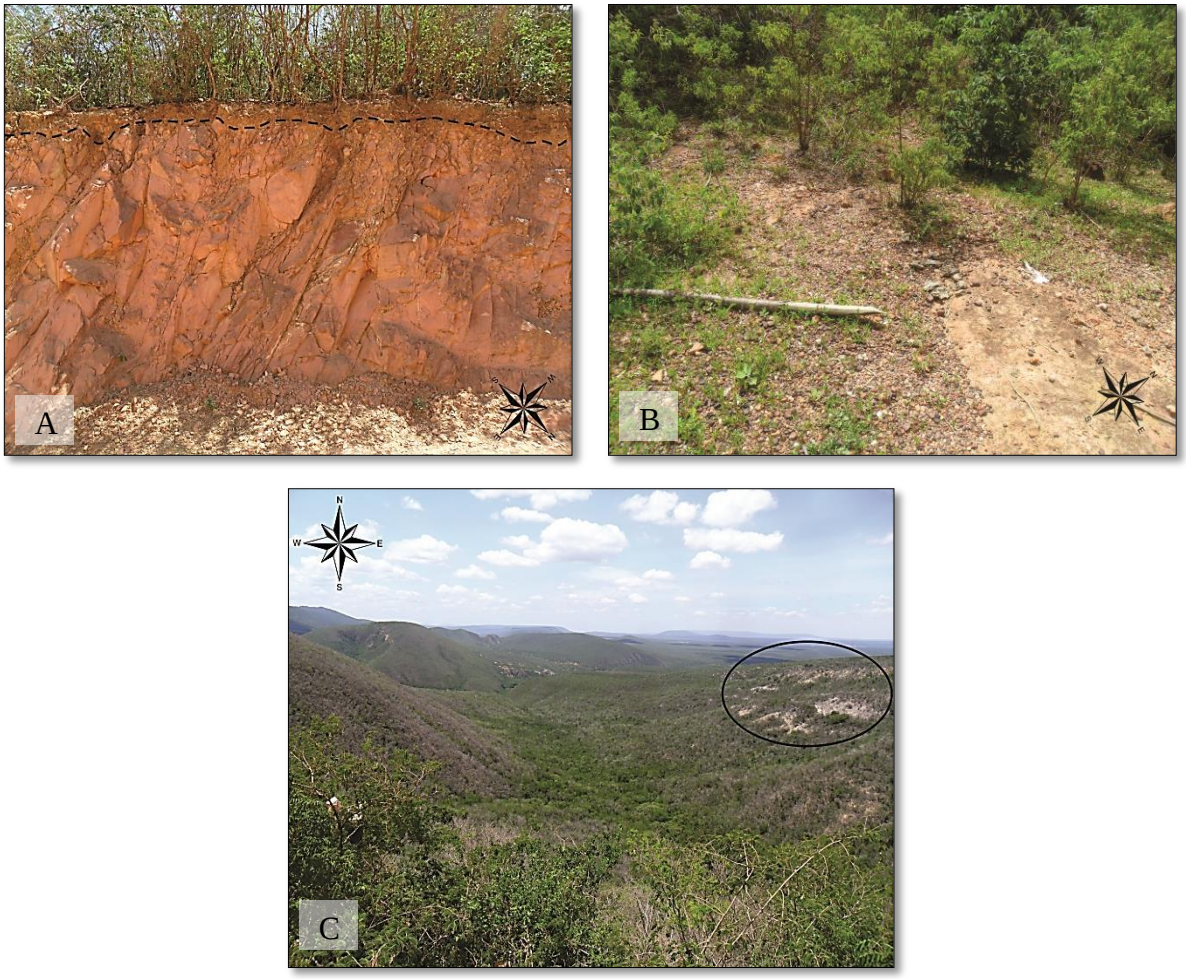
Fonte: Pluviometria compilada e interpolada por Hijmans *et al*, 2005. Erosividade mensurada por Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

No que tange **às condições menos presentes** de pedogênese negativa, esta conjuntura é acrescida por Neossolos Litólicos em terrenos com declives acima de 6°. Quando inicia o trimestre chuvoso em novembro, as condições de instabilidade se agravam, pois a erosividade atinge o máximo de 380,3 mm. A forte energia cinética arrasa em especial os Cerrados arbustivos e os Campos Rupestres que recobrem uma pequena camada de solo não atingindo mais do que 50 cm nos topos dos morros (foto 13A). Em alguns anos da série temporal analisada pelo EVI, estas duas vegetações apresentaram baixos valores no período seco, ratificando a baixa proteção ao solo já muito pedregoso (foto 13B) quando iniciam as primeiras chuvas.

Dezembro é o mês mais chuvoso com 125,2 mm, mas também é o mês com mais dias de chuva, totalizando uma média de 11 dias, o que diminui um pouco a força da erosividade.

O processo de desprendimento das partículas do solo, transporte e turbulência das águas pluviais são predominantes. O solo erodido é depositado nos leitos secos dos vales encaixados. Mesmo com a maior frequência de chuvas, a água tem muitas dificuldades em infiltrar, pois o declive acidentado favorece o escoamento.

Em janeiro a erosividade torna a aumentar. A morfogênese é beneficiada pela amplitude altimétrica de 672m. A variação entre os extremos altimétricos enseja o escoamento superficial nos terrenos declivosos revestidos por solos com pequeno manto de intemperização. Entre fevereiro e abril a morfogênese continua ativa promovendo dentre outras formas de perda de solo, a remoção (foto 13C) pelo salpicamento das gotas de chuva, em direção morro a baixo. A vegetação agora mais vistosa e com mais folhas depois das



Fonte: Fotografias retiradas durante o trabalho de campo. Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Foto 13. Baixa profundidade do manto de intemperização em Neossolo Litólico (A). Vegetação em solo pedregoso (B). Destaque para a área de morfogênese positiva (C). Fotografias retiradas em fevereiro de 2013.

chuvas iniciais consegue conferir algum grau de proteção ao solo, não resultando, entretanto, num domínio da pedogênese.

A partir de maio as chuvas diminuem consideravelmente, prenúncio do inverno seco que se segue nos próximos meses. Neste ponto, com a redução do principal agente erosivo, a curva das condições predominantes equivale a das condições menos presente, caracterizando um estado de maior equilíbrio entre as forças morfopedogenéticas.

A **condição predominante** é bem diferente. Se por um lado, os Neossolos Litólicos de alta erodibilidade, se distribuem por 77,2% da unidade (1.591,69km²) e os Latossolos vermelho amarelo distrófico de média erodibilidade ocupam 21,6% equivalente a 446,47 km², por outro lado a cobertura vegetal representa 89,1% deste sistema ambiental (tabela 14), amenizando substancialmente a morfogênese.

Tabela 14. Distribuição espacial do uso e cobertura da terra em 2013 para o geossistema das Serras Mesotérmicas Florestadas da Chapada Diamantina.

USO E COBERTURA	ÁREA	
	TERMOS ABSOLUTOS (km²)	TERMOS RELATIVOS (%)
Agropecuária	224,93	10,9
Caatinga Arbórea Arbustiva	1.310,67	63,6
Campos Rupestres	53,33	2,6
Cerrado	277,27	13,5
Floresta Estacional	188,11	9,1
Vegetação com Influência Lacustre Fluvial	5,92	0,3

Fonte: Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Esta é a unidade funcional de maior diversidade de plantas. Todas as classes de vegetação mapeadas estão presentes, com a existência ainda de grandes fragmentos conectados, maiormente a norte e leste. A vegetação em diferentes estratos assegura uma eficiente proteção no controle da ação morfodinâmica. Com efeito, a depender da tipologia e das características do entorno de determinadas áreas, a vegetação não possui a mesma eficácia durante o ano, visto que toda ou parte das folhas caem na estação seca, pois são caducifólias ou semicaducifólias.

Entre outubro e abril, a intensidade das chuvas representada por valores superiores a 270 mm são insuficientes para acarretar processos erosivos comparáveis às condições menos presentes. Possivelmente, a morfodinâmica se expressa na remoção do pouco material desagregado pelo intemperismo sob condições de pedogênese no topo dos morros. Esse

material é transportado pelo escoamento superficial (*runoff*) e depositado nos fundos chatos dos vales, contribuindo para a formação dos Latossolos vermelho amarelo distrófico.

A densa vegetação (foto 14) intercepta a torrencialidade das chuvas, diminuindo o impacto das gotas e consequentemente a ação do *splash*[46]. Durante as primeiras chuvas, nas horas iniciais, a lâmina d'água que escorre pela superfície exerce uma atividade transportadora dos sedimentos desagregados anteriormente.

Fonte: Fotografia retirada durante o trabalho de campo. Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Foto 14. Encosta e vale cobertos por vegetação densa em diferentes estratos, inclusive arbóreo.

Em campo no mês de janeiro, foi possível reparar que a Caatinga[47] se manteve mais verde nas dissecações do relevo e fundo de vale, enquanto nos topos e encostas mais expostas às intempéries climáticas, a vegetação era cinza, exibindo seus troncos tortuosos e esbranquiçados, pois estava sem boa parte das folhas. Ainda na foto14C os locais entalhados pela erosão tendem a concentrar umidade. As raízes das plantas associada com a ação biológica ampliam a estabilidade dos agregados do solo, além de absorverem a água dos horizontes, sobretudo do A, melhorando a infiltração e opondo-se ao escoamento superficial e de subsuperfície.

O balanço hídrico mostra que nos meses secos entre maio e setembro a precipitação pluviométrica não cessa completamente como em outros geossistemas, que podem chegar à inexistência de chuvas em alguns meses. Não obstante, a elevação das temperaturas pela constante insolação é atenuada pelas altas altitudes e cobertura de nuvens. Em nenhum

[46] Estágio inicial do processo erosivo através da ação morfogenética da gota de chuva, provocando assim o desprendimento das partículas que compõem o solo no local do impacto.
[47] Palavra de origem do Tupi: caa (mata) + tinga (branca) = mata branca

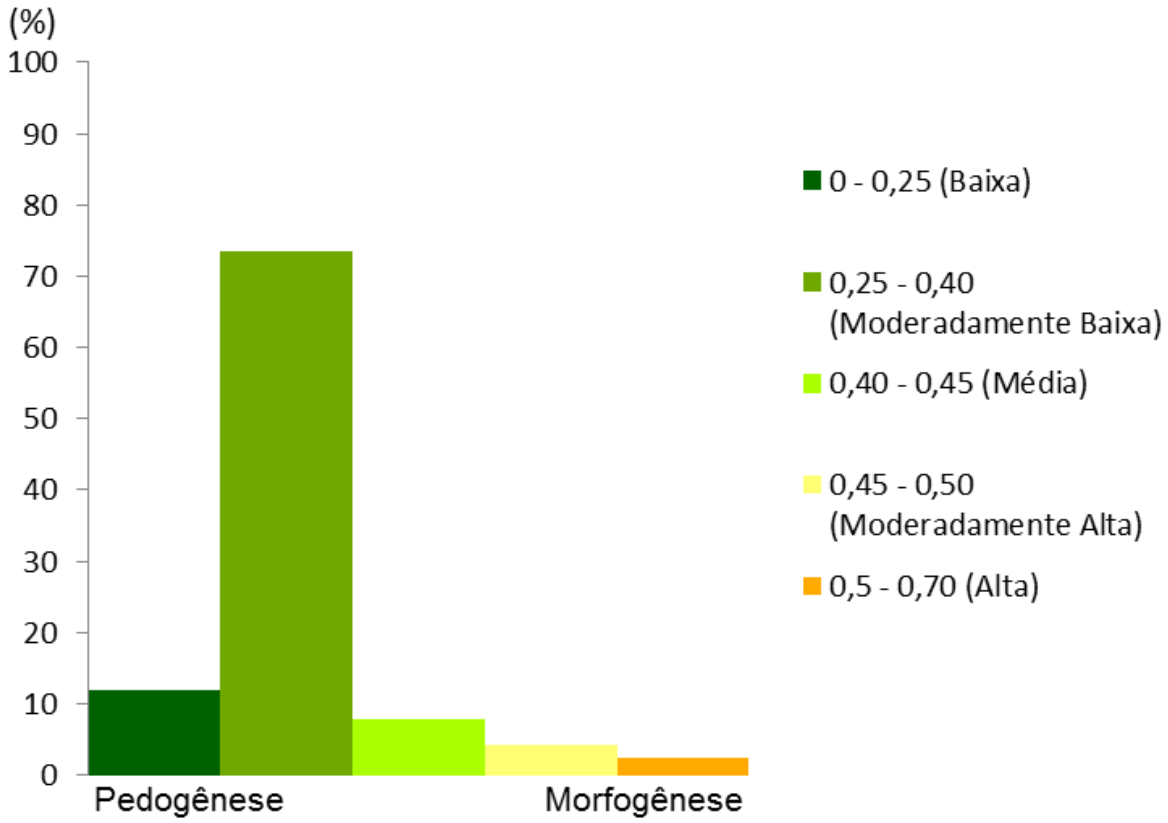
momento o balanço hídrico revela uma reposição de água no solo, muito menos excedente hídrico para uma capacidade de campo de apenas 100 mm, demonstrando assim as baixas precipitações pluviométricas a qual estão submetidas esta unidade.

No conjunto da unidade e pela escala de análise, a curva entre condições predominantes e as menos presentes se aproximam no mês de maio. Desta forma, ainda com a vegetação verde afere-se que outras formas de erosão substituam a ação das águas em menor grau, a exemplo da atividade biológica e dos ventos. Não se deve negar também, a ocorrência da pedogênese nos meses chuvosos, pois a mesma necessita da água para o seu desenvolvimento. São exatamente os redutos de umidade, esculpido nas formas do relevo que colaboram com a água disponível para a pedogênese, onde encontramos os Latossolos. Bem como, a diminuição na frequência das chuvas enseja um tempo maior para as águas infiltrarem no solo, evitando assim as enxurradas.

O gráfico 07 retrata a quantificação relativa das áreas vulneráveis a ação da morfogênese positiva. De conformidade com o estado do geossistema até aqui analisado, as áreas classificadas como baixa e moderadamente baixa somam 85,4% (1.758,96 km²). As duas classes exprimem a densa vegetação que recobre resistentes rochas do grupo Chapada Diamantina. Em termos absolutos, com apenas 245,72 km², possui os terrenos mais extensos da classe alta se comparada com outros geossistemas. A maior parte deles localizados em Barra do Mendes. Esta unidade é considerada *estável*, de acordo com a classificação dos meios ecodinâmicos proposta por Tricart.

O intervalo do modelo entre 0,45 e 0,70 reflete terrenos com as classes moderadamente alta e alta, os quais correspondem somente 6,6% do geossistema, isto é, 136,km43 km². Sua seletiva localização denota um contexto específico de atividade dos processos erosivos. A maior parte desta classe encontra-se também no município de Barra do Mendes, a oeste dos povoados de Cana Brava e Minas do Espírito Santo. Sua delimitação coincide com as terras mais altas da região de Irecê, assentada na superfície de cimeira da Chapada Diamantina setentrional acima de 900 m, conforme o mapeamento geomorfológico, onde está o ponto culminante a 1.618 m.

Esta área apontada pela modelagem como sendo de moderada e alta morfogênese, apresenta EVI alto em setembro e baixos valores em Janeiro. Era esperado um comportamento inverso, em se tratando de uma cobertura vegetal contínua e pouco ocupada. Ora, no decorrer da época de chuvas, o Cerrado teoricamente deveria apresentar um EVI relativamente mais alto do que muitas terras no planalto cárstico voltadas para a agricultura,



Fonte: Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Gráfico 07. Balanço morfogênese/pedogênese para o geossistema das Serras Mesotérmicas Florestadas da Chapada Diamantina

um contraponto para a estação seca, mas ocorre o contrário. É provável que na estiagem, por conta das chuvas constantes, apesar de poucas, esta área altamente vulnerável a erosão, consiga manter uma boa atividade fotossintética em relação aos solos expostos do platô de Irecê. A agricultura de sequeiro praticada no Maciço do Feijão não permite o cultivo nos meses secos, expondo os terrenos a valores muito baixos de EVI. Também não se consegue distinguir a espacialização das diferentes fitofisionomias na zona de alta vulnerabilidade, mediante exclusivamente o índice de vegetação, pois o seu entorno encontra-se da mesma maneira com altos valores próximos. É preciso destacar que o Cerrado de altitude de porte arbustivo está entreamado com resistentes afloramentos de rochas pelítica, arenitos, arenitos conglomeráticos e conglomerados polimíticos em solos cascalhentos de pouca retenção hídrica.

Quando chega a estação chuvosa, a Floresta Estacional, as capoeiras e acima de tudo, a Caatinga Arbórea Arbustiva detentora de um dossel mais pujante, recupera a sua área foliar. As propriedades agrícolas destinam suas plantações para o triconsórcio feijão-milho-mamona no Maciço do Feijão. No caso de Barra do Mendes, muitas lavouras permanentes podem ser

encontradas aumentando o EVI na estação de chuvas. Neste novo contexto, as áreas que antes tinham valores de EVI menores, ultrapassam o Cerrado e Campos Rupestres nas localidades dominadas pela morfogênese desta unidade.

Pelos dados e em campo, é possível estabelecer uma gradação entre a altitude e diferentes tipos de fitofisionomias. Nos topos de elevadas altitudes estão os Cerrados e Campos Rupestres. Nas encostas dissecadas e vertentes íngremes têm-se áreas de tensão ecológica, zonas de contato entre Cerrado/Caatinga/Floresta Estacional de difícil mapeamento, de tal forma que sua identificação nas imagens orbitais foi dificultada pela mistura espectral das radianças emitidas ou refletidas pelos alvos. Estas áreas abrigam uma biodiversidade relevante. Nos patamares mais baixos e menos declivosos ocorrem as extensas Caatingas Arbórea Arbustivas. A Vegetação com Influência Lacustre Fluvial acompanha os leitos dos rios onde a umidade é resguardada, mesmo na estiagem. Em decorrência desta realidade, espécies endêmicas podem ser encontradas neste sistema geográfico como a *Facheiroa ulei, Evolvulus gnaphalioides, Apodanthera suculenta.*

Dada vocação agrícola da região de Irecê, torna-se imprescindível ressaltar, que não é a ocupação humana o agente decisivo para a instabilidade de alguns poucos sítios nesta unidade, mas o quadro natural reinante. Assim, mediante tais pressupostos discutidos até aqui, esta unidade necessita ser pensada com outra proposta diferenciada do planalto cárstico, região de maior interesse financeiro.

A própria população, mesmo de forma empírica, sabe que as características físicas destes terrenos são desfavoráveis para um aproveitamento econômico rentável destinado à agropecuária. Em vista disso, as limitações ambientais para a exploração agrícola preservou muitos fragmentos de vegetação. As lavouras são predominantemente de cultivos temporários, mas também existem propriedades com café, sisal e banana. Deve-se considerar, entretanto, o potencial turístico e de lazer derivada da existência de grutas, sítios arqueológicos com pinturas rupestres, cachoeiras intermitentes. E ao considerar esta perspectiva é importante enfatizar a fraca rede viária e hoteleira existente. Necessário se faz a integração deste espaço ao circuito turístico do restante da Chapada Diamantina.

No conjunto da unidade foram observados distintos processos erosivos. Nas áreas ocupadas pela agropecuária ocorre bastante erosão do tipo laminar, a mais comum, caracterizada por uma gradual, contínua e lenta remoção dos primeiros centímetros do solo. Imperceptível na observação imediata por olhares não instrumentalizados, a erosão laminar se mostra inexorável a médio e longo prazo para a produtividade agrícola, pois remove a camada

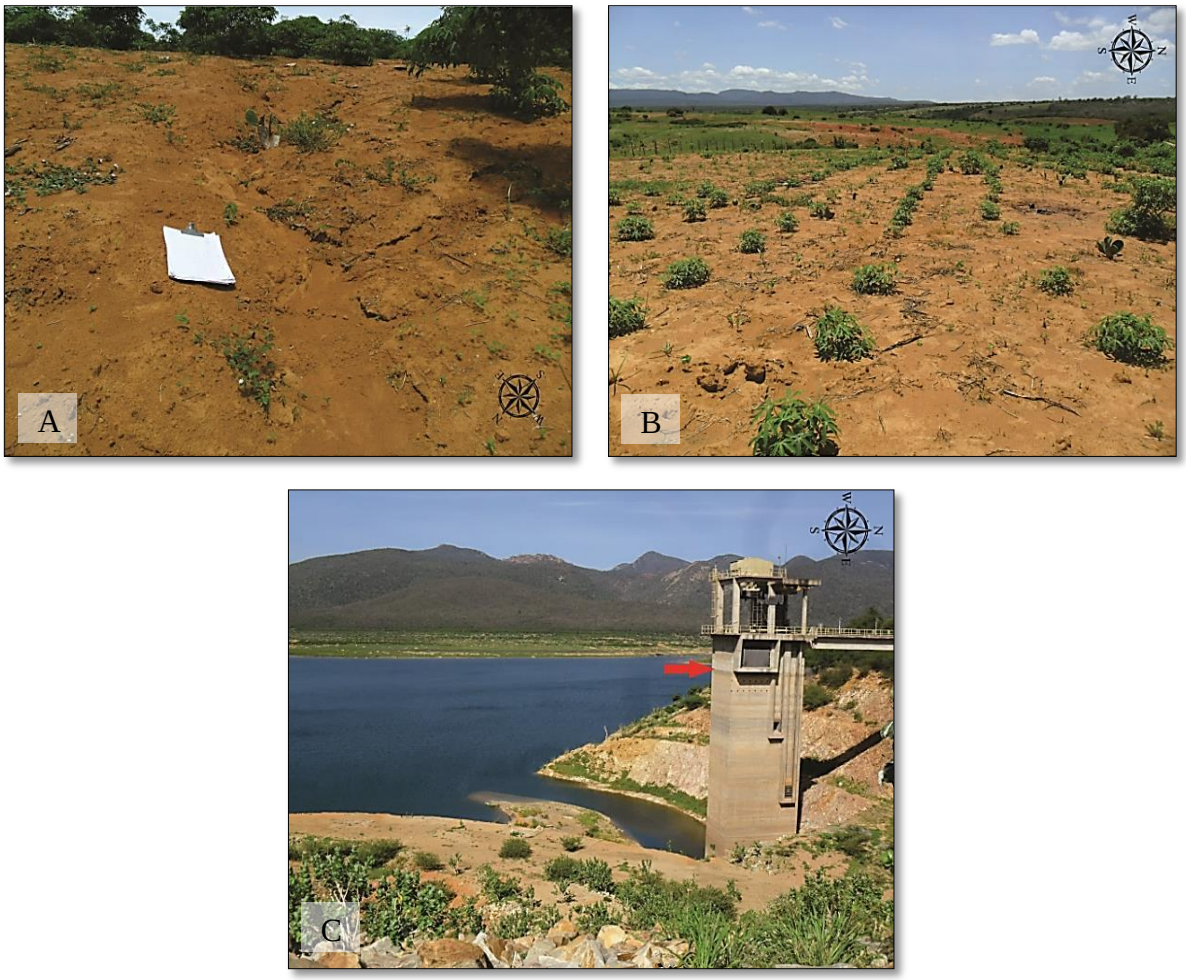
de maior matéria orgânica e fertilidade. Quando a declividade é um pouco mais acentuada a partir de 6°, com frequência encontram-se erosões em formas de sulcos (foto 15A), desenvolvida pelo fluxo preferencial da enxurrada nos meses chuvosos, ou até mesmo pela irrigação desorientada.

Práticas básicas de conservação do solo poderiam reduzir ou mitigar esses processos erosivos, a exemplo do cultivo em nível. Como pode ser observado na foto 15B, o cultivo frequentemente é realizado morro a baixo, possibilitando assim o *runoff*. O manejo transversal à linha do declive é o mais recomendado nesta situação de cultivo da mamona. É desejável também o plantio alternado entre plantas com variada capacidade de retenção da enxurrada e do solo.

Mesmo para este geossistema de ocupação mais tradicional e menos mecanizada, o ritmo das transformações impostas pela ação humana é muito superior ao ritmo de reconstituição das estruturas naturais.

O relevo amplamente entalhado, com vales encaixados e encostas ravinadas comprova a erosão diferencial em rochas com níveis diversos de resistência. O resultado é um relevo de aspecto ruiniforme. Nas áreas de afloramentos rochosos a morfogênese consegue produzir depósitos de areias facilmente intemperizáveis. Por vezes, as estruturas norteiam a drenagem efêmera e torrencial alimentando os cursos maiores entre outubro e abril.

O controle da erosão principalmente próxima aos leitos dos rios é fundamental no avanço do assoreamento da incipiente drenagem existente. Este geossistema é o divisor de águas das principais bacias da região, local onde se encontram as nascentes do rio Verde e do rio Jacaré. A inauguração da barragem de Mirorós (foto 15C) em 1984 no rio Verde acarretou em inúmeros conflitos de diversas escalas geográficas, envolvendo atores locais, municipais, estaduais e federais (CUNHA, 2009). Posto que a barragem se localize neste geossistema, os conflitos se intensificam a jusante, em outras unidades, sendo assim retornaremos a esta problemática adiante.



Fonte: Fotografias retiradas durante o trabalho de campo. Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Foto 15. Erosão em sulco (A). Plantio seguindo a direção do declive em região de relevo ondulado (B). Barragem de Mirorós com destaque para a marca demonstrando o nível alcançado pela água (C).

5.2 GEOSSISTEMA DA VEGETAÇÃO LACUSTRE FLUVIAL SOBRE PLANÍCIE DO LAGO DE SOBRADINHO (G II)

A localização e o estado deste sistema ambiental conferem a unidade, aspectos muito singulares. É o geossistema de menor dimensão territorial, abrangendo apenas 244,13 km² ou 1,5% de toda região. Situado unicamente numa porção no extremo norte do município de Itaguaçu da Bahia, equivalente a 5,5% do seu território. A dinâmica e história ambiental estão atreladas ao comportamento do rio São Francisco e rio Verde.

É também a unidade menos mapeada, logo, de menor conhecimento. Em parte, por conta da razoável distância em relação ao centro de ocupação econômica da região, das principais vias de comunicação, assim como, pelo seu baixíssimo povoamento apresentado até os dias atuais. Desconhecem-se estudos ambientais ou similares englobando especificamente estas terras. O que se produziu até hoje, foram levantamentos e pesquisas envolvendo ora a bacia hidrográfica do rio São Francisco, ora as bacias do rio Verde e Jacaré. Entretanto, estes atributos não diminuem a importância ecológica e os imprescindíveis serviços ambientais prestados pela unidade.

Prevalece uma população composta por adultos 49,1%, seguido pelas crianças (24,%), adolescentes (18%) e idosos (8,6%). Não há cidades em seus limites, apenas núcleos habitacionais como o povoado de Maravilha, distante cerca de 90 km da sede. Muitos moradores preferem atravessar o rio São Francisco e consumir os serviços prestados pelo município vizinho de Pilão Arcado. Um único setor censitário insere a unidade, segundo consta, são 802 habitantes para uma densidade de 0,86 hab/km² ratificando uma ocupação fraca e dispersa. As atividades econômicas são extensivos cultivos agrícolas e pequenas criações de animais, ambos destinados prioritariamente para a subsistência.

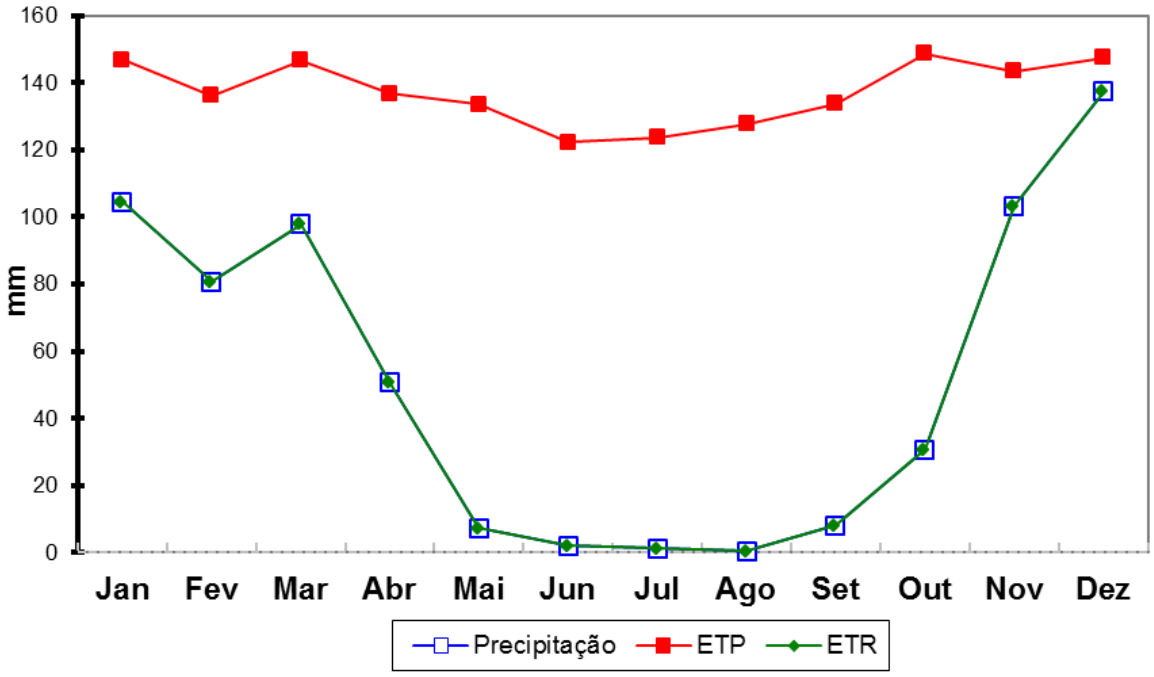
Como não há atendimento por coleta de lixo oferecida pela prefeitura local, 97,9% dos domicílios queimam seu lixo na própria propriedade. Serviços básicos de energia elétrica e água da rede geral também não atendem a todos os moradores. Este quadro é agravado pela inexistência de vias pavimentadas, sendo predominantes estradas de chão que empoçam no período de chuvas. A principal estrada de acesso para a unidade é paralela ao leito do rio Verde, enquanto as vicinais dão acesso às propriedades.

Na imagem Landsat 8 OLI sua identificação é de fácil visualização, haja vista o padrão irregular denotado pela vegetação diante do contato com o dossel mais homogêneo da Caatinga Arbórea Arbustiva. Todavia, a definição dos limites requereu a consulta a outros dados. Em menor grau a amplitude altimétrica de 383 a 400m indica uma compartimentação

geomorfológica distinta do seu entorno. Definitivamente, o produto que melhor expressa os limites da unidade é o índice de vegetação no período chuvoso, como veremos adiante.

Vale frisar as inúmeras adversidades enfrentadas com foco em um estudo climático para está região do estado baiano, reflexo da escassa rede de mensurações existentes no semiárido. Por conta disto, os dados avaliados estão restritos ao balanço hídrico condizentes com escala de estudo. A utilização do balanço hídrico aliada ao cálculo da erosividade caracterizam procedimentos tradicionais na análise da instabilidade ambiental, através da interação com o sistema atmosférico. Porém, recomenda-se a obtenção de dados outros, capazes de satisfazer pressupostos mínimos de uma analise rítmica como preconiza Monteiro (1971). A combinação da insolação, umidade, vento, teor de CO_2 e sua interação dinâmica com o sistema relevo/solo/vegetação/uso produzem variabilidades espaciais manifestadas em tempos igualmente distintos, diários, mensais, sazonais e anuais.

O balanço hídrico de Thornthwaite (gráfico 08) revela um dinâmica climática semelhante aos demais geossistemas. As condições atmosféricas denotam um clima megatérmico com alta evapotranspiração, chuvas concentradas no verão e temperatura média de 26,8°C.



Fonte: Compilado e interpolado por Hijmans *et al*, 2005.

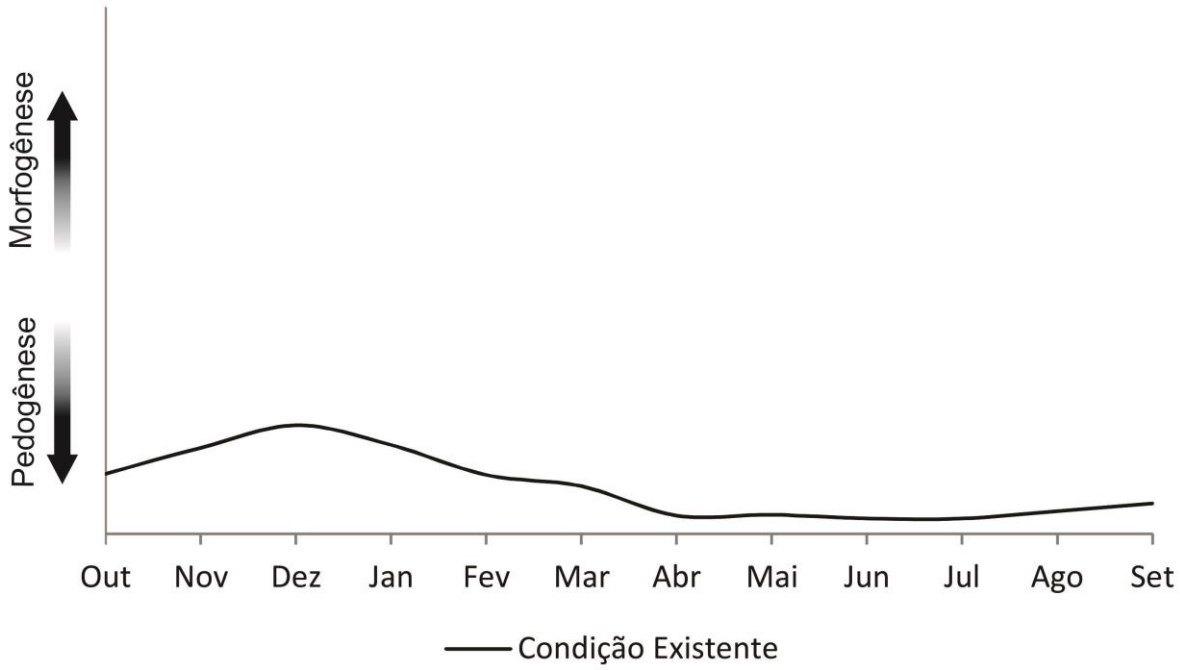
Gráfico 08. Balanço hídrico do geossistema da Vegetação Lacustre Fluvial sobre Planície Do Lago de Sobradinho segundo Thornthwaite 1948 (100mm).

O inverno é um pouco mais ameno, mas continuam as elevadas temperaturas com média de 23,7°C e poucas chuvas de 1,2 mm. Em resumo, os ganhos com água para o sistema

natural, não superam as perdas da mesma substância pela evapotranspiração, resultando em um déficit hídrico nos doze meses. Por outro lado, esta unidade conta com outros suprimentos de água originado das fontes fluviais adjacentes.

As elevadas temperaturas são caracterizadas por dois elementos. A baixa posição latitudinal, mais próxima a linha do equador, haja vista, a incidência anual constante dos raios solares perpendicular à superfície terrestre. E a ausência de nuvens na maioria dos meses, potencializando os efeitos da insolação.

A morfogênese opera de modo muito inexpressivo. A pequena dimensão espacial confere a unidade uma heterogeneidade menor sob o ponto de vista das fontes promotoras de variações paisagísticas. Em vista disso, há somente um cenário para o balanço morfogênese/pedogênese, representado pela curva da **condição existente,** no gráfico 09.



Fonte: Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Gráfico 09. Dinâmica da morfogênese/pedogênese ao longo de um ano normal para o geossistema da Vegetação Lacustre Fluvial Sobre Planície do Lago de Sobradinho.

Nas primeiras chuvas relevantes para a região, em outubro, somente uma precipitação pluviométrica de 30,6 mm resulta numa erosividade de 229,5 mm (tabela 15). Se existe uma incipiente morfogênese neste mês em específico, ocorre em razão da densidade aberta da vegetação em alguns locais. A distância entre os indivíduos vegetais combinada com uma gramínea e vegetação herbácea rarefeita desprotegem o solo. Nestas áreas os solos apresentam um horizonte superficial duro e fendilhado (foto 16A). Certamente, estas características refletem um solo com algum nível de adensamento de origem genética e não provocada por

maquinário agrícola. A proximidade com o período seco é expressa nas rachaduras. Quando as argilas expansivas secam, diminuindo a umidade do solo, retraem provocando as rachaduras e aumentando a zona de aeração.

São necessários outros trabalhos pedológicos para comprovar o adensamento diante das evidências. Se comprovado o adensamento natural, sua relação dialética com a erosividade corrobora para baixa morfodinâmica destas áreas, devido a forte coesão dos agregados. O pouco de partículas desprendidas pela energia cinética das chuvas não é transportado, em razão do modelado extremamente plano, permanecendo assim no local. Sedimentos arenosos foram encontrados em alguns trechos da estrada principal e em pequenas depressões no terreno.

Tabela 15. Médias pluviométricas e erosividade mensais ao longo do ano climatológico 1973-2003 para o do geossistema da Vegetação Lacustre Fluvial sobre Planície do Lago de Sobradinho.

MESES	PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (mm)	EROSIVIDADE MENSAL (mm)
Outubro	30,6	229,5
Novembro	103,3	344,3
Dezembro	137,3	374,4
Janeiro	104,5	348,3
Fevereiro	80,6	302,2
Março	97,9	293,7
Abril	50,9	254,5
Maio	7,3	73,0
Junho	2,1	21,0
Junho	1,2	18,0
Agosto	0,4	6,0
Setembro	8,1	121,5

Fonte: Pluviometria compilada e interpolada por Hijmans *et al*, 2005. Erosividade mensurada por Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Em novembro há um aumento considerável nas chuvas alcançando os valores de 103,3 mm para uma erosividade 344,3 mm mensal. Não fossem os fatores atenuantes da morfogênese como a média erodibilidade dos solos, declividades inferiores a 2° e fraca ocupação das terras, possivelmente os processos erosivos provocariam mudanças expressivas na paisagem.

A erosividade em dezembro atinge valores extremos de 374,4 mm, quando os 11 dias chuvosos, totalizam 137,3 mm. Cabe salientar que, com a redução na frequência das chuvas, os solos tendem a ficarem encharcados, pois o terreno tem imensa dificuldade em escoar a

drenagem, pelos baixos declives. Isto posto, a infiltração abastece as águas subterrâneas e alimenta o lençol freático dos rio Verde e em menor medida a do rio São Francisco.

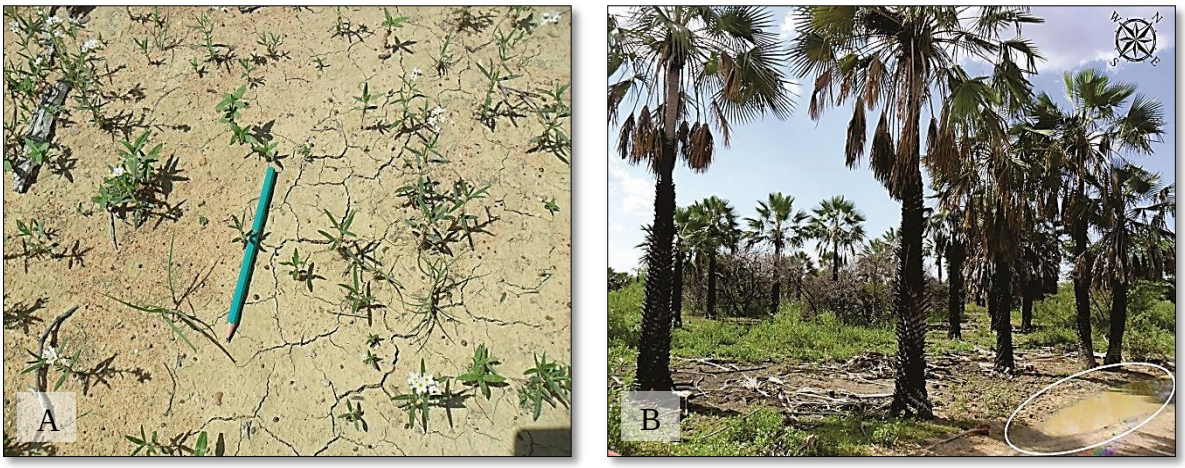
Entre janeiro e abril as chuvas começam a diminuir gradualmente. A morfogênese se mostra menos expressiva. A diferença entre a cota máxima e a mínima mostra uma amplitude altimétrica de apenas 62m. Nestas condições, a energia contida na força da chuva na cota máxima de 445m, não consegue ganhar velocidade no terreno, dissipando-se por toda extensão da vegetação até o nível de base local, o rio Verde a 383m.

Na estação chuvosa, o EVI apresenta valores menores do que na estiagem. Isto acontece por conta do solo úmido e/ou encharcado (foto 16B), o qual interfere no índice. A água absorve mais energia eletromagnética do que emite ou reflete. Sabe-se por outro lado que nesta situação em específico, um índice de vegetação baixo não representa necessariamente ausência de atividade fotossintética, visto que parte da vegetação permanece apenas imersa. Talvez, mostre no máximo a substituição das gramíneas e vegetação herbácea pela água. Portanto, o comportamento da vegetação está sujeita ao regime dos grandes cursos d'água próximos.

Mesmo com as baixas precipitações entre o final do outono e o final da primavera, os Argissolos Vermelho-Amarelo Eutrófico, localizados em torno do leito dos rios mostram-se com alguma umidade. Pode ocorrer uma diferença textural, onde a argila se concentra no horizonte B, tornando-o mais coeso, o que dificulta a infiltração. Horizonte A torna-se mais arenoso, mais friável e por isso facilmente erodível. Quando o horizonte A é removido, o horizonte seguinte com alto teor de argila torna os primeiros centímetros mais rígidos, o que poderia explicar a dureza no solo retratado pela foto16A.

Contudo, a atividade alta da argila concede uma grande fertilidade, sendo os locais destinados para a agropecuária, favorecidos também pela água do rio Verde. Esses aspectos se relacionam com o domínio de microporos abaixo de 0,05 mm em solos argilosos, capazes de reterem a água por mais de 24 horas. A percolação lateral e verticalmente é menor, o que explica uma baixa lixiviação dos seus horizontes, propiciando para que o solo seja mais rico em nutrientes básicos, portanto mais fértil. A mistura com substâncias minerais formam uma solução nutritiva para os vegetais. Estes solos geralmente úmidos são também mais frios, pois os microporos ocupados pela água diminui a condutibilidade térmica. Baseado neste contexto,

tais áreas mais úmidas alinham-se com a distribuição espacial da *Copernicia prunifera* (Carnaúba)[48], espécie endêmica de veredas nordestinas.



Fonte: Fotografias retiradas durante o trabalho de campo. Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Foto 16. Solo fendilhado (A). Destaque para o solo encharcado em vereda recoberta por *Copernicia prunifera* (Carnaúba) (B).

A Carnaúba é uma espécie adaptada ao semiárido, muito resistente tanto ao estresse hídrico, quanto à saturação por solos alagados. Sua adaptabilidade às oscilações de umidade se mostra na produção de um pó cerífero, o qual impermeabiliza as folhas para evitar a perda de água pela evapotranspiração. No entanto, para outras espécies, situações extremas agem diretamente agravando os processos biológicos como brotação, floração, frutificação e nidificação, a exemplo da última seca entre 2010 e 2012.

A realização de levantamentos florísticos e fitossociológicos nestes locais, ajudaria no conhecimento do estado de conservação dos carnaubais, assim como auxiliaria para um zoneamento ecológico-econômico mais efetivo. É notável o aproveitamento desta palmeira em uma variedade de fins, o mais empregado é a produção da cera de Carnaúba, muito utilizada na produção de isolantes térmicos, lubrificantes, produtos farmacêuticos, vernizes, eletrônicos (microchips), cosméticos etc. O aproveitamento da Carnaúba como insumos na produção industrial é uma alternativa para os derivados do petróleo. Além do extrativismo de subsistência (foto 17A), praticada pela população ribeirinha satisfazer o limiar de resiliência do geossistema, também contribui para economia local.

Desde que as técnicas de manejo permaneçam compatíveis com os processos ecológicos das veredas e com as fases fenológicas da planta, as atividades envolvendo os diversos usos da Carnaúba podem ser decisivos nesta unidade, tendo em vista os 89,5% de sua

[48] Esta planta possui tamanha importância histórica, cultural e ecológica para o nordeste, que em 2004 o governo cearense a instituiu como árvore símbolo do estado.

área ocupada pela Vegetação com Influência Lacustre Fluvial conforme a tabela 16. Comumente, essa vegetação sofre com as queimadas para diversas finalidades (foto 17B), desde estimular a rebrota da camada de gramíneas, servindo de alimento para os animais, produção de lenha, até abrir caminho para a fronteira agrícola proveniente do Maciço do Feijão.

Não obstante, a ocupação pela agropecuária meramente de 6,7% no conjunto do geossistema, esta seletivamente próxima aos grandes leitos fluviais, beneficiados pela água para irrigação. Apropriam-se das faixas marginas de proteção dos rios, ou seja, estão ilegalmente situados em Área de Preservação Permanente (APP). Muitos proprietários não possuem a outorga para retirada de água do rio ou perfuração de poços.

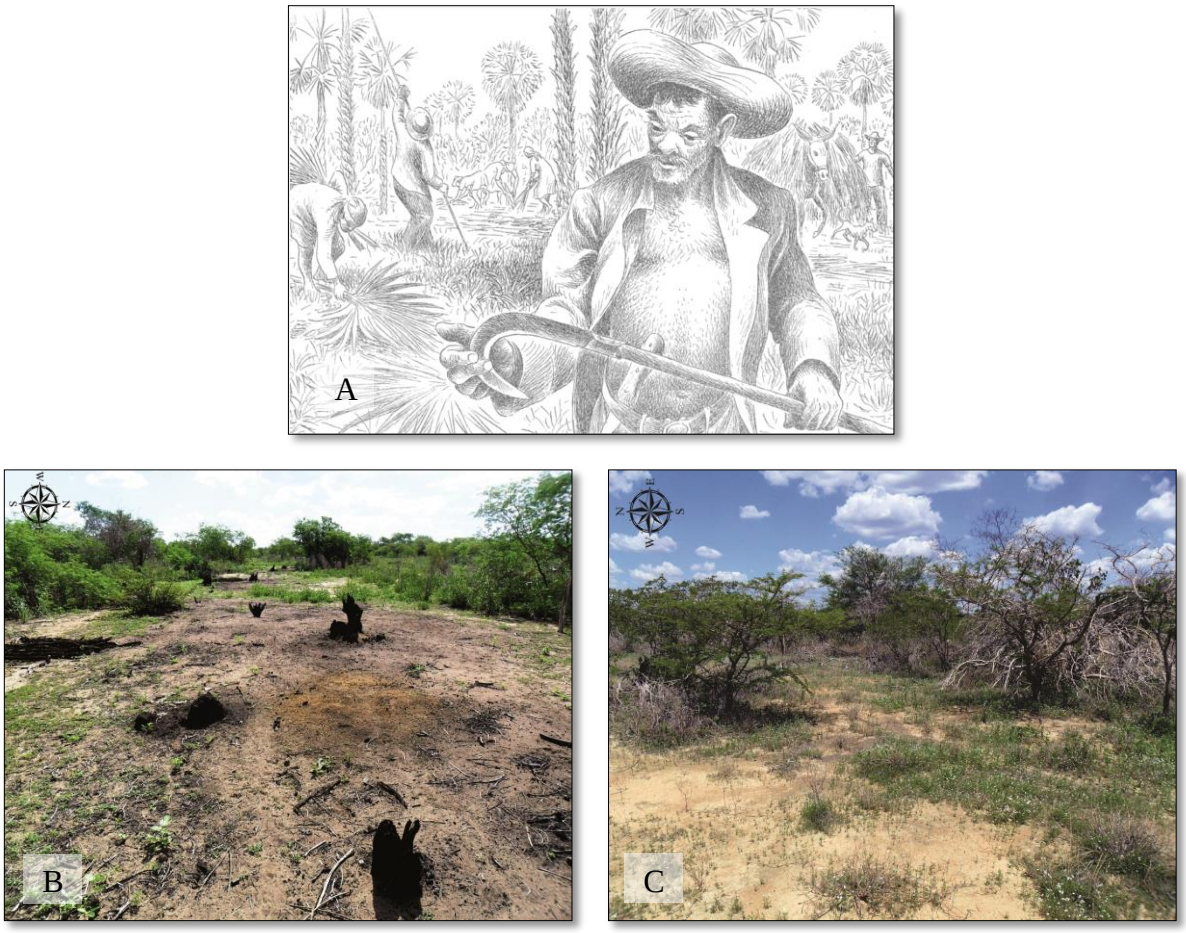
Tabela 16. Distribuição espacial do uso e cobertura da terra em 2013 para o do geossistema da Vegetação Lacustre Fluvial sobre Planície do Lago de Sobradinho.

USO E COBERTURA	ÁREA	
	TERMOS ABSOLUTOS (km²)	TERMOS RELATIVOS (%)
Agropecuária	16,30	6,7
Água	2,33	1,0
Caatinga Arbórea Arbustiva	6,96	2,8
Vegetação com Influência Lacustre Fluvial	218,80	89,5

Fonte: Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Ainda que de modo incipiente, a substituição da vegetação primária por lavouras irrigadas, têm transformado os limites sul e sudeste desta unidade numa zona de expansão da fronteira. Também há lavouras assentadas em áreas de Latossolos vermelho-amarelo distrófico muito intemperizados, logo, são pobres em nutrientes vegetais. A maioria dos nutrientes está em trânsito nos tecidos vegetais de uma Caatinga que por efeito cresce mais aberta, com arbustos de troncos tortuosos e de baixo porte, intercalada com pequenas clareiras de solo exposto como visto na foto 17C.

É oportuno lembrar que, a revolução verde concedeu para a agricultura a correção da baixa fertilidade natural nestes solos. Solos virgens devem ser corrigidos, caso a pretensão sejam novas áreas agricultáveis. Pesquisas e avanços tecnológicos permitiram a utilização de fertilizantes específicos para estes ambientes. Estudos edafo-ambientais detalhados e exames laboratoriais, entre outros diagnósticos, podem dizer se estes solos são alcalinos ou ácidos, visto que, suas características definem a tecnologia mais eficaz para a correção. Os Latossolos vermelho-amarelo distróficos, quando corrigido a acidez ou alcalinidade, e cultivados com culturas diversas, a exemplo do triconsórcio milho-feijão-mamona são economicamente bastante produtivos.

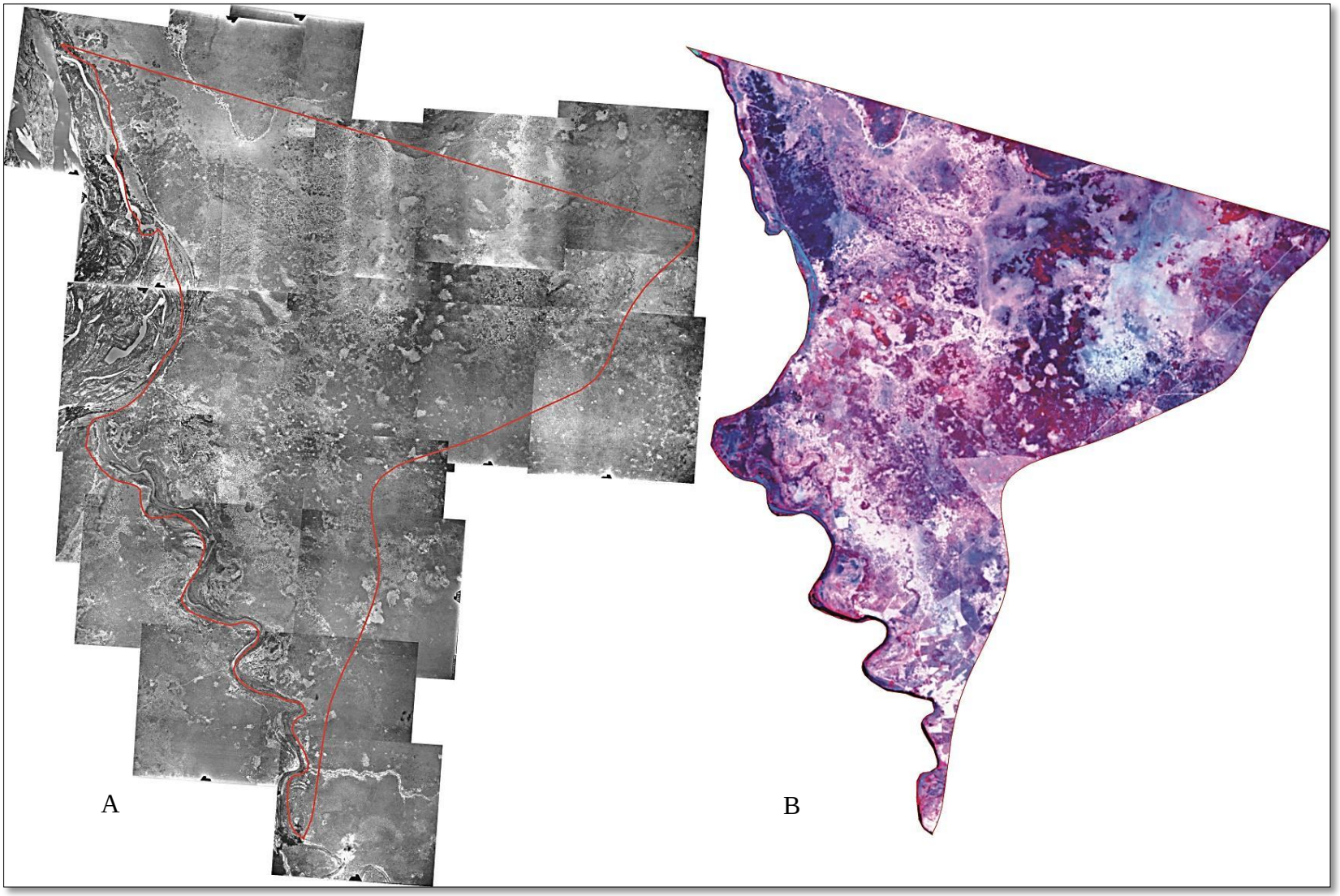


Fonte: Brasil, 1956 (A). Fotografias retiradas durante o trabalho de campo (B e C). Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Foto 17. Colheita de Carnaúba ilustrada por Percy Lau (A). Vestígios de queimadas em veredas (B). Caatinga arbustiva entre gramíneas que recobrem parcialmente um solo desnudo e fendilhado (C).

Em levantamento aerofotogamétrico relizado pela antiga SUVALE[49] entre os anos 1948 e 1953, podemos observar a parca e dispersa ocupação desta unidade (Figura 14A). A lógica de ocupação pouco se alterou desde então. Existiam pequenas propriedades localizadas próximas ao rio Verde assim como nos tempos atuais e outras isoladas em uma matriz de vegetação primária. Os raros caminhos de chão não permitiam uma integração maior com outros locais, deduze-se então que a principal via de transporte e comunicação era o rio Verde na época da cheia e o rio São Francisco durante todo o ano. Comparada com a imagem de satélite de 2013 (Figura 14B), o quadrante sul, continua possuindo a maior concentração de propriedades agropecuárias.

[49] Para suceder a SUVALE, foi instituída em 1974 a CODEVASF (Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba) - Lei nº 6.088 - Empresa Pública, atualmente vinculada ao Ministério da Integração Nacional.



Fonte: Bahia, 1953. Landsat 8 OLI (05/2013).

Figura 14. Cobertura aerofotogamétrica entre os anos 1948 e 1953 (A) e imagem orbital Landsat 8 OLI de maio de 2013 (B), referentes ao geossistema da Vegetação Lacustre Fluvial Sobre Planície do Lago de Sobradinho.

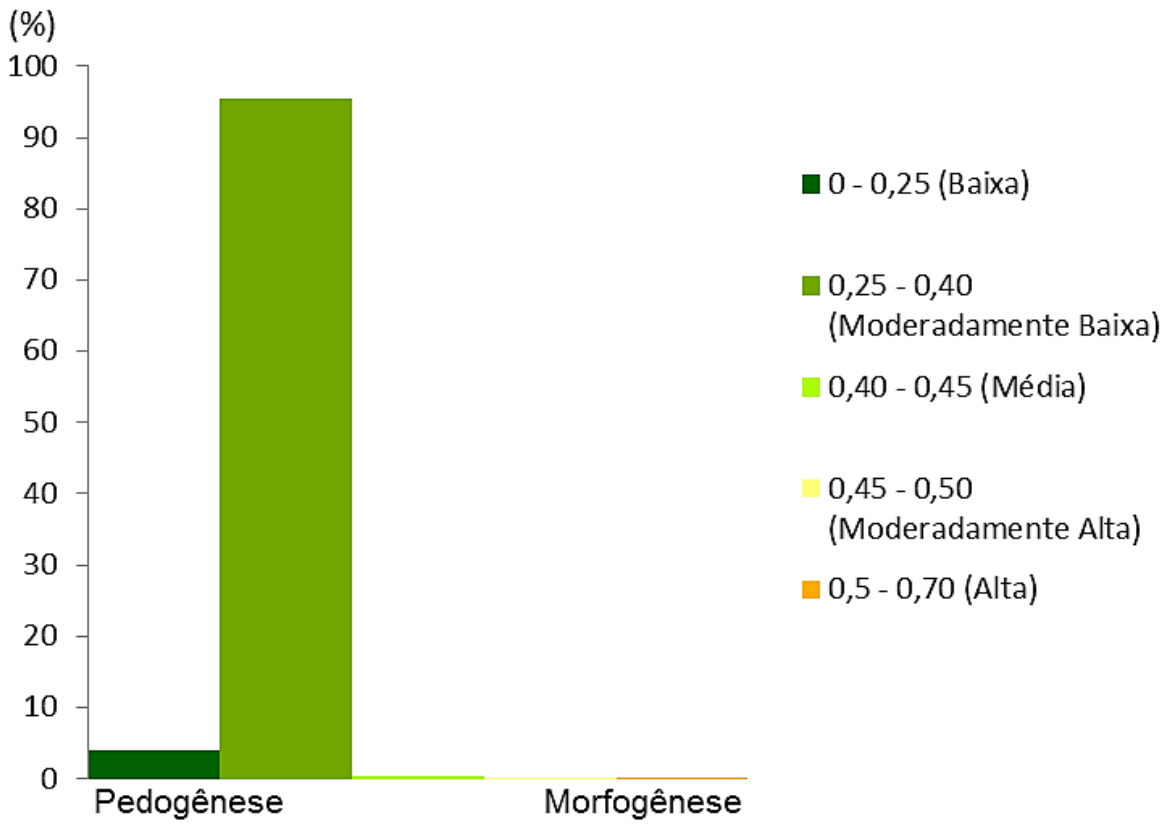
Os arranjos espaciais aparentemente caóticos da vegetação, sem nenhum padrão expresso nas duas imagens adquiridas por sensores remotos, deve-se a adaptação da biocenose às áreas úmidas. A lógica de zonação das espécies vegetais, manifesta as diferenças no nível do lençol freático. Enquanto alguns grupos de espécies são mais tolerantes ao encharcamento do solo, outros têm sua fenologia drasticamente alterada. Trata-se de manifesta umidade em alguns aspectos singulares da vegetação, da hidrodinâmica e do solo, configurando assim uma paisagem mais úmida em um contexto regional de clima seco.

A unidade pode ser considerada uma bacia coletora das águas advindas dos cursos intermitentes formados em seu entorno no período de chuvas. Assim, o EVI na estação chuvosa permanece baixo. Os tons brancos, em ambas as imagens, revelam áreas parcial ou totalmente inundáveis, locais onde o lençol freático aflora ou está muito próximo da superfície. Ao passo que as cores escuras e vermelhas identificam a vegetação em terras onde o lençol freático é mais profundo, permitindo o desenvolvimento da vegetação. Dentro desse contexto, o geossistema colabora para a perenidade e regularidade do baixo curso do rio Verde.

Em tempos de secas prolongadas, é possível que espécies higrófitas retraiam em resposta a diminuição da umidade. Consequentemente, o estresse hídrico favorece a expansão das espécies xerófitas. Outra situação manifestada no geossistema dos Remanescentes de Caatinga sobre a Planície Megatérmica do Rio Verde é a proliferação de espécies terrestres invasoras da área, a exemplo da *Prosopis juliflora* (algaroba).

A síntese do modelo *fuzzy* no gráfico 10 mostra o predomínio quase absoluto da pedogênese. Indubitavelmente, é um meio *estável* de acordo com a classificação ecodinâmica. A classe baixa registra 4% (9,9 km²) do geossistema e está localizado em terrenos constantemente alagados, motivo pelo qual alguns dados utilizados na modelagem o mapearam como espelho d'água exclusivamente.

Em termos relativos, a classe moderadamente baixa é a de maior dimensão entre todos os intervalos, se comparada com os demais geossistemas, com uma extensão de 95,4% (231,2 km²) da unidade. Esta classe envolve todos os quadrantes da unidade. Desta maneira, somente o intervalo entre 0 e 0,40 incluem 99,4% do sistema ambiental, o que motivou a adoção de uma única curva para o esquema ilustrativo do balanço morfogênese/pedogênese.



Fonte: Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Gráfico 10. Balanço morfogênese/pedogênese para o geossistema da Vegetação Lacustre Fluvial Sobre Planície do Lago de Sobradinho.

Os fatores que distinguem essas terras das pouquíssimas áreas onde predominam a classe média (0,3%) e moderadamente alta (0,1%) é a conjugação de Latossolos Vermelho-Amarelo distrófico, declividade acima de 2° e uso destinado à agropecuária. Quando um desses fatores não propicia a erosão, as terras entram na classificação como moderadamente baixa. O intervalo 0,50 a 0,70 relativo à classe alta foi inferior a 0%, valor insignificante diante da escala de análise.

Embora não tenham sido encontrados em campo, indícios de processos erosivos recentes, vale considerar o caráter meandrante do baixo curso do rio Verde. Na imagem Landsat 8 OLI é possível verificar por meio da textura, cor e forma, as alterações morfológicas geradas, provavelmente no Quaternário, pelo vale fluvial, sob a forma de estruturas de dissecação e depósitos sedimentares. São heranças na paisagem que mostram o ajuste hidrodinâmico do rio a instabilidades de ordem ambiental.

O leito sinuoso do vale fluvial foi esculpido pela atuação de processos de erosão e sedimentação no percurso do tempo. Adaptações a novas condições hidrodinâmicas do leito, sugerem incisões erosivas na margem externa dos meandros, ao passo que os sedimentos são

depositados na margem interna, gerando os depósitos aluvionares. Sucessivos reajustes do canal permitiram deslocamentos e até o abandono de alguns meandros, hoje ocupados pela agropecuária em terra firme ou pela água, constituindo lagoas intermitentes em formato de ferradura.

5.3 GEOSSISTEMA DA AGROPECUÁRIA SOBRE O PLATÔ CÁRSTICO DE IRECÊ (G III)

Localizada na parte central da área em estudo, é a maior das unidades com 8.833,2 km², equivalente a 55,7% da região. Salvo o geossistema da Vegetação Lacustre Fluvial Sobre Planície Do Lago de Sobradinho, todos estabelecem proximidade com esta unidade através da zona de transição. A identificação na imagem Landsat 8 OLI ocorre de imediato, dada a coloração em tons claros de verde (5R 4G 2B), em razão do seu povoamento e usos agrícolas muito discrepante das terras em seu entorno. Exceto o setor norte, os limites foram delimitados com alguma facilidade. A denominação deste sistema ambiental refere-se a duas características marcantes, mencionadas previamente, que recebem nomes igualmente populares, o Maciço do Feijão e o platô de Irecê.

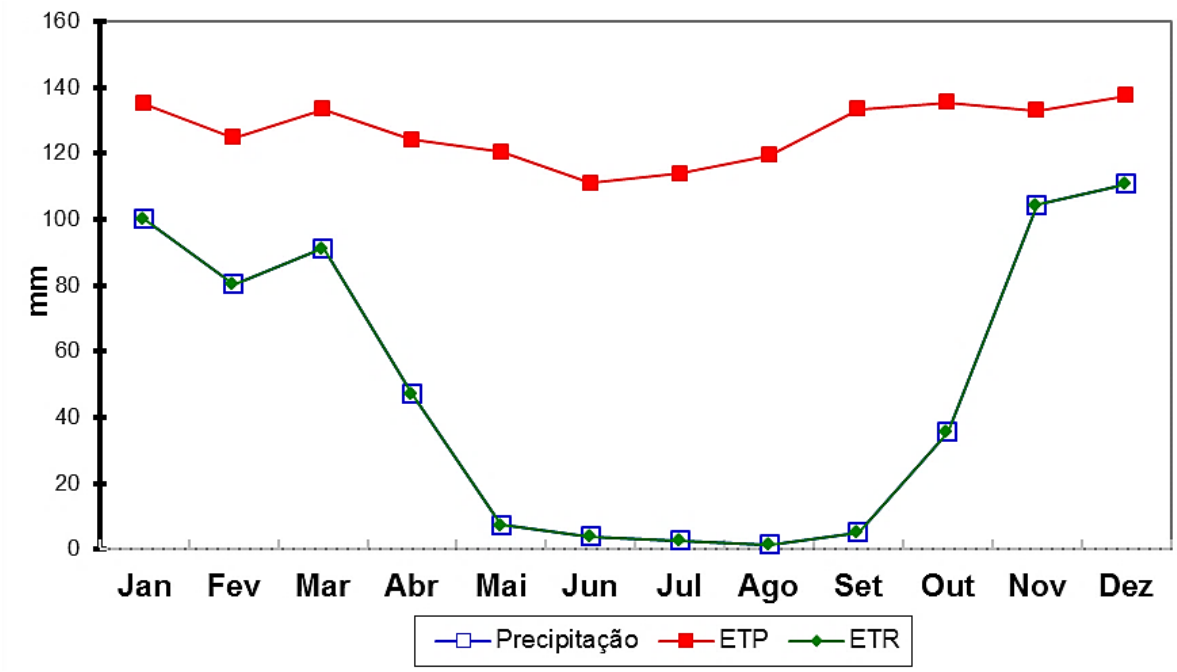
Todos os municípios da região possuem alguma porção de terra nessa unidade, a saber: 100% de América Dourada; 5,1 % de Barra do Mendes; 89,8 de Barro Alto; 71,6 de Cafarnaum; 100% de Canarana; 88,9 de Central; 27% de Ibipeba; 100% de Ibititá; 100% de Irecê; 13,1% de Itaguaçu da Bahia; 100% de João Dourado; 98,5 de Jussara; 100% de Lapão; 100% de Presidente Dutra; 100% de São Gabriel; 39,7% de Uibaí. Somente as sedes municipais de Uibaí e Barra do Mendes não são abrangidas pela unidade, distando respectivamente 3 km e 1 km dos limites deste sistema ambiental.

Estão inseridos na unidade 551 setores censitários, os quais apontam para uma população de 293.978,0 habitantes e uma densidade demográfica de 27,7 hab/km². Configura-se assim a maior densidade demográfica da região, reflexo da centralidade econômica apresentada historicamente pelas atividades desenvolvidas neste complexo geográfico.

É a unidade com mais trabalhos técnicos e acadêmicos produzidos, em sua maioria voltada para os aspectos agropecuários e recursos hídricos. Talvez o mais completo seja a série de projetos de pesquisa (PDRI – Irecê) desenvolvido pela Companhia de Desenvolvimento e Ação Regional (CAR) que entre outros objetivos, diagnosticou e analisou o nível tecnológico dos pequenos agricultores (LINS, C; PHILLIPS, R. 1985), além da caracterização do quadro natural (RIBEIRO L. et al. 1985). Muitos artigos, dissertações, teses e projetos desenvolvidos recentemente pelas universidades baianas têm contribuído para o escopo do conhecimento a respeito desta porção da região. Entretanto, nenhum dos trabalhos teve o propósito de correlacionar os arranjos espaciais e a configuração da paisagem no sentido de compreender a instabilidade ambiental conjuntamente.

Embora exista uma enorme dificuldade em normalizar os dados climáticos para fins de comparação, há nesta unidade a única estação meteorológica existente na região. O comportamento do balanço hídrico (gráfico 11) está em sintonia com as chuvas de verão e o inverno seco. A oscilação térmica anual não é muito representativa. A temperatura mais baixa ocorre no inverno, com 20,9°C em julho. Malgrado o verão apresentar as maiores temperaturas com média de 23,8°C cabe a outubro o mês mais quente, quando tem fim o período de estiagem atingindo 24,4°C.

Nestas condições, para uma capacidade de campo de 100 mm não há excedente hídrico e nem reposição de água, somente um déficit hídrico anual muito elevado. No verão, as elevadas temperaturas em consonância com intensa evapotranspiração e baixa umidade relativa do ar, provocam um grande desconforto térmico para a população. A ausência de cobertura de nuvens potencializa os efeitos da constante insolação, tornando a sensação térmica bem acima das registradas pelo termógrafo.

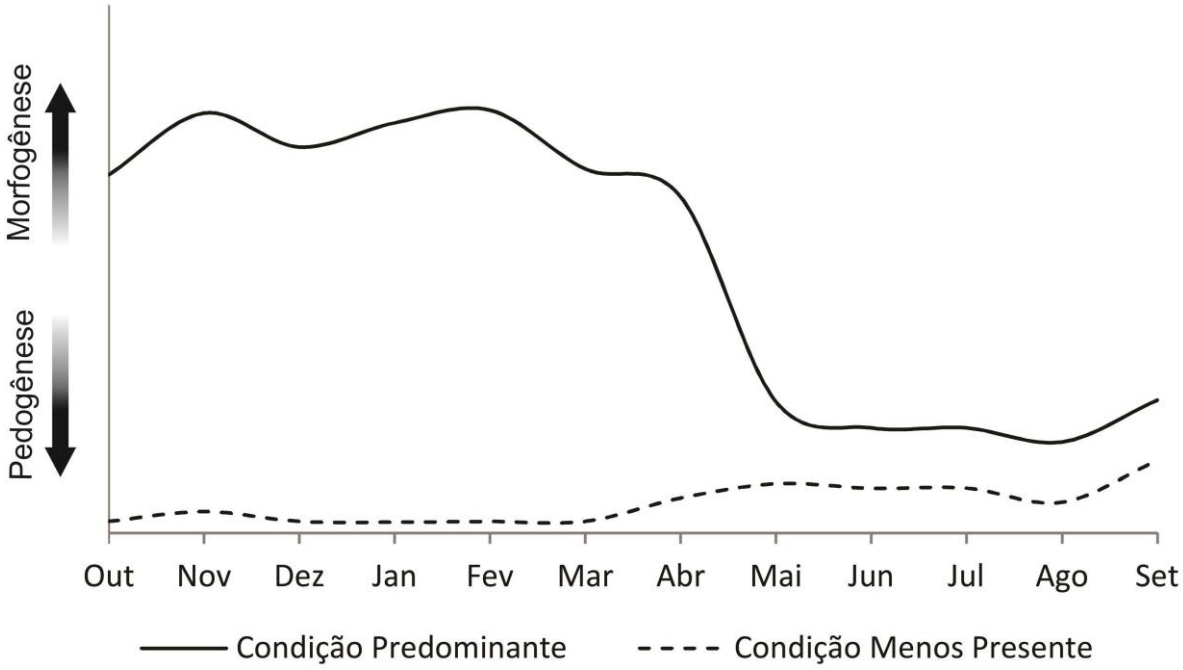


Fonte: Compilado e interpolado por Hijmans *et al*, 2005.

Gráfico 11. Balanço hídrico do geossistema da Agropecuária Sobre o Platô Cárstico de Irecê segundo Thornthwaite 1948 (100mm).

O balanço morfogênese/pedogênese apresenta dois contextos muito distintos. Ao passo que no gráfico 12 a curva da condição predominante na maior parte das áreas mostra uma morfogênese muito ativa no decorrer de todo o ano, a curva da condição menos presente revela uma pedogênese atuante nesse mesmo intervalo de tempo. Considerando a maior variabilidade da erosividade na estação de chuvas, espera-se igualmente uma oscilação maior

nos níveis de morfogênese entre outubro e março. Nos meses secos a precipitação pluviométrica é mais estável, haja vista as poucas ou escassas chuvas, logo o balanço tende para uma maior regularidade.



Fonte: Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Gráfico 12. Dinâmica da morfogênese/pedogênese ao longo de um ano normal para o geossistema da Agropecuária Sobre o Platô Cárstico de Irecê.

Concernente à **condição predominante,** as primeiras chuvas de outubro trazem consigo uma relevante erosividade de 265,8 mm (tabela 17). Em se tratando da enorme exposição que se encontram os solos neste mês, a morfodinâmica é revigorada. Após o término da estiagem os solos estão completamente desprotegidos, pois os agricultores aguardam o final da primavera e inicio do verão para iniciarem o preparo do solo. O plantio inicia na estação de chuvas. Os pequenos fragmentos de vegetação imersos numa matriz com características agrícolas não conseguem proteger o solo com êxito, apenas localmente. O índice de vegetação revela baixos valores de atividade fotossintética nos meses secos.

As rochas calcárias propiciam uma infiltração maior para o Cambissolo Háplico desenvolvido na superfície. As estruturas no sentido leste/oeste favorece o abastecimento do aquífero pela percolação da água através das falhas e fraturas. Mesmo com este quadro, a pequena duração e baixa frequência das chuvas não colaboram para a gradual infiltração, ocasionando as enxurradas.

Em novembro a erosividade alcança o valor máximo de 347,6 mm, vindo a se acumular prioritariamente em duas regiões. Nas áreas do município de Ibititá, Uibaí e Ibipeba próximas a serra de Uibaí e no setor leste de João Dourado na vertente oeste das serras da Chapada Diamantina. São terras ocupadas pela agropecuária e solos desgastados por décadas de superexploração.

Tabela 17. Médias pluviométricas e erosividade mensais ao longo do ano climatológico 1973-2003 para o do geossistema da Agropecuária Sobre o Platô Cárstico de Irecê.

MESES	PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (mm)	EROSIVIDADE MENSAL (mm)
Outubro	35,4	265,8
Novembro	104,3	347,6
Dezembro	110,7	302,1
Janeiro	100,1	333,8
Fevereiro	80,4	301,5
Março	91,1	273,3
Abril	47,2	236,4
Maio	7,4	74,0
Junho	3,9	39,0
Junho	2,6	39,1
Agosto	1,3	20,4
Setembro	5,0	75,9

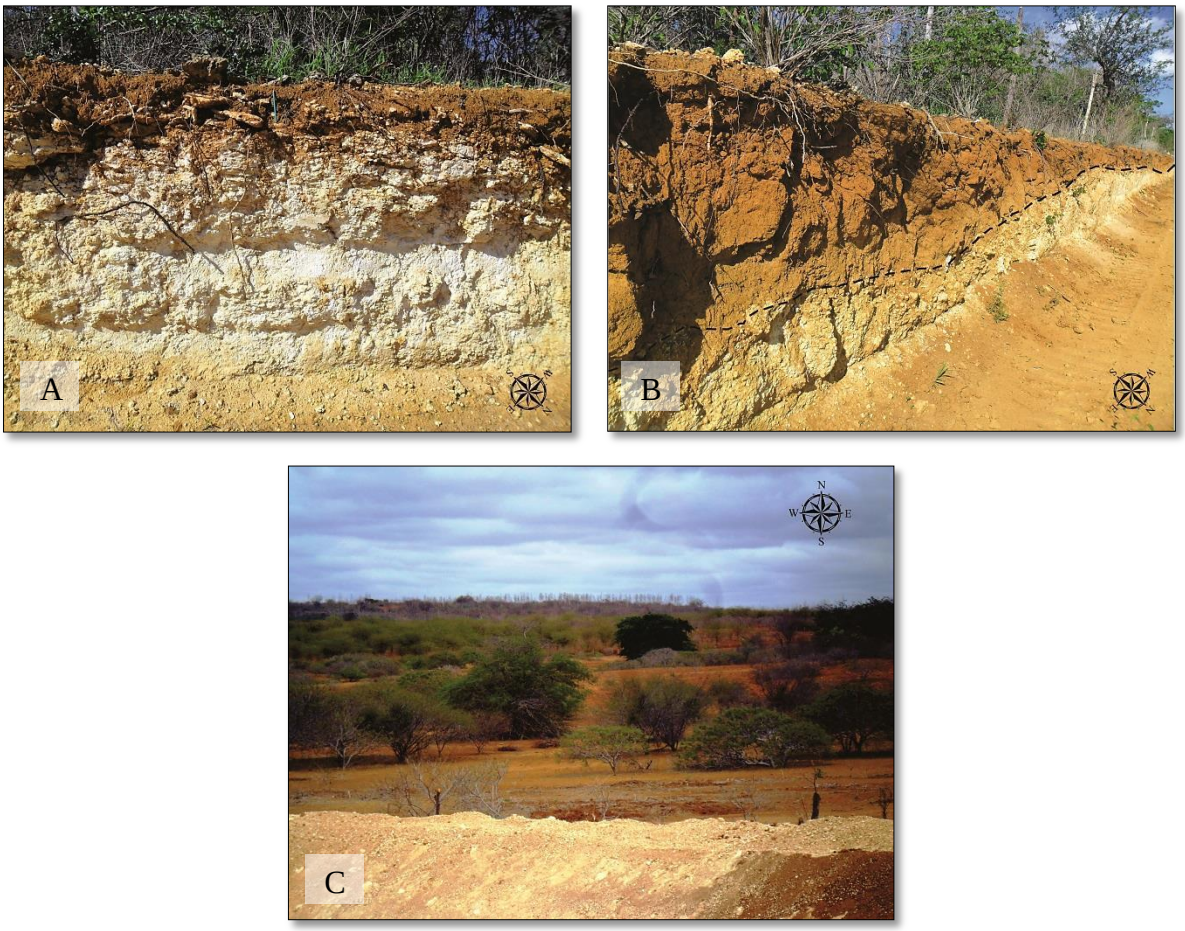
Fonte: Pluviometria compilada e interpolada por Hijmans *et al*, 2005. Erosividade mensurada por Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

A pouca profundidade dos Cambissolos em alguns locais, associados com muitos Neossolos nas redondezas, constitui um obstáculo para a infiltração. A baixa profundidade efetiva não favorece a livre penetração das raízes absorventes, concentradas nos centímetros iniciais do solo (foto 18A). Essa situação só não é agravada porque a rocha mãe são calcários friáveis, que permitem um enraizamento mais fácil para algumas espécies. A profundidade dos solos pode variar em apenas alguns metros de distância (foto 18B). Solos rasos dispõem de uma capacidade de armazenamento de água menor, estando sujeitos ao rápido encharcamento, além de apresentar maior erodibilidade, em consequência a morfogênese aumenta.

Nos sítios onde não existe cobertura vegetal, os agregados do solo são menos estáveis e mais vulneráveis ao efeito *splash*, o impacto das gotas de chuvas provoca o distúrbio estrutural na camada superficial. Em decorrência há um rearranjo das partículas e microagregados formando uma crosta consolidada em uma estrutura superficial coesa. O

desenvolvimento do selamento diminui a infiltração, impulsiona a formação das enxurradas e incrementa a velocidade do fluxo.

A morfogênese em dezembro diminui em resposta a leve redução das chuvas e aumento da cobertura vegetal. Doravante, a vegetação desperta da fase de dormência em que esteve na estiagem. Já é possível verificar alguns indivíduos ou mesmo fragmentos de vegetação com cobertura foliar mais vigorosa (foto 18C), auxiliando a proteção do solo, um verdadeiro obstáculo à erosão provocada pelo escoamento superficial.



Fonte: Fotografias retiradas durante o trabalho de campo. Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Foto 18. Vegetação em solo com pouca profundidade efetiva (A). Variação do regolito (B). Vegetação verde intercalada com indivíduos vegetais sem folhas (C).

Entre janeiro e fevereiro as chuvas reduzem respectivamente para 110,1 mm e 80,4 mm. Todavia, são registrados apenas 17 dias com chuvas. Ressaltando-se ainda que, as precipitações torrenciais ocorrem em algumas horas de cada dia, pode-se deduzir um alto grau de morfogênese. O manejo dos cultivos agrícolas e da pecuária extensiva não visa práticas conservacionistas do solo. Poucos são os agricultores beneficiados com alguma orientação técnica por parte dos órgãos ou instituições de cunho agropecuário. Sabe-se que sem um

manejo adequado, alguns cultivos anuais oferecem pouca proteção ao solo, a exemplo do feijão e a mamona. Por esta razão é importante o sistema de plantio, onde culturas mais tolerantes a perda de solo como o milho, são plantadas entre as fileiras de culturas menos resistentes, o feijão. O objetivo é amenizar as consequências nocivas para a proteção do solo que alguns cultivos oferecem.

Outro ponto a evidenciar são as características altimétricas. Apesar da declividade plana a suavemente ondulada, o relevo mostra uma variação topográfica de 471 m, entre a cota mínima de 407m e a máxima de 878m. Esta oscilação é suficiente para aumentar categoricamente a velocidade do fluxo superficial e sua competência de arraste das partículas. Porém os comprimentos das rampas são sutis, sem escarpas, o que minimiza este efeito, exceto pelos declives acentuados e rampeados em direção aos vales dos rios Verde e Jacaré, os quais poderão manifestar morfogênese mais ativa à medida que se aproximam do canal fluvial.

Em meados do outono, a partir de março, as chuvas reduzem bastante, mas ainda conservam uma eficiente erosividade para os terrenos mais vulneráveis. Neste período a agricultura de sequeiro, cujo calendário agrícola está alinhado com a ocorrência das chuvas, colhe as últimas lavouras dos cultivos de ciclo curto. Os primeiros centímetros de solos perdido no período chuvoso a cada ano, carregam os nutrientes das plantas, húmus, fertilizante entre outras substâncias, ou seja, a camada mais fértil para as lavouras e de grande interesse para economia local, ainda muito dependente da agropecuária.

A partir de maio e com a chegada do inverno o suprimento de água para o ambiente é reduzido energicamente. A curva da condição predominante não se encontra com a da condição menos presente, como era esperado para os meses secos em outros geossistemas, tendo em vista a diminuição das precipitações pluviométricas. Corroboram dois aspectos para a contínua ação da morfogênese na estação seca.

Primeiramente, a entrada de água no sistema apta a produzir a erosão ocorre agora através de outra fonte, a irrigação. Os grandes e até mesmo alguns médios proprietários da região têm condições de arcar os mais diversos sistemas de irrigação, com a finalidade de produzirem também na estiagem. A produtividade e o desenvolvimento dos cultivos são bastante afetados pelo rigor do estresse hídrico. Entretanto, concernente à irrigação, deve-se está atento com a questão do excesso de água, igualmente prejudicial para a planta, a depender das fases de floração e do seu desenvolvimento vegetativo. O feijoeiro, por exemplo, é sensível à má aeração do solo no início da frutificação. A irrigação deve ser

frequente logo após a semeadura, para que o horizonte superficial permaneça úmido, comportando a germinação e o crescimento inicial da planta. As folhas amareladas pelo amadurecimento do feijoeiro é um indicativo para interromper a irrigação. Assim, os procedimentos técnicos na utilização da irrigação devem obedecer, a rigor, tanto as características do geossistema, quanto os aspectos fenológicos do cultivo.

Os principais sistemas de irrigação empregados na região são o gotejamento, aspersão, pivô central (foto 19A), mangueiras para irrigação[50] e microaspersão. Outro sistema não menos importante é o manual, pelo qual um trabalhador utiliza uma mangueira de jardim para molhar pé a pé as plantas. Evidentemente, este método é utilizado em pequenas propriedades voltadas para agricultura de subsistência. As culturas irrigadas no Maciço do Feijão e adjacências são basicamente a abóbora, tomate, milho, melancia, banana, beterraba, cenoura, feijão, mamona e cebola. Embora com uma representatividade menor, a irrigação também atende as pastagens e o desenvolvimento do capim.

Em segundo lugar, ocorre na fase de preparo do solo para plantio, o aumento na velocidade dos ventos predominantemente de sudeste (58%) e Leste (42%), conforme Barbosa (2000). Os ventos alísios do quadrante leste são responsáveis, em parte, pelo tempo seco típico do semiárido. A soma do relevo plano, baixas precipitações pluviométricas, supressão vegetal e ventos que variam entre 5 e 5,9 m/s nos meses secos tornam essas terras sujeitas a ação erosiva dos ventos. Estes fatores potencializam a erosão eólica que encontra na superfície lisa e sem nenhuma obstrução da vegetação, condições favoráveis para o movimento das partículas (foto 19B), principalmente quando solo está seco e solto.

A erosão eólica reduz a produtividade das lavouras ao transportar as menores frações granulométricas como o silte e a argila, permanecendo no local somente o material mais arenoso. Consequentemente, a mudança textural para arenoso diminui a fertilidade do solo e a capacidade de reter água. As plantas passam a encontrar muitas dificuldades de desenvolvimento e o solo torna-se mais erodível. A irrigação mitiga a erosão eólica, uma vez que um solo úmido, por ser está mais coeso, arduamente será transportado por arraste, salto ou em suspensão pelo vento.

[50] As mangueiras para irrigação são popularmente conhecidas como *Santeno*, um evidente caso de metonímia, figura de linguagem caracterizada quando, entre outras situações, substitui-se o nome da marca pelo produto.

Fonte: Fotografias retiradas durante o trabalho de campo. Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

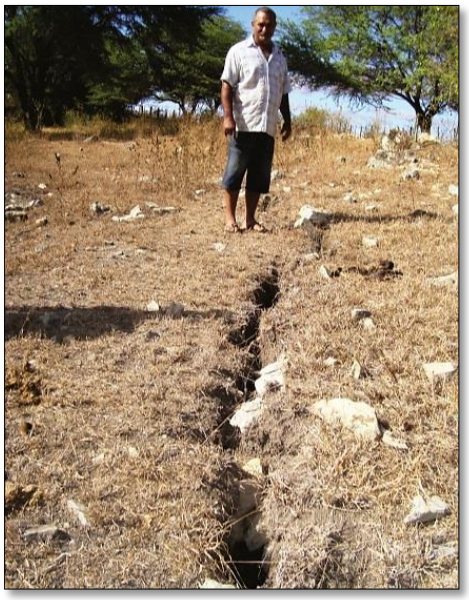
Foto 19. Lavoura de cenoura irrigada por pivô central (A). Processo erosivo através da ação eólica em solo desnudo (B).

A água subterrânea proveniente do aquífero do tipo fissural é a mais importante fonte de abastecimento para os sistemas de irrigação, posto que as águas superficiais sejam de pequenas dimensões. Em outubro de 2008 um acidente geotécnico no município de Lapão provocou a subsidência do terreno, causando rachaduras nas ruas da cidade e trincas em algumas casas, além de fissuras no solo com até 20 cm de largura (foto 20) (NETO E MAIA, 2009). Em ambientes cársticos a lenta subsidência é uma resposta natural da evolução do modelado e do grau de dissolução das rochas.

Todavia, o lançamento de efluentes e a presença de lixões fornecem águas ricas em substâncias orgânicas ácidas descartadas para o aquífero, aumentando o poder de dissolução das rochas calcárias. Soma-se ainda a captação de água subterrânea e superficial, sobretudo para fins de irrigação, contribuindo para o rebaixamento no nível freático do aquífero, e possivelmente, também tem induzido a velocidade na deflagração da subsidência. Estudos apontam para superexplotação da ordem de 2,65 vezes maior que a disponibilidade hídrica do aquífero (NOVAES SOBRINHO, J. et al. 2012), comprometendo também a descarga natural para os rios da unidade. Em síntese, busca-se um equilíbrio dinâmico em que a recarga do aquífero seja no mínimo igual à perda de água pelos diversos usos, mais a descarga natural para os mananciais superficiais. Estes múltiplos fatores permitiram que o rebaixamento hidrostático do aquífero, especialmente nos meses secos, acelera-se a ocorrência de acidentes geotécnicos.

O conjunto da curva referente às **condições menos presente** exibe o domínio da ação pedogenética em todos os meses. A erodibilidade do solo é influenciada muito mais pelo manejo do que por qualquer outro fator, desta maneira a sociedade tem um papel decisivo na manutenção ecológica dos processos atuantes que corroboram para a

estabilidade/instabilidade ambiental. Bertoni e Lombardi Neto (2012) afirmam que a diferença em erosão por diferentes sistemas de manejo para o mesmo solo é muito maior que a diferença de erosão de diferentes solos com o mesmo manejo. Portanto, esta curva refere-se às áreas onde ainda existe vegetação, seja para os fragmentos muito isolados, vegetação secundária ou para as capoeiras em estágio avançado.



Fonte: Acervo do autor, 2009.

Foto 20. Fissura no solo no município de Lapão, decorrente da subsidência do terreno.

Dada o prenúncio da estação chuvosa com as primeiras precipitações pluviométricas em outubro, os fragmentos de vegetação (FRAVE´s) são as principais barreiras a erosividade do mês nestes locais. Por mais que o índice de vegetação mostre baixos valores para essa época do ano, em resposta a deciduidade da Caatinga, ainda assim, a cobertura vegetal dos frave's é o fator de maior influência no controle da morfodinâmica. A cobertura multiestratificada, por vezes formando um emaranhado de galhos e arbustos, permite diferentes formas de reduzir a erosão. A Caatinga não é composta unicamente por espécies decíduas, algumas permanecem sempre com suas folhas, outras são semidecíduas, pelas quais todas contribuem para mitigar o impacto das gotas de chuva. A foto 21A realça o contraste da atividade fotossintética para um mesmo frave. O estrato herbáceo, as gramíneas e até a serrapilheira constituem uma resistência físico-hidráulica ao escoamento superficial, com êxito direto na retenção hídrica e aumento da infiltração.

A erosividade do período chuvoso até o mês de abril, não se reflete em morfogênese positiva nos sítios com cobertura vegetal. Pelo contrário, a oferta de água da chuva, aliada ao aumento no nível do aquífero subterrâneo propicia o desenvolvimento da pedogênese.

Frequentemente a água se acumula em pequenas depressões com vertente côncava. Muitos frave's são encontrados nestes locais. Tais depressões são na verdade o resultado da dissolução das rochas calcária, podendo originar com o passar do tempo, feições de maior magnitude a exemplo das lapiás, dolinas, uvalas, etc.

Por causa da maior umidade e da acumulação de sedimentos erodidos das vertentes, estas depressões possui uma aptidão agrícola melhor que os terrenos adjacentes. Ocorre que algumas dessas terras são ocupadas por lavouras, muitas vezes o plantio segue a direção do declive possibilitando o escoamento superficial. Somados estes dois aspectos, quando chegam as chuvas torrenciais, estas áreas são alagadas e a plantação submersa compromete a colheita (foto 21B).

Em razão do maior fornecimento de água ao sistema, entre outubro e abril as rochas calcárias estão sujeitas às inúmeras alterações químicas decorrentes da ação da água acumulada e do aumento no nível hidrostático do aquífero. As diversas formas de decomposição química[51] em diferentes graus são beneficiadas pelas altas temperaturas que ensejam a aceleração das reações químicas. Quando estes processos ocorrem atrelados com os frave's e toda a biota do solo, tem-se o aumento do gás carbônico e de ácidos húmicos nos horizontes. O gás carbônico dissolvido na água origina o ácido carbônico (H_2CO_3), capaz de reagir com a rocha, altera-la e originar vários carbonatos.

Presume-se que, esta dinâmica seja facilmente verificada nas terras ao norte da unidade (municípios de Jussara e São Gabriel) e ao longo do rio Jacaré, em decorrência dos maiores frave's existentes nestes locais, além da ocorrência de falhas e lineamentos estruturais por onde a água ataca lenta e quimicamente as rochas do grupo Una. A relação dialética entre meio biótico e abiótico é fundamental. As plantas, por intermédio do sistema radicular, ao fomentar o aumento da porosidade no solo e o fornecimento da matéria orgânica (foto 21C) na geração do ácido húmico, tanto facilitam o intemperismo químico, quanto absorvem os íons[52] liberados das reações para o seu crescimento.

As mudanças estruturais com reorganização em horizontes, sob a ação da água levemente ácida reduz entre maio e setembro. Motivo pelo qual a curva mostra um leve aumento para morfogênese, dada às escassas chuvas e rebaixamento do nível hidrostático do aquífero. Mesmo assim os solos nestes ambientes permanecem mais coesos e menos vulneráveis a erosão. A vegetação funciona como um regulador da erosão eólica na estiagem,

---

[51] Hidratação, hidrólise, carbonatação, oxidação, redução. Mas em se tratando de relevo cárstico prevalece a dissolução.

[52] K^+, Ca^{++} e Mg^{++}

porque amplia a estabilidade dos agregados, incrementa as rugosidades do terreno e se comporta como uma barreira a ação dos ventos, pelo efeito de fricção, fatores estes que dificultam o desprendimento das partículas constituintes do solo.

Fonte: Fotografias retiradas durante o trabalho de campo. Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Foto 21. Mudança sazonal da atividade fotossintética para o mesmo frave (A). Lavoura de mamona em baixada alagada (B). Serrapilhaeira (C).

E ao considerar essa perspectiva, verificamos a partir do mapeamento do uso e cobertura (tabela 18), ser esta a unidade de ocupação mais intensa, com 78,8% (6.958,8 km²) das terras direcionadas para a agropecuária. Quanto à sua distribuição geográfica, constatamos a estreita correlação das propriedades com os limites dos Cambissolos e Latossolos, declividades inferiores a 6° e sistema hidrogeológico cárstico, ou seja, refere-se às áreas confinadas do reverso da Chapada Diamantina. Como revela o processo histórico de ocupação e povoamento, os sistemas ambientais foram primordiais nos anos iniciais de ocupação destas terras.

Entretanto, após a revolução verde, maiormente a partir da década de 70, outros agentes e equipamentos de engenharia norteiam e beneficiam nos tempos atuais a ocupação deste território, a exemplo do sistema viário centralizado; a dependência da atividade agrícola

dos municípios; as mudanças técnicas no nível de produção como o melhoramento genético das sementes, mecanização agrícola e variedade nos sistemas de irrigação. Estas características têm colaborado para a expansão da fronteira agrícola em direção às serras da Chapada diamantina e áreas onde os solos possuem limitações físicas e químicas.

Tabela 18. Distribuição espacial do uso e cobertura da terra em 2013 para o do geossistema da Agropecuária Sobre o Platô Cárstico de Irecê.

USO E COBERTURA	ÁREA	
	TERMOS ABSOLUTOS (km²)	TERMOS RELATIVOS (%)
Agropecuária	6.958,8	78,8
Caatinga Arbórea Arbustiva	1.776,0	20,1
Floresta Estacional	11,8	0,1
Urbano	38,8	0,4
Vegetação com Influência Lacustre Fluvial	44,2	0,5

Fonte: Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

A vegetação primária encontra-se recolhida a pequenos redutos em áreas de pouco interesse econômico no extremo norte de Jussara e São Gabriel, região do Cruel. Em campo foi constatado que muito frave's mapeados na imagem Landsat 8 OLI, são vegetações em diferentes estágios sucessionais. No geral os frave's totalizam 20,1% (1.776,0 km²) da unidade.

Nepomuceno e Lobão (2012) comprovaram que a maioria dos fragmentos de Caatinga nesta região são inferiores a 5 km², mostrando o expressivo retalhamento do bioma. Os autores também mensuraram os dados alusivos ao total de bordas dos tipos de fragmentos de vegetação e a extensão média do perímetro, pela qual existe uma relação. A soma dos perímetros de todas as bordas aumenta e a extensão média do perímetro das bordas diminui, à medida que a quantidade de frave's aumenta. Em resumo, a fragmentação da vegetação tem auxiliado massivamente para o aumento das bordas e consequentemente para o denominado *efeito de borda*.

Quando as imensas manchas de Caatinga foram inicialmente recortadas pelas atividades humanas, sobretudo a partir dos anos 60 e 70, a parte marginal destes frave's sofreram alterações abióticas bruscas. Em curto prazo as mudanças de cunho físico e estrutural envolvem essencialmente a redução na umidade do solo, exposição aos ventos, aumento nos níveis de luminosidade e temperatura do ar se comparada com o interior do fragmento. Cria-se um microclima, onde o fluxo gênico entre os dois ambientes são alterados inexoravelmente. A biocenose responde a essas modificações apresentando valores mais

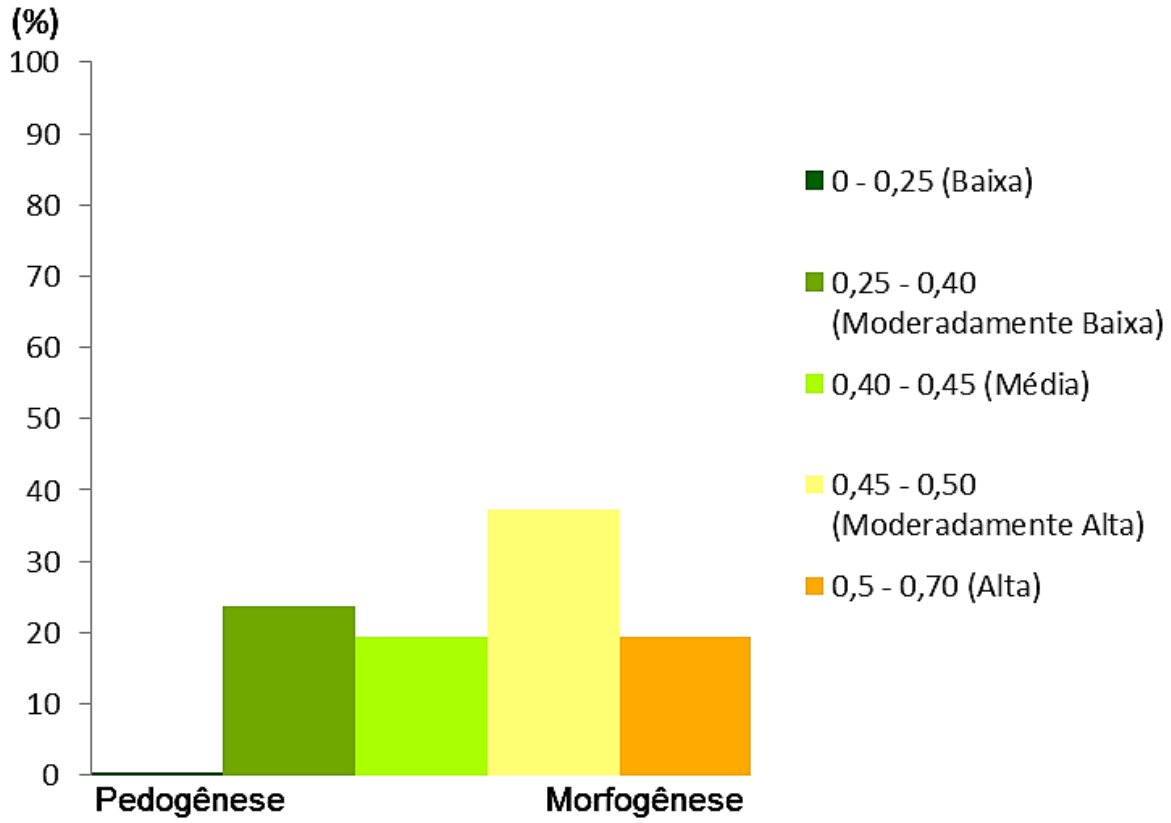
baixos de indivíduos nas áreas marginais. Soma-se ainda a substituição de espécies clímax ou de crescimento lento menos tolerante a luz, por espécies pioneiras. O resultado é uma grande quantidade de indivíduos e uma baixa diversidade genética.

Quanto mais velha é a borda, maiores são as diferenças na composição de espécies em relação ao interior, assim como, a distância do efeito de borda varia muito, mas pode chegar a 100 m ou mais em direção ao interior do frave. Haja vista, a categórica fragmentação desde os anos 60 nesta unidade, aliada a distantes, bordejosos e pequenos frave's com no máximo 5 km², deduz-se que relevantes perdas de biodiversidade estão em curso desde então.

A proteção a esses pequenos fragmentos é salutar por eles se constituírem em refúgio para muitos animais, sendo também uma das poucas fontes de heterogeneidade de plantas nos campos agrícolas do Maciço do Feijão. O caráter de abrigo ecológico e a forte interação entre fauna e flora, tornam também essas manchas essenciais, entre outros fatores, pelo controle de pragas e pela polinização das espécies vegetais via uma diversidade de animais.

O modelo *fuzzy* (gráfico 13) esclarece e corrobora as análises ambientais decorrente do banco de dados espaciais e observações *in loco*. Em termos relativos, levando em consideração somente o intervalo 0 e 0,25 pelo qual é o de menor representatividade entre os geossistemas registrando somente 0,2% (14,8 km²) da unidade. São as áreas de total predomínio da pedogênese, cuja atuação dos fatores ambientais contribui para uma rara condição de estabilidade ambiental. Em vista disso, é a reposta do sistema a alta atividade fotossintética, presença de Caatinga Arbórea Arbustiva, declividades abaixo de 2°, recobrindo basicamente os Latossolos Vermelho eutrófico.

Os valores entre 0,25 e 0,40 ocupam 23,59% (2.083,1 km²) e estão correlacionados com a localização dos frave's, ou seja, espacializados descontinuadamente. Todavia, há uma grande mancha ininterrupta da classe moderadamente baixa nos municípios de Barro Alto, Canarana e Cafarnaum onde ocorrem os Latossolos Vermelho eutrófico. São os melhores solos do ponto de vista da aptidão agrícola na região. Neste solo o desenvolvimento do sistema radicular é beneficiado pela porosidade e profundidade do manto de intemperização. Se por um lado a porosidade dificulta a oferta de água para a planta, devido à boa drenagem, por outro alimenta as águas subterrâneas. Soma-se ainda um relevo plano, o que facilita a mecanização, além da grande fertilidade natural por serem eutróficos.



Fonte: Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Gráfico 13. Balanço morfogênese/pedogênese para o geossistema da Agropecuária Sobre o Platô Cárstico de Irecê.

Os intervalos 0,45 a 0,50 (moderadamente alta) e 0,50 a 0,70 (alta), ocupam respectivamente 37,3% (3.293,1 km²) e 19,5% (1.719,2 km²). Tendo em conta que estas classes manifestam processos ecológicos afetados pelas condições de uso e a resiliência encontra-se comprometida pela supressão vegetal e grande densidade de usos, a morfogênese é predominante. Baseado neste contexto, o meio pode ser classificado de acordo com a ecodinâmica em *instável*.

A julgar pelas observações em campo, há indícios que muitas áreas estão visivelmente perturbadas por salinização ou sodização do solo. O intemperismo químico dos minerais primários presentes nos calcários produzem sais solúveis, que poderiam ser lixiviados caso as precipitações pluviométricas fossem maiores. De fato, o clima semiárido contribui para que os sais cheguem à superfície através da capilaridade cristalizando-se nos interstícios do solo. Esse processo pode ocorrer naturalmente, mas o trabalho de campo revelou que seus efeitos são mais visíveis nas propriedades irrigadas por água salobra, sem a realização de drenagens adequadas (foto 22A).

Em virtude de ser o patamar mais baixo do relevo, estas terras recebem mais água das encostas circunvizinhas, trazendo os sais solúveis que então se acumulam nos horizontes. Os sais que se encontravam distribuídos no regolito, são trazidos à superfície pela a irrigação, vindo a se depositarem nas camadas de maior interesse agrícola. As sucessivas adições de sais na zona radicular compromete a germinação, densidade das culturas, desenvolvimento vegetativo, por conseguinte a produtividade das lavouras. Ao considerar o incipiente manto de intemperização dos Cambissolos e a pequena profundidade efetiva para as plantas, a salinização/sodização pode levar o solo à esterilidade. Alguns agricultores informaram que evitam sistemas de irrigação como aspersão, pois o mesmo pode colocar em contato a água salobra com a folha da planta, ocasionando a queima da folha quando a insolação evapora a água, deixando somente os sais. É preciso realizar análises pedológicas, entre elas as medições da quantidade sais solúveis e da condutividade elétrica para monitoramento deste processo.

O fluxo de água concentrado ou não, deflagra neste sistema geográfico inúmeras incisões erosivas e feições associadas, as quais foram confirmadas empiricamente. A erosão laminar (foto 22B), é menos perceptível e por isso é a mais perigosa forma erosiva comumente identificada. Consiste na remoção uniforme e superficial de uma fina lâmina do solo. Ocorre nas propriedades destinadas a agricultura, cujo terreno permanece desprotegido e inexiste qualquer prática de conservação. Esse desgaste ocorre mesmo em terrenos de pequena declividade, pois mesmo assim os sedimentos são transportados ao longo da vertente e se acumulam nas partes mais baixas do terreno (foto 22C), formando os depósitos colúvio-aluvionares. Os agricultores confirmaram que para os iguais tratos culturais, a produtividade é maior nas baixadas, onde o solo é enriquecido com as frações silte e argila.

Em contrapartida, os topos e vertentes erodidos além de serem mais arenosos, exumam os fragmentos de rochas outrora recobertas pelos horizontes perdidos morro abaixo. Por sinal, solos pedregosos (foto 22D) são uma das características mais encontradas neste geossistema, necessitando algumas vezes retirar os maiores fragmentos, pois os mesmos atrapalham a utilização do maquinário agrícola. Não raro encontramos em meio às propriedades numerosos montes com os fragmentos de rochas retirados da plantação (foto 22E), um resultado direto da atividade morfodinâmica.

Fluxos difusos quando encontram irregularidades na superfície do terreno originam em diferentes profundidades, os sulcos. Na tentativa de eliminar os sulcos, alguns produtores os preenchem com matéria orgânica e rochas retiradas da propriedade (foto 22F), com a

finalidade de reduzir a velocidade do fluxo superficial concentrado e barrar o transporte de sedimentos. Porém essa prática é paliativa. Os próprios agricultores afirmam que os sulcos apenas mudam de localização, o que é esperado, haja vista os tratos culturais serem os mesmos.

Feições vinculadas a frentes de erosão por ravinamento e/ou voçorocamentos do tipo dutos (foto 22G) foram encontradas em áreas com vegetação suprimida e declividade entre 2° e 6°. Diversos fatores contribuem para a ocorrência de túneis a partir de fluxos subsuperficiais. Neste caso, é provável o misto de fatores como, secas prolongadas favorecendo a presença de fissuras em solos secos, chuvas intensas e irregulares que reativam percolações concentradas subsuperficialmente, e os caminhos abertos por raízes decompostas. As ações combinadas dos processos erosivos têm escavado e alargado as paredes dos canais, provocando o colapso parcial do teto dos dutos. Assim como o solapamento no início dos canais manifestam a evolução das incisões via fluxo superficial e subsuperficial.

A erosão diferencial promoveu vales encaixados e vertentes abruptas no leito do rio Jacaré. Na estiagem as plantas pioneiras e as espécies invasoras recobrem o seu leito seco (foto 22H). Os agricultores também aproveitam os depósitos sedimentares, cuja umidade e fertilidade são maiores para praticarem o sistema de agricultura de vazante.

Fonte: Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Foto 22. Acúmulo de sais na superfície (A). Erosão laminar e depósito de sedimentos (B). Contraste entre o solo pedregoso da encosta erodida e o depósito colúvio-aluvionar (C). Solo pedregoso (D). Montes com fragmentos de rochas retirados da propriedade (E). Matéria orgânica de incisões erosivas do tipo sulco (F). Erosão subsuperficial em forma de dutos (G). Leito seco do rio Jacaré com destaque para o barramento (H).

5.4 GEOSSISTEMA DA CAATINGA SOBRE A SERRA DO UIBAÍ (G IV)

Este geossistema encontra-se localizado na porção leste, é a segunda menor unidade, ocupando 679 km², isto é, apenas 4,3% da região em estudo. Sua identificação torna-se evidente na imagem Landsat 8 OLI pelos limites impostos em razão do modelado. Relevo movimentado e significativa cobertura vegetal configuram uma relação de manifesto destaque em meio à monotonia do relevo e da vegetação suprimida em seu entorno. Em razão da explícita estrutura da paisagem, nítida e bem circunscrita, não foi gerada nenhuma confusão quanto a identificação do sistema ambiental e delimitação do traçado. Seus limites assemelham-se com os anticlinais aplanados e esvaziados, sinclinais suspensos e os blocos deslocados por falhas da Chapada Diamantina.

A constituição geológica impulsionou, em consequência da erosão diferencial, o isolamento desta unidade do geossistema das Serras Mesotérmicas Florestadas da Chapada Diamantina. Cruzam este sistema geográfico somente os municípios de Central, Ibipeba, Itaguaçu da Bahia e Uibaí, os quais possuem respectivamente 6,7%, 17,8%, 2,8% e 47,8% do seu território dentro da unidade.

Apenas 10.660 habitantes residem nos 20 setores censitários em contato com a unidade, isto é, 3,2% da população da região. Desta maneira, a densidade demográfica é de 9,9 hab/km². Uibaí é a única cidade existente dentro dos limites, por sinal, onde reside a maioria da população da unidade. Em virtude das condições adversas no topo, a população está concentrada no sopé da serra (foto 23A).

Desconhecem-se trabalhos que tenham a serra de Uibaí como área de pesquisa logo existe poucos dados e informações a respeito destas terras. O que se produziu até os dias atuais foram estudos a respeito das bacias hidrográficas com terras dentro dos seus limites, como a microbacia do riacho Boqueirão do Canabrava, no município de Uibaí (NEOCORP CONSULTORIA LTDA, 2011).

A dificuldade de acesso pelas vias existentes é um obstáculo a ocupação. As estradas são todas recobertas com cascalho, além de serem muito declivosas nas vertentes. Todavia, as condições são ideais para algumas práticas esportivas, a exemplo do MotoCross (foto 23B), comumente realizado, o qual originou a criação da Associação dos Ecotrilheiros Rochedo Jatobá, sediada na cidade de Ibititá.

Fonte: Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Foto 23. Em primeiro plano o geossistema da Caatinga Sobre a Serra do Uibaí; em seguida a cidade de Uibaí; a zona de transição e no horizonte o Platô de Irecê (A). Praticante de MotoCross em primeiro plano e ao fundo a presente unidade analisada (B).

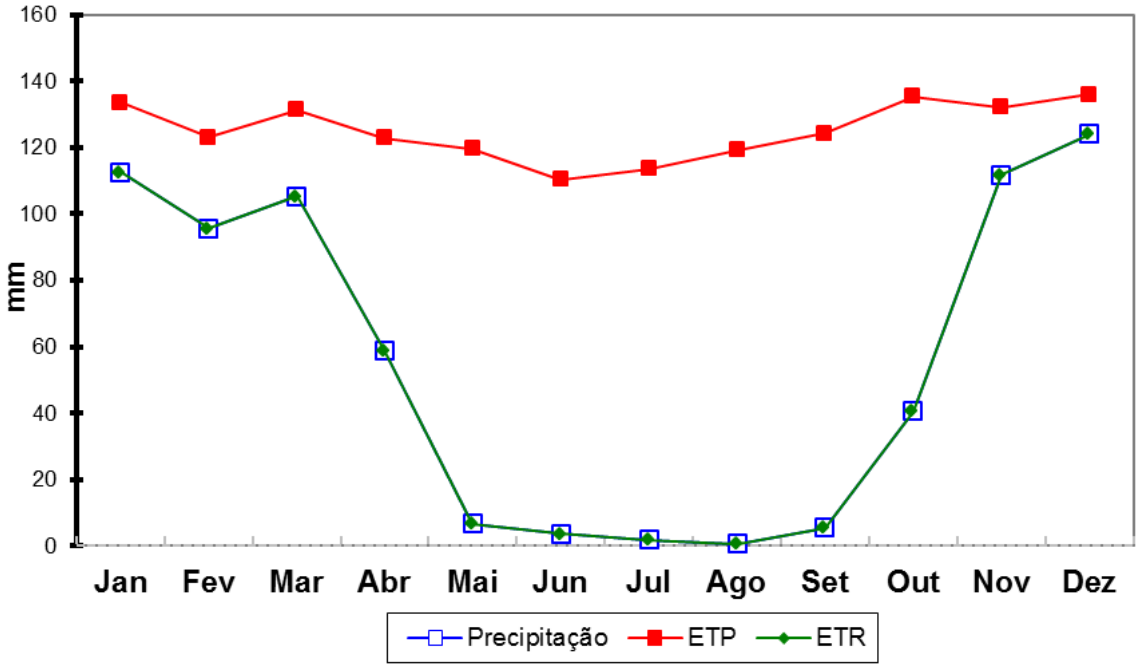
De acordo com o IBGE (2010), 3.877 pessoas com mais 10 anos de idade possuem um rendimento nominal mensal de até um salário mínimo, ou seja, 36,7% da população residente. É uma população bastante carente que sobrevive principalmente com ajuda do programa Bolsa Família. Esta política pública, muitas vezes, é a única fonte de renda para os agricultores, principalmente na estiagem.

A baixa renda da população é expressa nas casas de taipa, construídas a partir de barro e madeira entrelaçadas (foto 24A). Elas são uma alternativa de baixo custo, e fácil construção, pois é erguida a mão. Algumas aparentavam estarem abandonadas, visto que não foram encontrados moradores e inexistiam vestígios recentes de utilização humana.

A população é predominantemente rural com 59,6% (6.359 hab) da população. A agricultura de subsistência e em menor proporção a criação de animais, são as principais atividades econômicas exercidas, cuja produtividade é sensivelmente mais baixa. O alto grau de vulnerabilidade da agricultura de subsistência está diretamente relacionado com a quantidade de chuvas. Por ser bem menos tecnificada que a agricultura comercial, as lavouras de sequeiro são extremamente dependentes das chuvas, sendo castigadas ora pela falta, ora pelo excesso delas.

O regime pluviométrico (gráfico 14) revela que esta é a mais chuvosa dentre as unidade, haja vista os totais anuais de 667 mm, porém somente 3 mm a mais do que o geossistema das Serras Mesotérmicas Florestadas da Chapada Diamantina. O balanço hídrico denota um regime pluviométrico similar aos demais geossistemas, uma vez que as altas temperaturas no verão (23,4°C) são acompanhadas com chuvas torrenciais (110,7 mm). Por outro lado, o inverno apresenta temperaturas levemente mais baixas (21,2°C) e reduções

drásticas na quantidade de chuvas (2,1 mm). Outubro é o mês mais quente com 24,4°C e há de cinco a oito meses secos. Diante deste contexto, o déficit hídrico ocorre durante todo ano. No entanto, diferentemente da maioria das unidades, no verão chuvoso as curvas da precipitação, evapotranspiração e evapotranspiração real se aproximam, reduzindo o déficit hídrico, isto para uma capacidade de campo de 100 mm. Em outros solos não contemplados pelo mapeamento, mas observado durante o campo, em que pese uma capacidade de campo menor, certamente teremos condições diferentes onde há reposições e até excedentes hídricos, em resposta a maior quantidade de chuvas.



Fonte: Compilado e interpolado por Hijmans *et al*, 2005.

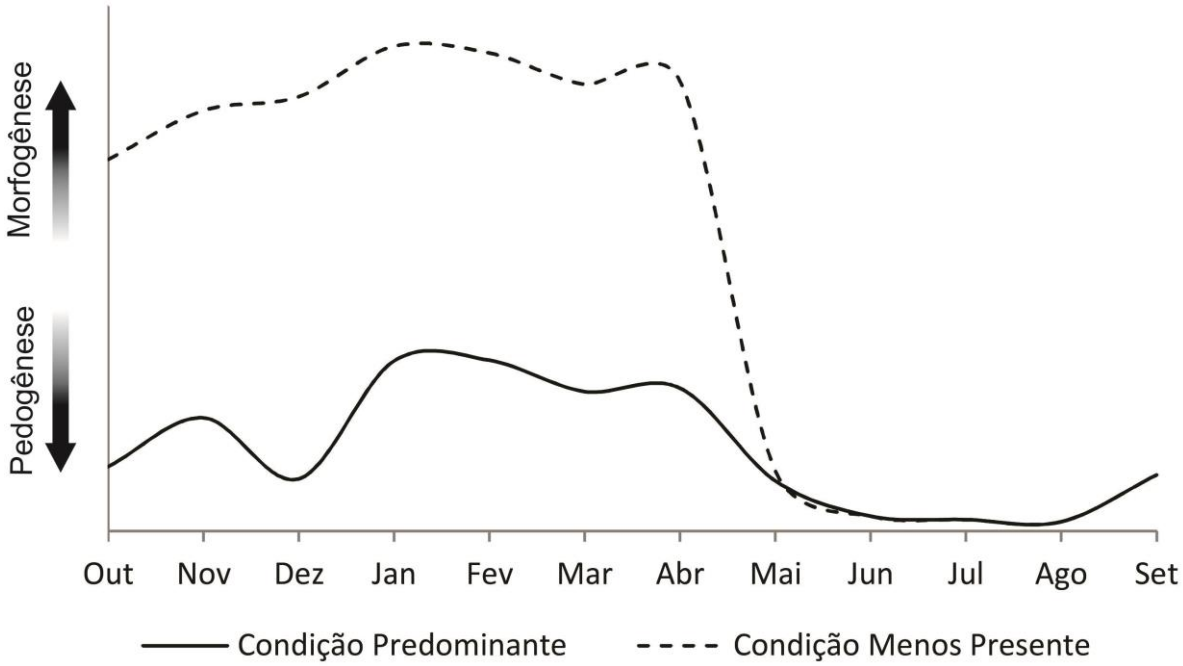
Gráfico 14. Balanço hídrico do geossistema da Caatinga Sobre a Serra do Uibaí segundo Thornthwaite 1948 (100mm).

O gráfico 15 revela duas condições muito dispares da ação morfodinâmica, que por sua vez é o resultado das estruturas diferenciadas da paisagem. Embora a **condição menos presente** esteja sob a atuação de poucas chuvas no início do período chuvoso, estas se concentram em apenas alguns dias. A forte erosividade de 303,7 mm (tabela 19) em outubro incide diretamente sobre os redutos de Campos Rupestres, que protegem parcialmente o solo no topo da serra de Uibaí. Essa vegetação está atrelada a Neossolos Litólitos e afloramentos rochosos, cuja retenção hídrica é muito limitada, favorecendo o início do *runoff* em detrimento a infiltração.

O porte herbáceo-arbustivo dos Campos Rupestres muitas vezes ocorre de maneira descontínua. O EVI para o período chuvoso e seco mostraram baixos índices de biomassa

verde, corroborando a incipiente proteção que esta vegetação confere ao solo. Nas primeiras chuvas a morfogênese positiva torna propícia uma baixa infiltração, logo as enxurradas carregam para as fendas existentes nas rochas, o pouco de solo formado.

Além do mais, os agricultores plantam no período seco, quando o solo está exposto. Isto significa dizer, que os solos encontram-se desprotegidos, quando iniciam as chuvas torrenciais de verão. E por efeito, elevados índices de erosão acarretam em efetivas reduções na espessura do solo e na perda de fertilidade.



Fonte: Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Gráfico 15. Dinâmica da morfogênese/pedogênese ao longo de um ano normal para o geossistema da Caatinga Sobre a Serra do Uibaí.

Em novembro com uma pluviosidade 111,6 mm é comum a formação de rios efêmeros advindos destas enxurradas a montante. Nas fendas das rochas a vegetação tende a ser mais densa, onde se registra a deposição de sedimentos, aliada a um solo mais espesso, bem como um teor de umidade mais elevado. A topografia movimentada contribui para o aumento da energia contida no fluxo das enxurradas.

Ainda que os topos sejam frequentemente planos ou suavemente ondulados, o modelado é muito dissecado com várias encostas íngremes e rupturas de declives, podendo atingir valores superiores a 27°, valor crítico para os movimentos de massa e transporte de partícula dos solos. Nestes sítios as vertentes estão próximas dos leitos efêmeros.

A morfogênese referente a este mês também está muito presente nos poucos núcleos de ocupação destinados para lavoura de sequeiro. Estas propriedades coincidem com os topos planos de profundidade efetiva do solo um pouco maior, permitindo o desenvolvimento radicular da planta, ainda assim com muitas dificuldades, em razão da constante pedregosidade. Os tratos culturais inadequados para este ambiente potencializam a exposição do solo a ação erosiva das chuvas.

Tabela 19. Médias pluviométricas e erosividade mensais ao longo do ano climatológico 1973-2003 para o do geossistema da Caatinga Sobre a Serra do Uibaí.

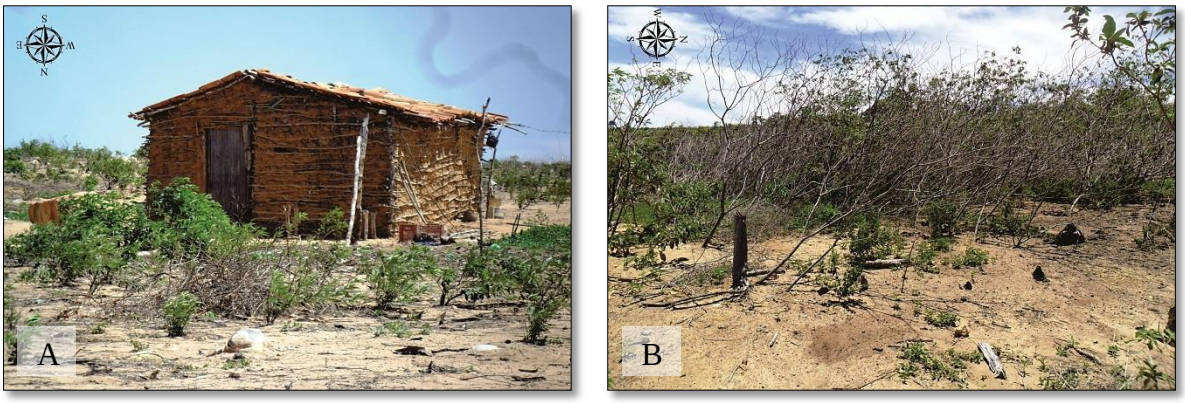
MESES	PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (mm)	EROSIVIDADE MENSAL (mm)
Outubro	40,5	303,7
Novembro	111,6	372,1
Dezembro	124,0	338,3
Janeiro	112,6	375,3
Fevereiro	95,5	358,3
Março	105,2	315,7
Abril	58,8	294,2
Maio	6,7	67,3
Junho	3,7	36,8
Junho	1,9	28,9
Agosto	0,7	10,6
Setembro	5,6	83,5

Fonte: Pluviometria compilada e interpolada por Hijmans *et al*, 2005. Erosividade mensurada por Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Conforme Barbosa (2000), nos meses de setembro, outubro e novembro os ventos alísios de sudeste apresentam as maiores velocidades no ano, podendo alcançar até 5,9 m/s. A partir da foto 24B, onde os troncos e galhos da vegetação foram curvados no sentido oposto do vento, isto é, na direção norte e noroeste, é possível ratificar as afirmações de Barbosa, a respeito do quadrante predominante de origem dos ventos. Tendo em vista que a força do vento agindo constantemente na superfície destas terras, é suficientemente capaz de envergar os troncos da vegetação, certamente ela transporta as partículas de silte e argila, tornando o solo mais arenoso e menos produtivo.

Como a morfogênese é comandada em maior grau pela erosividade e a mesma diminui no mês de dezembro, verifica-se uma pequena redução na atividade morfodinâmica neste tempo, apesar de ser o mês mais chuvoso com média de 124 mm. De qualquer forma, até uma

pequena perda de solo é importantíssima para áreas agrícolas assentadas em solos pouco profundos.



Fonte: Fotografias retiradas durante o trabalho de campo. Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Foto 24. Casa de taipa (A). Vegetação de pequeno porte curvada pelo vento (B).

Em janeiro a curva tem um acanhado aumento, reflexo da maior erosividade proveniente das chuvas concentradas em apenas 9 dias. O poder de erosão mensal atinge 375,3 mm, o maior dos valores mensurados entre todos os geossistemas. Na escala de erosividade, que varia entre 1 e 3 apresentada por Crepani, Medeiros e Palmeira (2004), janeiro corresponderia ao valor 2,4. Soma-se ainda a amplitude topográfica de 753 m, a segunda maior entre as unidades. O gradiente entre a cota máxima de 1.178 m e 425 m aumenta a velocidade do fluxo turbulento e concentrado, proporcionando o surgimento de processos erosivos em condições favoráveis.

Entre fevereiro e abril a morfogênese continua predominantemente ativa, mas está em declínio por ser o final da estação de chuvas. Nesse período, a porção centro-norte é mais chuvosa, coincidindo com a distribuição dos Campos Rupestres e as propriedades destinadas à lavoura de sequeiro.

Ao longo dos próximos 5 meses secos, com apenas 12 dias chuvosos, o fornecimento de matéria e energia através da pluviometria é praticamente cessado. Em contrapartida a redução nas temperaturas, temos o aumento na insolação, pois diminui a nebulosidade, sobretudo entre maio e setembro (BARBOSA, 2000). A enérgica insolação equatorial durante todos os meses do ano, além de gerar uma elevada evaporação constante, também contribui para o aumento na velocidade dos ventos a partir do aquecimento do ar. Forma-se um gradiente de pressão, onde os ventos deslocam-se das áreas de baixa pressão para as de alta pressão em superfície. Por sua vez, os ventos secos aceleram a evaporação direta da umidade

do solo, reduzindo a disponibilidade de água para a planta pelo ressecamento dos primeiros centímetros dos horizontes iniciais.

A forma mais eficiente no controle dos processos erosivos originados da ação eólica dentro das lavouras é manter uma cobertura para proteger a superfície do terreno. Restos culturais preservam o solo do efeito *splash* e devem ser mantidos, especialmente na estiagem, quando muitas propriedades deixam o solo exposto às intempéries climáticas. A matéria orgânica aumenta a rugosidade da superfície, diminuindo a velocidade dos ventos, além de consolidar as partículas constituintes do solo. Como vantagens desta técnica tem-se ainda uma melhoria na estabilidade dos agregados, com efeito na fertilidade de solos pobres em nutrientes.

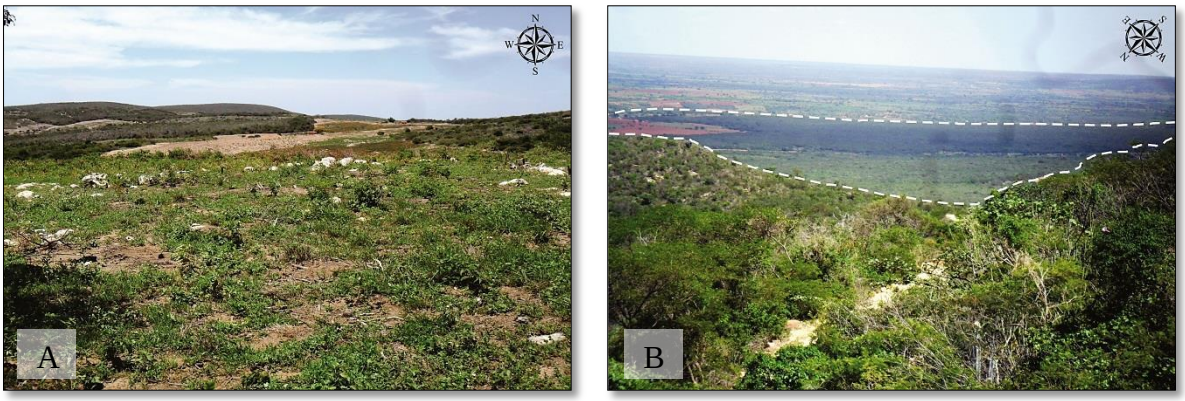
No que tange as **condições predominantes,** a morfogênese se processa de maneira lenta, pois as forças passivas do balanço mofogênese/pedogênese sobrepõem às forças ativas. Os 40,5 mm de pluviosidade em outubro não é capaz de ensejar alterações significativas no ambiente.

Malgrado a erodibilidade dos Neossolos Litólicos arenosos e pouco profundos, os mesmos são originados de rochas coesas e muito resistentes, a exemplo dos arenitos e rocha pelítica. Inclusive, este é um dos essenciais motivos da erosão diferencial que separou esta serra do restante da cadeia do Espinhaço, visto que, o seu entorno é composto por friáveis rochas calcárias. Enquanto as serras vizinhas são formadas pelas mesmas rochas resistentes, sugerindo assim, que em tempos passados estes dois geossistemas estiveram unidos formando talvez um único sistema ambiental.

Mesmo com todo o vigor provocado por 111,6 mm de chuvas em somente 9 dias chuvosos no mês de novembro podem provocar ao terreno, este último encontra-se protegido por uma densa vegetação de Caatinga Arbórea Arbustiva. Essa vegetação encontra-se distribuída desde o sopé da unidade, até topo. No topo as condições rústicas de elevada insolação, erosão, solos pobres em nutrientes e rasos contribuem para uma vegetação rala e de pequeno porte, por vezes, formadas por capoeiras em diversos estágios sucessionais, pioneiras e secundárias preferencialmente (foto 25A).

É nas encostas e dissecações do modelado onde encontramos uma Caatinga em diferentes estratos (foto 25B). Nestes locais, mesmo com declividades acentuadas, a vegetação densa permite mitigar os efeitos da morfogênese. O índice de vegetação aponta altos valores de atividade fotossintética. A imagem Landsat 8 OLI acusa um nível de

radiância emitida ou refletida, maiormente na porção sul, muito superior às coberturas vegetais no restante da unidade.



Fonte: Fotografias retiradas durante o trabalho de campo. Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Foto 25. Capoeira herbácea e arbustiva no topo (A). Vegetação arbórea e arbustiva densa nas encostas em primeiro plano; no plano intermediário a Zona de Transição; no horizonte o geossistema da Agropecuária Sobre o Platô Cárstico de Irecê (B).

A distribuição dos tipos e caraterísticas da vegetação, assim como as condições morfodinâmica do conjunto, sugerem a existência de duas subunidades da paisagem neste geossistema. Semelhante aos geômeros e geocóros preconizados por Sotchava (1977) e os geofácies e geótopos adotados por Bertrand (1971). Os limites não estão claros, mas uma das subunidades estaria situada no setor central e norte, caracterizada com predomínio da morfogênese positiva, lavouras, afloramentos rochosos e Campos Rupestres. A outra estaria localizada ao sul e nas encostas orientais, sob o domínio da pedogênese, recobertas com solos mais profundos e Caatinga Arbórea Arbustiva densa, indicando uma vegetação primária.

As características fitofisionômicas revelam que as gotas de chuvas são interceptadas pelos múltiplos estratos. Vale lembrar, a chuva tem inúmeras vezes mais energia cinética, consequentemente maior eficiência para promover a erosão, do que as enxurradas, por isso a ênfase na análise da estação chuvosa.

O fluxo concentrado quando formado, é imediatamente barrado por vários obstáculos naturais na superfície do terreno, não ganhando velocidade e oferecendo pouca competência para erodir e transportar os sedimentos. O restante da enxurrada é em grande parte suprimida pela veemente insolação e evaporada, outra parte é eliminada pela transpiração das plantas. Posto que, em novembro ainda se observe um pouco de ação morfodinâmica, essa se da mais pelo caráter caducifólio da vegetação, desprotegendo em menor grau o solo. Mesmo assim a morfogênese é lenta e a infiltração é a regra.

A morfogênese em dezembro é menor ainda, contribui para isso a diminuição na erosividade mensal. Mas basicamente, a recomposição das folhas nas plantas que recobrem o terreno, protegendo-o. Por esta razão, em janeiro as intensas chuvas são amenizadas, não provocando mudanças bruscas como os episódicos movimentos de massas já ocorridos nas áreas centrais e norte da unidade. Somente nestes dois meses são registradas 35,5% das chuvas precipitadas no ano.

De fevereiro a abril há uma drástica redução no pouco de atividade morfogenética existente. Cabe frisar que no período de chuvas, o qual perdura até abril, a água é o principal agente no arrasamento das formas de relevo, todavia, sua ação limita-se ao transporte de poucas partículas do solo, formado ao longo do tempo através da pedogênese mais atuante.

A partir de maio até o início da primavera em setembro, a participação maior dos ventos não consegue suscitar alterações importantes na paisagem. A densa vegetação configura-se como uma barreira, verdadeiros quebra-ventos naturais. Em consequência da rugosidade na superfície, o ar sofre sucessivas ondulações e turbilhonamentos no seu deslocamento. A redução na velocidade dos ventos gera uma menor evaporação no solo e no ar, logo abaixo do dossel, mantendo a umidade e fornecendo um ambiente muito favorável ao desenvolvimento das plantas.

A tabela 20 confirma a grande distribuição da vegetação, ocupando 97,4% (660,5 km²) da unidade. As três formações vegetais revelam um gradiente altimétrico nos arranjos espaciais. A Vegetação com Influência Lacustre Fluvial está situada nas partes mais baixas do relevo, na base da serra do Uibaí, onde os rios são maiores e as margens abrigam uma mata ripária. A Caatinga Arbórea Arbustiva é de ampla distribuição, mas se concentra nas encostas e solos mais espessos. Os Campos Rupestres estão localizados nos topos, desde que correlacionados com os Neossolos Litólicos distróficos. As formações de Campos Rupestres são entremeadas pela Caatinga, por vezes ocasionando áreas de tensão ecológica de difícil identificação em imagens orbitais.

Em campo, pode-se constatar a expressiva participação da agricultura familiar na economia local, ocupando propriedades com não mais do que 10 ha. As lavouras substituíram as Caatingas, pois os solos cobertos por Campos Rupestres não possuem aptidão alguma para os cultivos agrícolas adotados. As terras situadas nessa unidade foram desprezadas pela histórica ocupação e sua produção não está integrada ao circuito comercial existente no Maciço do Feijão. As numerosas dificuldades impostas pelo ambiente, não toleram a

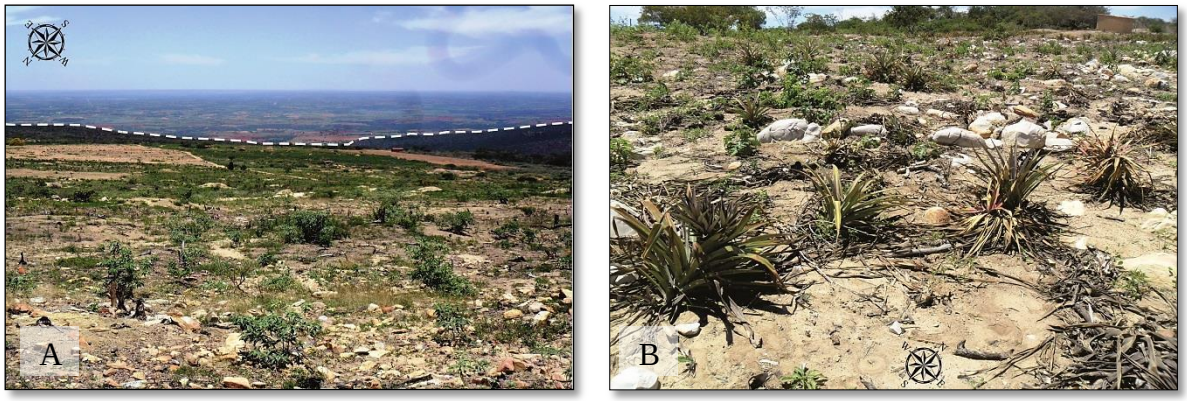
mecanização agrícola, haja vista a relevante pedregosidade do solo (foto 26A) e declividades com média de 7,1° e que chegam até 48,3°.

Tabela 20. Distribuição espacial do uso e cobertura da terra em 2013 para o do geossistema da Caatinga Sobre a Serra do Uibaí.

USO E COBERTURA	ÁREA	
	TERMOS ABSOLUTOS (km²)	TERMOS RELATIVOS (%)
Agropecuária	16,7	2,5
Caatinga Arbórea Arbustiva	510,8	75,3
Campos Rupestres	148,4	21,9
Urbano	1,6	0,2
Vegetação com Influência Lacustre Fluvial	1,3	0,2

Fonte: Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Muitas culturas não são apropriadas para este sistema, a exemplo do abacaxi (foto 26B), pois expõem demasiadamente o solo ao impacto das gotas de chuvas, não barra os sedimentos erodidos, tão pouco possui um sistema radicular capaz de dar coesão aos agregados do solo. O próprio crescimento das raízes esbarra e compete por espaços com os fragmentos de rochas. Nestas condições, o risco de perda da safra é elevado.

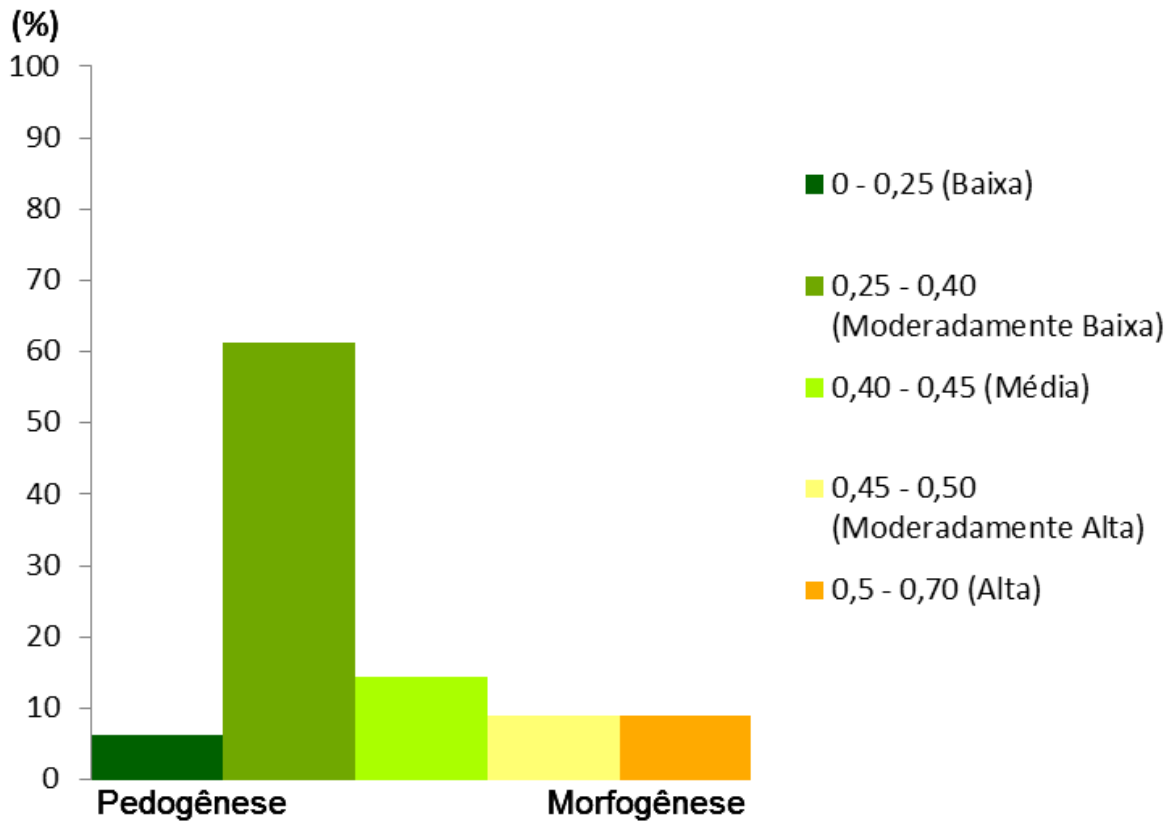


Fonte: Fotografias retiradas durante o trabalho de campo. Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Foto 26. No primeiro plano, lavoura em solo pedregoso no topo da unidade e ao fundo o Platô de Irecê (A). Plantio de abacaxi em solo muito pedregoso (B).

O gráfico 16 revela uma grande predisposição das terras à atividade pedogenética. Contudo a ocupação sem planejamento e o manejo inadequado, mesmo que de pequena intensidade, podem convertê-las em áreas impróprias para a exploração agropecuária, em poucos anos. A classe baixa (42,8 km²) e moderadamente baixa (415,3 km²) conjuntamente responde por 67,5% (458,1 km²) das terras. São áreas com contextos diferentes, mas igualmente recobertas por Caatinga Arbórea Arbustiva em diferentes estratos, expressando altos valores de EVI; Declividades suaves, onde infiltração é beneficiada contribuindo para a

pedogênese. Em razão deste contexto responder pela maior parte das terras, a mesma é classificada como *estável*, de acordo com a classificação ecodinâmica.



Fonte: Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Gráfico 16. Balanço morfogênese/pedogênese para o geossistema da Caatinga Sobre a Serra do Uibaí.

As áreas com predomínio da morfogênese abarcam 18,1% (123,0 km²) da região, isto é, as classes moderadamente alta (61,6 km²) e alta (61,4 km²). Estes sítios são caracterizados por fatores ambientais naturalmente propensos a ação morfodinâmica. Logo a interferência humana não se concretiza como o principal agente promotor dos processos erosivos, apesar dela estar presente e ter sido constatada em campo. Localizam-se em terras recobertas por Campos Ruspestres em que pesam valores de EVI variando bastante, mas com média de 0,26; Neossolos litólicos distróficos pouco espessos, onde a soma de bases (Ca, Mg e K)[53] é muito limitada conferindo uma fertilidade natural de baixa a média; Muitos afloramentos rochosos juntamente com declividades acentuadas imprimem grandes limitações ao uso e facilitam a erosão.

Devido ao expressivo ano de seca vinculado a uma agricultura de sequeiro, foram observadas nos trabalhos de campo, muitas propriedades agrícolas com solos expostos. De

[53] Cálcio, magnésio e potássio são importantes nutrientes para as plantas.

certa maneira, a erosão pluvial também foi amenizada, pelo menor *input* de EMI no sistema, não gerando consequentemente a desagregação das partículas do solo, transporte e deposição morro abaixo.

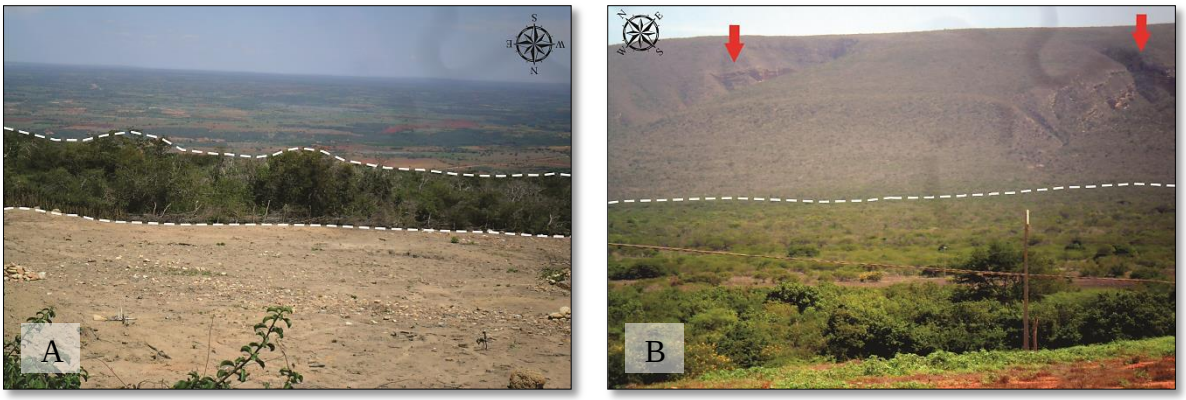
As feições erosivas encontradas foram predominantemente do tipo laminar. Tendo em vista a difícil acessibilidade, as observações concentraram-se nas propriedades rurais e fitofisionomias adjacentes. Portanto, a existência da erosão laminar (foto 27A) está condicionada ao manejo inadequado dos campos agrícolas, expondo um solo mais arenoso, pedregoso e com pouca matéria orgânica. Após a retirada da cobertura vegetal caracteriza-se então uma erosão acelerada pela interferência humana.

O escoamento difuso é a primeira forma do movimento da água na superfície desprotegida. A concentração do fluxo forma inicialmente rotas de organização do esocamento superficial e na continuidade do aprofundamento das erosões, pode desencadear ravinas e até voçorocas. Estas formas não foram constatadas pelo trabalho de campo, porém Neocorp Consultoria LTDA (2011) identificou sulcos, ravinas e voçorocas em áreas com topografia suavemente ondulada a ondulada, especialmente próximas a estradas e leitos dos riachos. Este último quando ocupados pelo uso agrícola.

A denudação é mais efetiva nas encostas, com desníveis abruptos da ordem de dezenas a centenas metros (foto 27B). Em contrapartida, Morgan (1986 e 2005, apud GUERRA e MARÇAL, 2012) afirma que em encostas muito íngremes, a erosão pode diminuir em decorrência ao decréscimo de material disponível.

Através das observações *in loco* e da imagem de alta resolução espacial (figura 15), é presumível a existência do recuo das cabeceiras por erosão remontante. Consiste na verdade de um processo natural, onde a amplitude altimétrica intensifica a incisão da drenagem, aprofundando o talvegue no sentido de jusante (base) para montante (cabeceira). A evolução remontante ou regressiva pode gerar a captura de outras drenagens. A acentuada declividade potencializa a competência erosiva dos fluxos d’água.

Por outro lado, a natureza litológica mais resistente da formação Morro do Chapéu e as escarpas ocupadas por densa Caatinga Arbórea Arbustiva configuram o caráter de estabilidade das vertentes. Soma-se ao fato da oferta de água via precipitação ser muito restrita, o que acarreta num volume mínimo e consequentemente menor competência erosiva. Devido a tais contextos, o recuo das cabeceiras através da erosão remontante, apesar de manifesta na paisagem, ocorre muito lentamente.



Fonte: Fotografias retiradas durante o trabalho de campo. Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014 (A, B).

Foto 27. Erosão laminar no primeiro plano, seguida da vegetação e no horizonte o planalto cárstico num patamar inferior (A). Zona de Transição no patamar inferior, logo após a Serra do Uibaí e destaque para as rupturas de declive nas encostas da unidade (B).

Embora a morfogênese se caracterize por ser muito prejudicial às atividades agropastoris, inexistem programas de capacitação e qualificação direcionados para a população rural deste geossistema, no sentido da conservação do solo por meio do preparo reduzido do solo, plantio em nível e em faixas, uso de terraços e de cordões vegetativos por exemplo. Com a finalidade de incorporar novas terras às áreas de cultivo, os resultados no geral não levam em conta o potencial e as limitações ao uso.

Fonte: Imagem tridimensional Google Earth de 05/2012.

Figura 15. Dissecações nas vertentes do modelado.

5.5 GEOSSISTEMA DOS REMANESCENTES DE CAATINGA SOBRE A PLANÍCIE MEGATÉRMICA DO RIO VERDE (G V)

Esta unidade encontra-se integralmente localizada na porção centro-norte do município de Itaguaçu da Bahia, abarcando 53,2% do seu território. Com uma extensão de 2.374,6 km² é o segundo maior geossistema, ocupando 15% da região de Irecê. A nomenclatura advém, sobretudo pela relação dialética entre o rio Verde, afluente do rio São Francisco, e a evolução mutua do sistema solo-vegetação-uso na planície do presente curso d'água.

Existem alguns trabalhos importantes que tiveram como área de estudo as terras da bacia hidrográfica do rio Verde a exemplo de Cunha (2009 e 2012), Brasil (2003), Oliveira (2009) entre outros. Todavia, foram trabalhos realizados em escalas regionais abrangendo a totalidade ou parte da bacia, nenhum deles teve como foco está porção do território de Itaguaçu da Bahia especificamente.

As características da vegetação e do uso foram os principais norteadores na identificação e delimitação da unidade na imagem orbital. Os limites setentrionais não ofereceram dificuldades para o traçado, o mesmo não se pode dizer do setor sul. Em razão das grandes similitudes entre esta unidade ao sul e o geossistema da Agropecuária Sobre o Platô Cárstico de Irecê, cuja transição é muito sútil, optou-se por um traçado guiado pelo uso e o padrão do desmatamento. Neste geossistema as propriedades são visivelmente maiores, onde as grandes clareiras e espaços cultivados revelam um contraste com os enormes fragmentos de vegetação, intercalando as propriedades.

Não há aglomerados urbanos nos seus limites, somente povoados com comprovada e nítida carência em infraestrutura, renda e oferta de outros serviços sociais básicos. As cidades mais próximas são Itaguaçu da Bahia e Jussara, distando 11 km e 20 km nessa ordem. Compreende um total de dez setores censitários, em que pesa uma população rural de 3.462 habitantes e uma rarefeita densidade demográfica de 1,2 hab/km².

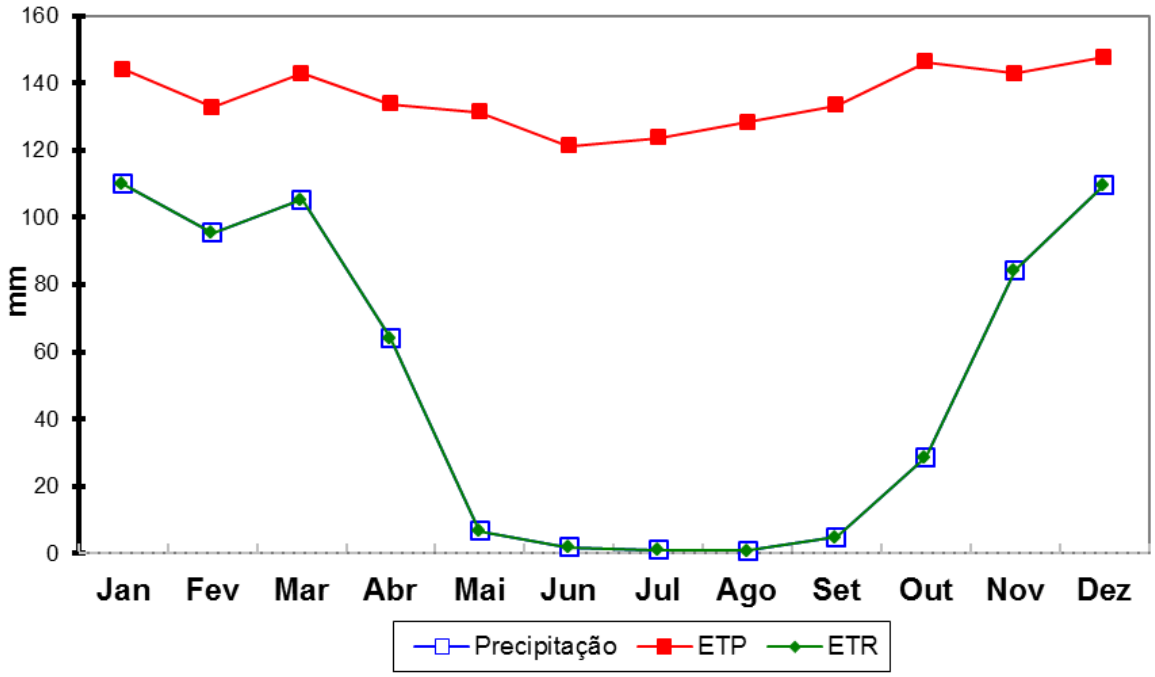
A população apresenta uma baixa renda. A maior parte dela tem um rendimento mensal inferior a um salário mínimo. As maiores fontes de renda são oriundos da agropecuária, créditos agrícolas em consequência do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) e dos mecanismos de transferência de renda a partir dos programas sociais como o bolsa família (CUNHA, 2012).

A renda baixa influencia de modo categórico na qualidade das moradias, algumas delas são de taipa. A maioria das propriedades queima o lixo ou simplesmente o jogam em

terreno baldio, apesar da existência da coleta em caçamba pelo serviço de limpeza municipal. Contudo, a coleta é sem regularidade e o destino final não recebe o tratamento adequado, pois falta a estrutura apropriada para o município, tendo como saldo a existência de lixões a céu aberto.

O abastecimento de água ocorre via rede geral. No entanto, em algumas localidades a água é originada de poços tubulares perfurados sobre rochas calcárias. Em decorrência, há uma elevada dureza da água por conta do acúmulo de carbonato de cálcio, o que pode torna-la impropria para o consumo humano, a depender do teor. Alia-se ainda a falta de tratamento no fornecimento, assim como o inexistente sistema de esgoto comprometendo decisivamente a saúde dos moradores, principalmente a população rural mais carente (CUNHA, 2012).

O regime pluviométrico, expresso no gráfico 17, expõe o grande déficit hídrico anual pelo qual a unidade está submetida. Com apenas 612,7 mm anuais em média, é o segundo geossistema com menores índices de chuvas. Ocorrem geralmente de cinco a oito meses seco. No trimestre chuvoso de dezembro a janeiro, precipita 315,1 mm correspondendo a 51,4% do total anual. Este fato evidencia a concentração das chuvas em poucos meses. Embora seja um trimestre quente com média de 26,3°C é no mês de outubro que ocorre a máxima absoluta de 27,2°C.



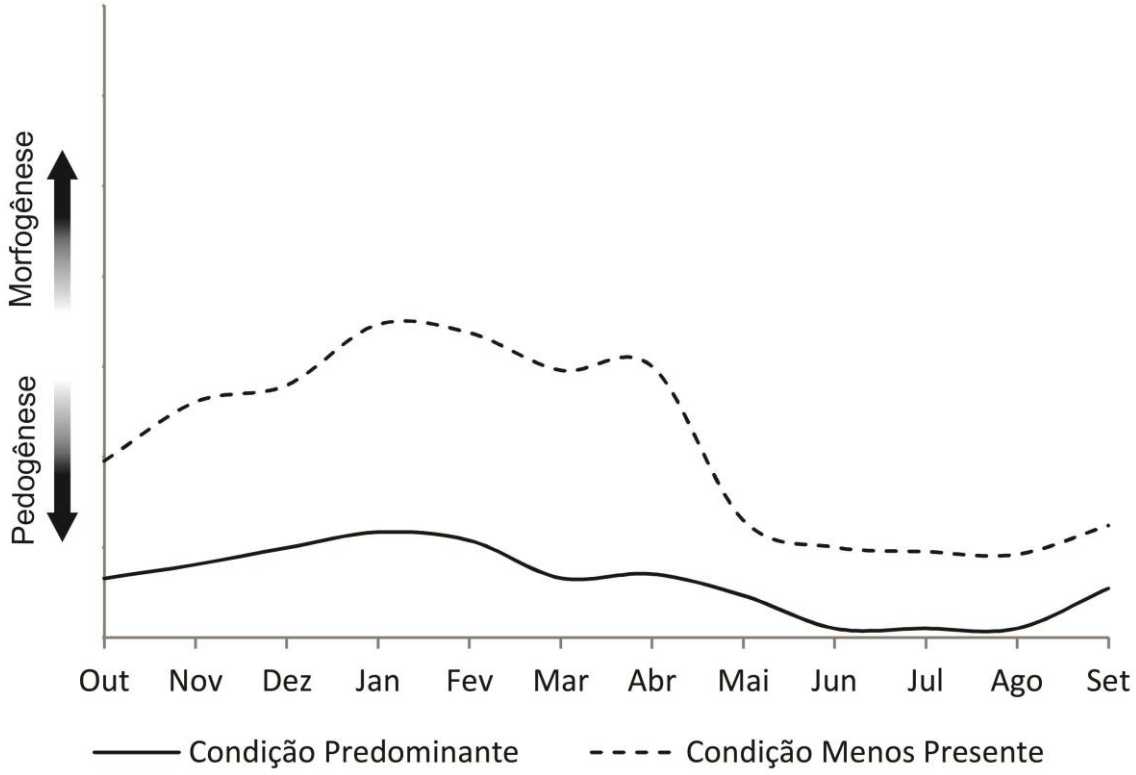
Fonte: Compilado e interpolado por Hijmans *et al*, 2005.

Gráfico 17. Balanço hídrico do geossistema dos Remanescentes de Caatinga Sobre a Planície Megatérmica do Rio Verde segundo Thornthwaite 1948 (100mm).

No inverno há o inverso, as precipitações registram somente 3,7 mm entre junho e agosto, isto é 0,6% de todas as chuvas precipitadas durante o ano. Neste mesmo período as temperaturas caem para uma média de 23,9°C com a mínima absoluta de 23,5°C no mês de junho.

A unidade está situada no limite da fronteira agrícola, originária do Maciço do Feijão, logo o quadrante sul é mais voltado para o uso. Desta maneira, o desmatamento é a grande ação derivadora do estado do sistema, passando de uma dinâmica com superioridade da pedogênese para um balanço de instabilidade ambiental. As atividades agropastoris têm induzido antigos estados deste geossistema a mudanças inexoráveis.

Em vista disto dois cenários do balanço morfogênese/pedogênese podem ser avaliados na paisagem através do gráfico 18. O primeiro deles representa a **condição menos presente**, uma vez que se refere às terras destinadas para a agropecuária. É bem verdade que a soma das áreas de caatinga substituída por campos agrícolas, representa uma fração pequena das terras desta unidade. Contudo o manejo não é condizente com as boas práticas de conservação do solo, o que significa uma fragilidade diante a atuação enérgica da erosividade.



Fonte: Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Gráfico 18. Dinâmica da morfogênese/pedogênese ao longo de um ano normal para o geossistema dos Remanescentes de Caatinga Sobre a Planície Megatérmica do Rio Verde.

Em termos relativos, as chuvas ocorridas em outubro são as mais prejudiciais para a agricultura. Neste mês o solo é preparado para os cultivos de ciclo curto pela agricultura de sequeiro. Comumente as terras encontram-se desprotegidas por qualquer tipo de cobertura vegetal, muito vulnerável assim a ação morfogenética. Os 28,7 mm de chuvas se traduzem numa erosividade mensal de 215,4 mm, conforme a tabela 21. O poder de erosão poderia ser menor, não fossem as chuvas acumuladas em apenas 4 dias. Estas ainda não ocorrem continuadamente, estando concentrada mais ainda em somente algumas horas. Por estes motivos é possível que haja a formação de enxurradas, não pela saturação do solo devido a elevada infiltração, mas pelo demasiadamente rápido *input* de água no sistema, reduzindo assim o tempo para que a infiltração se desenvolva naturalmente.

Tabela 21. Médias pluviométricas e erosividade mensais ao longo do ano climatológico 1973-2003 para o do geossistema dos Remanescentes de Caatinga Sobre a Planície Megatérmica do Rio Verde.

MESES	PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (mm)	EROSIVIDADE MENSAL (mm)
Outubro	28,7	215,4
Novembro	84,2	280,7
Dezembro	109,7	299,3
Janeiro	110,0	366,6
Fevereiro	95,3	357,5
Março	105,3	315,8
Abril	64,1	320,4
Maio	6,7	66,6
Junho	2,0	19,5
Junho	1,0	14,9
Agosto	0,8	12,0
Setembro	5,0	74,4

Fonte: Pluviometria compilada e interpolada por Hijmans *et al*, 2005. Erosividade mensurada por Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

No mês de novembro a erosividade aumenta para 280,7 mm. Esta chuva recai sobre terrenos muito planos. Por mais que a declividade média de 0,8° seja inexpressiva no contexto do conjunto para promover o transporte de sedimentos, em alguns locais a erodibilidade dos Vertissolos potencializa a energia cinética das chuvas. As propriedades dos Vertissolos lhe conferem junto com os Neossolos Litólicos distróficos o mais alto nível de pertinência para a erosão.

Por possuírem argilas expansivas 2:1 de atividade muito alta (Ta) os Vertissolos assim como a caatinga, apresentam uma característica sazonal marcante. No período da estiagem o

material argiloso contrai e fica muito duro, em consequência formam-se inúmeras fendas de retração no solo atingindo por vezes mais de 50 cm de profundidade. O material seco e solto da superfície cai no interior das aberturas. Desta maneira, quando chega a estação de chuvas o solo úmido expande e fecham-se as fendas. À vista disso ocorre um revolvimento[54] constante do material interno (LEPSCH, 2010 e 2011).

Em atenção a estas propriedades físicas, os Vertissolos possuem inúmeras limitações para a agricultura, igualmente para algumas obras de engenharia. O caráter ora muito duro e fendilhado, ora pegajoso e plástico, dificulta tanto a utilização de máquinas agrícolas e o desenvolvimento das raízes das plantas no período seco, quanto a construção de fundações em qualquer época do ano pela constante mudança de volume de acordo com a variação do teor de umidade.

Posto que, o enraizamento encontra grandes dificuldades para alcançar as partes mais profundas do solo, limitando-se aos primeiros centímetros dos horizontes iniciais, a vegetação nestas áreas é mais aberta. O EVI revela valores muito baixos, próximos a zero. Mesmo assim as formações vegetais mais adaptadas a solos mal drenados protegem parcialmente a superfície do impacto das gotas de chuvas, além de estabilizarem os agregados. Algumas incisões podem ser observadas na imagem Landsat 8 OLI, associadas talvez a formação de cursos efêmeros pelo encharcamento.

Como podemos observar, estas terras são naturalmente frágeis. Intervenções sem planejamento podem desencadear um desequilíbrio ambiental, vindo num estágio avançado a tornarem-se áreas degradadas, caso a perturbação continue. Nas glebas desmatadas os 109,7 mm de chuvas ocorridas em dezembro, se mostram capazes de desprender as partículas de solo. Os processos erosivos só não são mais acentuados, pela baixa declividade do terreno que atravanca o transporte por salpicamento dos sedimentos desprendidos.

Por outro lado, a declividade é o fator indutor da morfogênese nos trechos com margens íngremes do rio Verde. Mas ela apenas se mostra significativa nas áreas onde a mata ripária foi suprimida (foto 28) ou substituída por cultivos agrícolas. Quando as chuvas com maior potencial erosivo chegam, relativas a janeiro e fevereiro, os sedimentos são dirigidos para o leito fluvial. Somados, estes dois meses representam 30,9% da erosividade anual, respectivamente 15,6% (366,6 mm) e 15,3% (357,5 mm). Destaque para Janeiro que além de ser o mês com maior incidência de chuvas é também o de maior erosividade.

[54] Vertissolo do latim *vertere* cujo significado é revirar.

De março a abril a erosividade começa a decair, embora a curva referente a morfogênese permaneça atuante. A redução deve-se ao fim do período de chuvas. Quando esta precipitação pluviométrica alveja os Cambissolos Háplico eutrófico e os Argissolos Vermelho-Amarelo eutróficos localizados nas margens desmatadas de vertentes declivosas ao longo do rio Verde, configura-se então um contexto de grande instabilidade ambiental. A análise das mudanças ocorridas no EVI do período chuvoso, demonstra que são áreas onde a atividade fotossintética foi drasticamente reduzida, sugerindo a ocorrência de supressão vegetal.

Fonte: Fotografia retirada durante o trabalho de campo. Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Foto 28. Solo erodido em margem desmatada do rio Verde.

É preciso considerar que, mesmo atingindo o ápice do poder de erosão na estação de chuvas, se comparada com os demais geossistemas, veremos que a morfogênese ainda assim é menos efetiva. O traçado não chega ao topo do que seria a máxima atuação da morfogênese para a região de Irecê. Presume-se que isso ocorra porque na avaliação conjunta do sistema ambiental, a capacidade de resiliência não foi ultrapassada. Salvo as pontuais áreas de maior fragilidade ambiental, prevalece uma solidariedade espacial capaz de se recompor naturalmente em face das perturbações identificadas.

Os locais afligidos pela morfogênese referem-se a áreas de pequena dimensão e espacialmente intercalados por outras terras onde domina a pedogênese. Há no presente geossistema muitos remanescentes de vegetação nativa, que podem fornecer propágulos para a colonização local por meio de polinizadores e dispersores múltiplos. Em um hipotético abandono do uso, essas terras possivelmente se recuperariam naturalmente. Ao contrário do geossistema da Agropecuária Sobre o Platô Cárstico de Irecê, o qual necessita da intervenção humana através de Planos de Recuperação de Áreas Degradas (PRAD), para mitigar os danos

ambientais provenientes das atividades agropastoris, pois o sistema é imcapaz de conduzir a uma regeneração naturalmente.

Nos demais meses do ano, o principal agente da morgênese é a agricultura irrigada, igualmente prejudicial para conservação do solo, quando mal conduzida. É preciso avaliar os impactos ambientais provenientes da adoção de tecnologias inadequadas, sobretudo no que se refere a os metódos de irrigação e aos tratos culturais, a fim de melhorar o rendimento dos agricultores, auferindo o mínimo de prejuízos ao solo e aos recursos hídricos.

No geral, a curva destinada a **condição predominante** mostra a supremacia da atuação pedogenética. Reporta-se, maiormente às áreas recobertas por frave's ou biomassa verde em algum nível. Estas áreas prestam importantes serviços ambientais[55] que são vitais pra a vida humana, como formação dos solos, o fornecimento de alimentos, regulação do clima nas escalas inferiores, purificação da água e do ar, controle de pragas, sequestro de carbono, beleza cênica, conservação da biodiversidade etc.

A precipitação pluviométrica, bem como a erosividade no mês de outubro não é suficiente para prover mudanças relevantes nas condições ecológicas. A cobertura da Caatinga Arbórea Arbustiva exerce uma primorosa proteção do solo em níveis variados. As diferentes alturas da vegetação intercepta e reduz a velocidade com que a gota de chuva chega a superfície do terreno. Primeiramente a copa das árvores, seguida dos arbustos e depois o estrato herbáceo e as gramíneas.

A serapilheira, cobertura formada pelos tecidos vegetais da Caatinga como folhas, arbustos e raízes, da mesma maneira os restos de animais e fezes em diferentes estágios de decomposição supre anualmente o solo de grandes quantidades de resíduos orgânicos. Conforme este material passa pelo processo de degeneração, incorpora fisicamente as camadas iniciais do solo, sendo de grande importância para a ciclagem de nutrientes. Mas também aumenta a resistência do solo ao desprendimento pelo efeito *splash*, reduz a formação de crostas, e agrega suas estruturas tornando-o mais estável a erosão hídrica. Não obstante, o comportamento do acréscimo da serapilheira varia bastante sazonalmente e espacialmente, necessitando de estudos mais detalhados para a compreensão eficiente da sua influência diante dos processos erosivos nesta unidade.

No conjunto dos sistemas ambientais, para o mês de novembro esta unidade apresenta os menores índices de chuva, com uma média mensal de 84,2 mm. Para o mesmo período, o geossistema da Agropecuária Sobre o Platô Cárstico de Irecê, que é a unidade com os totais

[55] Conjunto dos processos naturais com a finalidade de assegurar a ocorrência da vida no planeta, assim como as condições para as atividades produtivas.

anuais mais baixo, registra média de 104,3 mm. Mas a unidade apresenta também uma variedade de solos que proporciona graus diferenciados de erodibilidade, bem como potencialidades e limitações diversas para o uso.

Opõem-se ao Vertissolo que é o solo de maior erodibilidade desta unidade, o Latossolo Vermelho-Amarelo eutrófico de forte resistência aos processos erosivos. Este último, localizado a sudoeste, embora represente somente 5,2% da unidade é intensamente utilizado pela agropecuária, mas ainda conserva alguns grandes frave's. Sua ocupação é facilitada em decorrência da intersecção com a rodovia BA-052 (estrada do feijão), e pela proximidade com o rio Verde, abastecendo parte da irrigação com suas águas.

São solos muito intemperizados, situados em ambiente de relevo plano, sendo assim vantajoso para o emprego de máquinario agrícola. O longo tempo de intemperização resultou num pacote espesso do regolito, por sinal, muito benéfico para o enraizamento das plantas, sobretudo quando alia-se a alta fertilidade natural.

Os 299,3 mm de erosividade em dezembro não repercute numa morfogênese mais agressiva. O EVI mostrou que a vegetação, nessa porção da região de Irecê, tem um comportamento espectral semelhante para a estação de chuvas e estiagem, com 0,46 (chuvoso) e 0,48 (seco) de média e 0,27 (chuvoso) e 0,30 (seco) o desvio padrão. Essa dinâmica sugere uma menor influência da deciduidade na área foliar das fitofisionomias (foto 29). Talvez pela maturação da maioria dos solos, alguns com uma boa retenção hídrica devido a textura mais argilosa, e pela oferta de umidade tanto superficial quanto subsuperficialmente, pois a unidade recebe as águas dos afluentes do rio Verde e a descarga natural do aquífero.

Fonte: Fotografia retirada durante o trabalho de campo. Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Foto 29. Caatinga Arbórea Arbustiva intercalada por palmeiras.

O volume das chuvas neste mês é quase completamente infiltrada nas áreas recobertas pela Caatinga. A partir da interpretação visual do índice de vegetação e do levantamento expedito é possível constatar valores mais altos de atividade fotossintética, especialmente nos grandes frave's, mas principalmente no interior dos fragmentos. Como neste caso a fragmentação é produto do desmatamento, deduz-se então que a supressão vegetal forma um gradiente de atividade fotossintética. Manifesta nas imagens dos sensores ópticos, em que pesa o aumento dos valores de EVI no sentido da borda para o interior do frave. Uma nítida manifestação do efeito de borda, anteriormente mencionado.

A forte erosividade nos meses de janeiro e feverereiro não se traduz numa morfodinâmica acentuada. A amplitude topográfica de apenas 93 m só não é menor do que o geossistema da Vegetação Lacustre Fluvial sobre Planície do Lago de Sobradinho. O desnível entre a altitude máxima de 485 m e a mínima de 392 m são ineficientes para ensejar uma velocidade significativa no fluxo superficial, a ponto de promover a erosão. Trata-se de superfícies aplainadas da depressão sanfranciscana, resultante da deposição de sedimentos em depressões preenchidas por aportes fluviais e por decantação em águas estagnadas, entalhadas pelo rio Verde (BAHIA, 2002). Sem rupturas de declive proeminentes, a topografia é levemente rampeada em direção a drenagem princial e a calha do rio São Francisco. Por ser uma região de acumulação o aporte de sedimentos é naturalmente maior do que a erosão e o transporte.

Entre março e abril, foram registrados em média 16 dias com chuvas, para uma precitação de 169,4 mm produzindo uma erosividade conjunta de 636,2 mm. É provavél que no final da estação de chuvas o aquífero esteja mais próximo da superfície, e até exfiltre em algumas depressões, formando e mantendo as inúmeras veredas encontradas em campo, o que favoreceria a pedogênese e o desenvolvimento de solos hidromórficos. Apesar da baixa quantidade de juntas e fraturas, por onde a água precipitada infiltraria com maior facilidade, certamente o nível do aquífero abastece nesses meses o intermitente rio Verde, uma vez que a unidade é receptora das águas superficiais e subterrâneas, oriundas principalmente do planalto cárstico.

De maio a setembro a frequência de chuvas diminui consideravelmente, levando em conta o volume de chuvas. Os 12 dias com incidência de pluviometria assegura uma parca precipitação 15,5 mm totais, ou seja, em um intervalo de cinco meses elas não são consideradas chuvas erosivas mesmo para as áreas de maior instabilidade ambiental. Por este

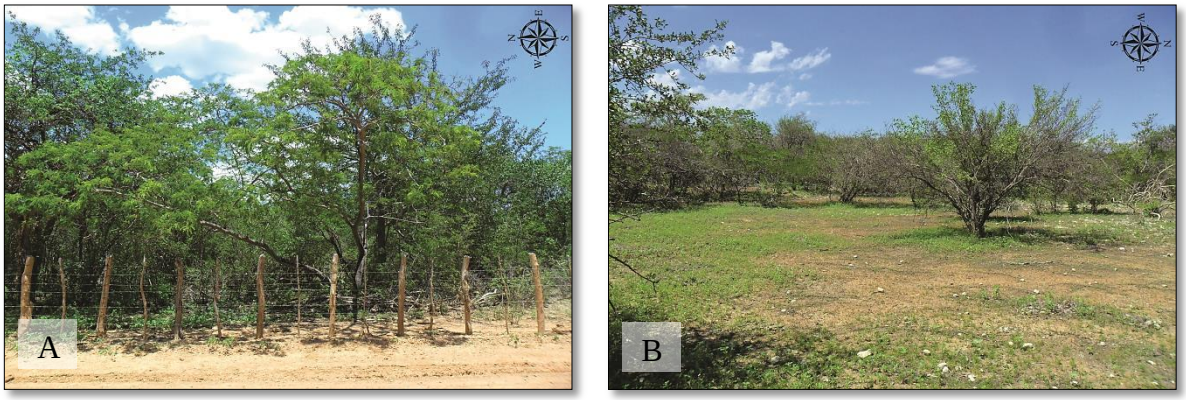
motivo a curva da condição predominante encontra-se muito próxima ao que seria a quase completa atuação da pedogênese para esta unidade especificamente.

Definitivamente, os 1.644,6 km² (tabela 22) da ampla extensão de Caatinga Arbórea Arbustiva é o suficiente para proteger 69,3% da unidade. As feições desta formação podem variar desde uma vegetação densa em múltiplos estratos, inclusive com espécies arbóreas (foto 30A), atreladas a ambientes mais úmidos e solos profundos, até uma Caatinga aberta e arbustiva (foto 30B), com estrato herbáceo formado por gramíneas, decorrente da intervenção humana ou sob influência de solos litólicos.

Tabela 22. Distribuição espacial do uso e cobertura da terra em 2013 para o do geossistema dos Remanescentes de Caatinga Sobre a Planície Megatérmica do Rio Verde.

USO E COBERTURA	ÁREA	
	TERMOS ABSOLUTOS (km²)	TERMOS RELATIVOS (%)
Agropecuária	690,4	29,1
Caatinga Arbórea Arbustiva	1.644,6	69,3
Vegetação com Influência Lacustre Fluvial	39,5	1,7

Fonte: Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.



Fonte: Fotografias retiradas durante o trabalho de campo. Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

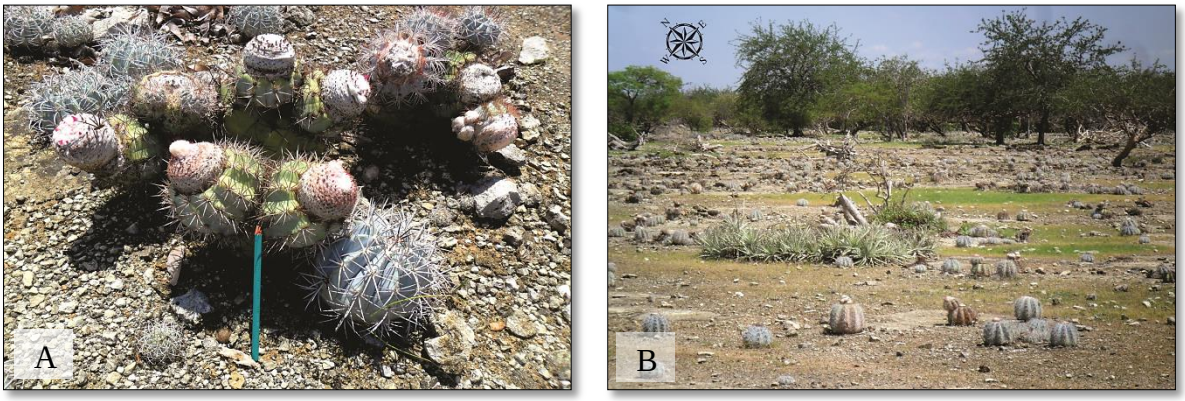
Foto 30. Caatinga densa e multiestratificada (A). Caatinga aberta e arbustiva (B).

Decerto, ao norte e muito próximo do povoado de Almas encontramos uma fisionomia diferente de todas as demais observadas durante o campo neste geossistema. Refere-se a uma pequena porção de terra, de topografia plana, paralela ao rio Verde com aproximadamente 0,77 km² distando 300m do leito fluvial. Em um contexto de solos mais profundos, afloram nesta área lajedos rodeados de solos muito cascalhentos e assentados diretamente sobre a rocha mãe, portanto são pouco espessos. A materia orgânica precaria, expõe uma pequena potencialidade nutricional, refletida na baixa diversidade de plantas e nos poucos índividuos existentes. É possível que apresente uma alta concentração de alumínio tóxico para as plantas,

bem como uma baixíssima saturação e soma de bases, o que explicaria parcialmente a dificuldade no crescimento das raízes.

A singularidade desta paisagem, a partir da evolução mútua dos fatores ambientais, confere uma solidaridade espacial digna de estudos mais detalhados com vistas a conservação. Sem dúvidas é uma subunidade similar ao geotópo/geomêro/geócoro, por sua vez muito distinta do contexto regional no qual encontra-se inserida.

Uma das poucas espécies que crescem nessa fisionomia é o *Melocactus azureus*, pertecente a subfamília das *Cactaceae* (foto 31A). O gênero *Melocactus* é popularmente conhecido na região como Coroa-de-Frade ou Cabeça-de-Frade. Encontra-se atualmente na lista vermelha da IUCN (*International Union for Conservation of Nature*) como ameaçada de extinção. É uma espécie endêmica que tem populações não muito abundantes, fragmentada e de pequena distribuição espacial. As populações mais abundantes ocorrem justamente nas proximidades do rio Verde, formando um "mar de cactos" (foto 31B). As principais ameaças para o contínuo declínio são a comercialização como espécie ornamental, a limpeza do terreno para evitar que o rebanho se machuque, e sobretudo, a substituição da vegetação local e do entorno pela agropecuária o que tem permitido o avanço de espécies invasoras (TAYLOR et al, 2013).



Fonte: Fotografias retiradas durante o trabalho de campo. Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

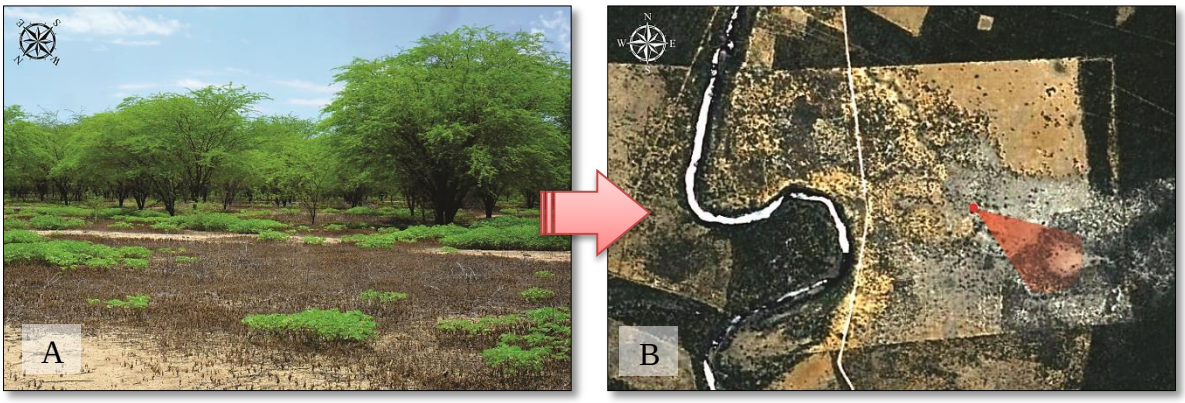
Foto 31. *Melocactus azureus* sobre Neossolo Litólico (A). Fisionomia caracterizada por um mar de cactos.

Talvez a mais substancial das plantas invasoras neste geossistema seja a *Prosopis juliflora* (Algaroba). Esta planta exótica é capaz de diminuir a biodiversidade e reduzir a disponibilidade hídrica. A invasão é beneficiada pela grande produção de sementes e sua eficiente dispersão, além de ficarem anos em estado de dormência se for preciso (ANDRADE, FABRICANTE e ALVES, 2008). A Algaroba elimina ainda a possibilidade de competição

com espécies heliófilas ao sombrealas com seu porte arbóreo e sempre verde. Diante destas características, a espécie se estabelece rapidamente e desordenadamente em áreas degradadas ou desistabilizadas, inibindo por exemplo a regeneração de espécies nativas do escossistema.

Os animais são os principais agentes dispersores que ao ingerirem as sementes não as digerem completamente e acabam por elimina-las nas fezes (LIMA e RIBEIRO, 2014). Em vista disso, a distribuição da Algaroba está associada com áreas pertubadas e/ou voltadas para a agropecuária, a qual ocupa 690,4 km² e abrange 29,1% do geossistema. As propriedade rurais estão agrupadas especificamente na porção sul da unidade e ao longo do rio Verde, em virtude da irrigação. A proximidade de água também facilita o agressivo processo de invasão da espécie. A formação de alglomerados populacionais aliada ao profundo enraizamento em busca de água, contribui para o rebaixamento do lençol freático ou qualquer outro corpo d'água nas redondezas.

Podemos observar este contexto na foto 32A, mediante uma mata de Algaroba em solo úmido nas adjacências do rio Verde. O solo encontra-se fendilhado pela perda de água para a Algaroba, mas também decorrente da longa estiagem. Substâncias químicas nas folhas desta planta provocam efeitos alelopáticos que afetam a germinação e o crescimento de outras espécies, em consequência, somente outra espécie herbácea foi encontrada, o que evidência o forte impacto na redução da diversidade e fluxo genético. Após o trabalho *in loco*, a partir de imagens orbitais (foto 32B) foi constatado que tratava-se de uma propriedade destinada a pecuária extensiva em solo distinto, com boa disponibilidade hídrica (tons de cinza na imagem).



Fonte: Fotografia retirada durante o trabalho de campo. Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014 (A). Imagem Google Earth de 2010 (B).

Foto 32. Mata de Algaroba com a presença de apenas 2 espécies (A). Localização da mata de Algaroba e o campo de visão da foto (B).

De toda maneira, não se pode negar as numerosas vantagens advindas desta planta para a população local, a exemplo do fornecimento de forragem verde mesmo na estiagem, extração de lenha, bom emprego madereiro, além de servir como alimento aos homens. Para o melhor aproveitamento, visando potencializar os beneficios e mitigar os impactos negativos da Algaroba, é necessário modificar o plano de manejo dos proprietários rurais, com a utilização de estratégias e técnicas aptas a reduzirem a elevada capacidade de adaptação, competição e dipersão da espécie. Bem como um constante monitoramento das populações para evitar o agressivo avanço espontâneo.

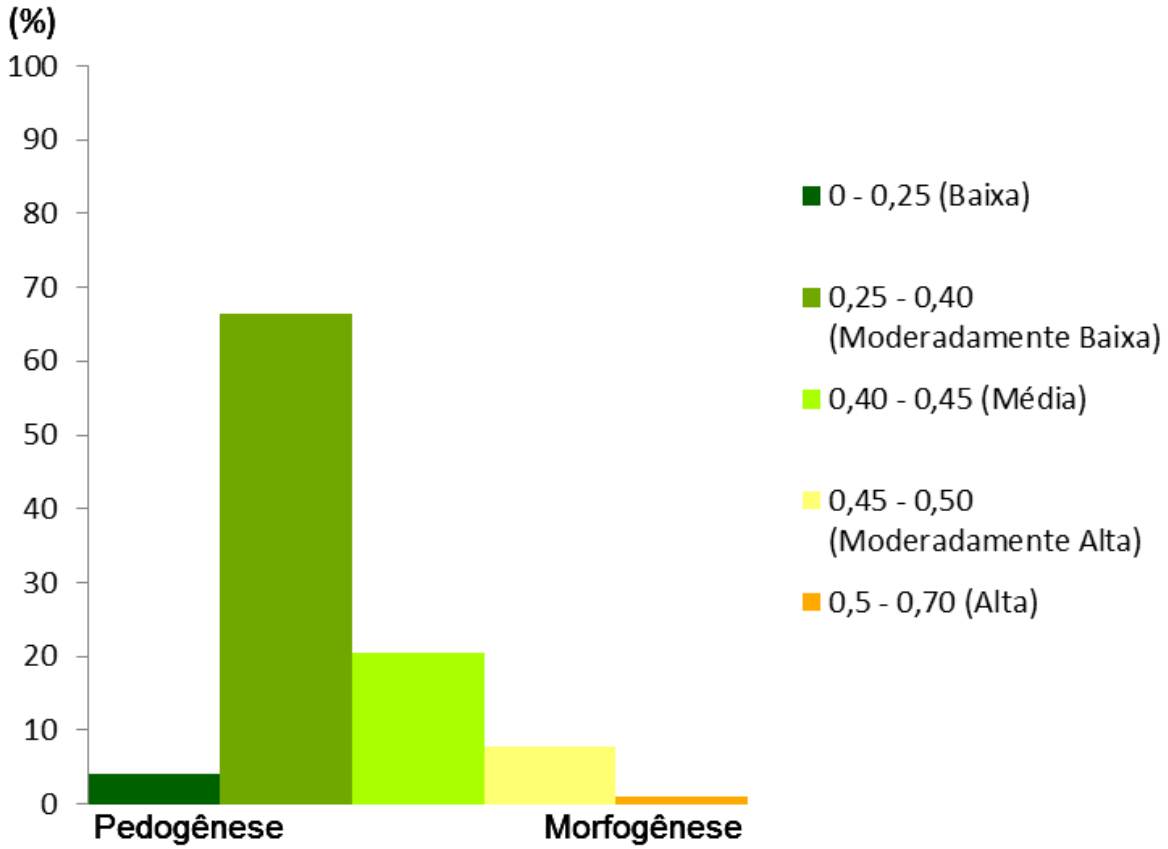
A presença de palmeiras como a *Copernicia prunifera* (Carnaúbas) em meio a Caatinga é um indício de umidade por se estabelecerem próximas a rios ou em função de solos hidromórficos. Encontramos outras espécies de palmeiras, a exemplo da *Syagrus coronata* (Licuri ou Ouricuri), em locais onde lençol freático está perto da superficie ou até mesmo aflora. São espécies mapeadas como pertencente a classe de Vegetação com Influência Lacustre Fluvial (foto 33) ocupando 1,7% da unidade (39,5 km²). O uso econômico destas plantas pelo sertanejo através do extrativismo vegetal e a exploração da fibra, madeira e o coco do Licuri constitui uma forma de incrementar a renda obtida com a agropecuária.

Fonte: Fotografia retirada durante o trabalho de campo. Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Foto 33. Vegetação com Influência Lacustre Fluvial com presença de Carnaúbas.

Esta ampla cobertura vegetal, conferindo uma proteção natural ao solo, é refletida no modelo *fuzzy* (gráfico 19). A classe baixa (0 a 0,25) corresponde a 4,1% (98,1 km²) da unidade. Expressa os valores mais altos do índice de vegetação, localizados especialmente no quadrante norte, onde encontramos os maiores frave's muitas vezes preservados da intervenção humana ao no máximo consorciada com exígua pecuária extensiva. A pedogênese é muito atuante no que seria a área *core* do frave, longe do efeito de borda provocado pela fragmentação e isolamento dos remanescentes de Caatinga ainda primária. Todavia, é

importante ressaltar que, algumas áreas sugeridas pela modelagem, na verdade condiz com polígonos mapeados como água em alguns dados. São terras situadas equivalentes ao curso do rio Jacaré.



Fonte: Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Gráfico 19. Balanço morfogênese/pedogênese para o geossistema dos Remanescentes de Caatinga Sobre a Planície Megatérmica do Rio Verde.

Na prática, muitas destas terras estão inseridas na classe seguinte que é a moderadamente baixa (0,25 a 0,40), a qual abarca 66,4% (1.575,5 km²) do geossistema. Esta última é a maior das classes, imprimido assim, consoante com a distribuição da classe anterior o caratér de meio *estável*, conforme preconiza a ecodinâmica. Sua dimensão é ampla e está presente em todos setores da unidade.

As classes moderadamente alta e alta envolvem ao todo meramente 8,9% (211,9 km²). Condiz com propriedades rurais em que os atributos naturais revigoram os efeitos negativos do estado do sistema, vindo a desencadear a instabilidade ambiental e suscitar processos erosivos.

Os múltiplos tipos de erosão, sobretudo quando acelerada pelas intervenções humanas, coloca à tona mudanças na relação entre a chuva, a infiltração e o escoamento da água. Uma

alternativa natural de alterar o sistema geográfico a novos ajustes configurados pela supressão vegetal, em prol de agrossistemas.

Para além da erosão laminar presente nos solos expostos pela agropecuária, a erosão acelerada também é muito patente nas margens do rio Verde. Muitos processos erosivos com incisões relevantes foram identificados ao longo do rio Verde. Acompanha a calha fluvial Argissolos Vermelho-Amarelo Eutróficos muito aptos para o desenvolvimento da agricultura, exceto quando correlacionados com vertentes declivosas, como as existentes nas margens do rio.

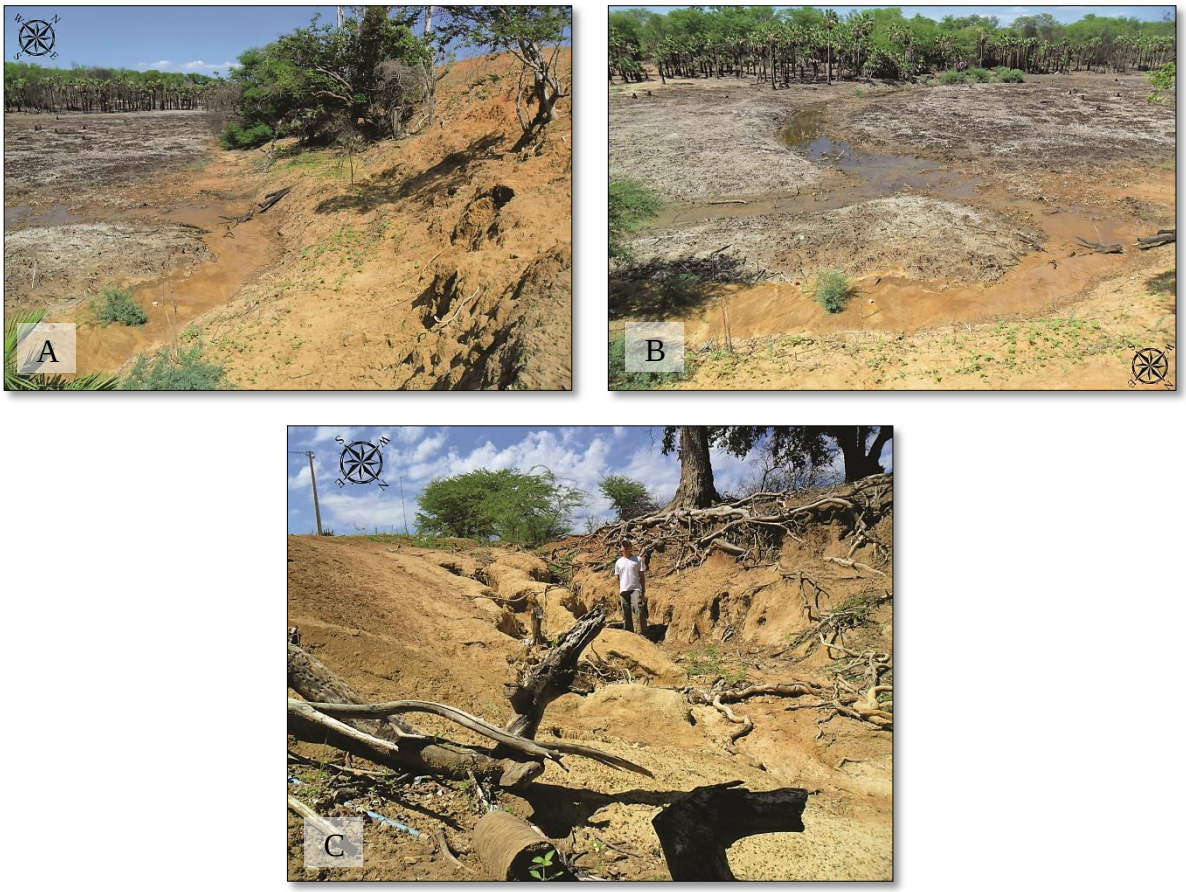
Os Argissolos representam 14,1% (335,6 km²) da unidade, são solos intermediários para outras ordens, neste contexto, para os Latossolos muito comuns na unidade, compreendendo 43,4% (1.028,9 km²), com os quais estão vinculados. Aparentemente um dos motivos que os diferenciam é justamente a declividade.

Nos Argissolos o transporte da argila no sentido vertical a superfície pela água gravitacional, é beneficiado pela maior velocidade de infiltração no horizonte A, igualmente mais arenoso. Até o fator declividade entrar em ação nos primeiros centímetros, contribuindo para que água se desloque mais horizontalmente. Desta forma, a argila translocada concentra-se no horizonte Bt, por conseguinte mais argiloso e de lenta infiltração.

Assim sendo, quando os acentuados declives das margens (foto 34A) aliam-se ao desmatamento, expondo o horizonte mais arenoso de grande erodibilidade, facilmente a energia cinética das chuvas desagregam as partículas do solo, transportam por salpicamento e as depositam no leito fluvial. A combinação destes eventos e atributos naturais orquestra uma situação de assoreamento do rio (foto 34B), alterando a hidrodinâmica natural e imprimindo a construção de novos arranjos espaciais.

A mudança do fluxo difuso para o concentrado tem provocado incisões erosivas do tipo ravina (foto 34C). O aprofundamento do entalhamento ocorre pelo desenvolvimento vertical de antigos sulcos iniciais. Enquanto o desenvolvimento longitudinal da ravina é no sentido contrário a direção do fluxo pluvial, isto é, remontante. A localização é um agravante, pois são mais frequentes nas margens do rio Verde associadas, portanto, a declividade.

É muito visível o estado de perturbação pelo qual o rio Verde está submetido. Em alguns trechos a drenagem principal limita-se a um pequeno curso d'água, inferior a 2 m de largura, mesmo no período de chuvas, vindo até a desaparecer e reaparecer mais adiante. O assoreamento é decisivo para o soterramento desta frágil drenagem.



Fonte: Fotografias retiradas durante o trabalho de campo. Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Foto 34. Margem declivosa em processo de erosão acelerada e os sedimentos depositados logo abaixo (A). Leito assoreado do rio Verde (B). Ravina em margem declivosa (C).

É preciso considerar o equilíbrio entre a erosão geológica e os processos erosivos acelerados. Na primeira situação, vagarosos e constantes processos naturais atacam os friáveis depósitos de areia e argila, as coberturas detrito-lateríticas ferruginosas e as brechas carbonáticas constituintes do embasamento geológico local. Esse dinamismo é benéfico, pois ajuda na formação dos solos e no aprofundamento do manto de intemperização. A pedogênese é maior do que a morfogênese. Enquanto a segunda situação é caracterizada pelo desgaste acelerado do solo e outras formas de degradação via intervenção humana. Assim sendo, a morfogênese predomina sobre a pedogênese. Em resumo, a natureza leva vários séculos para produzir um centímetro de solo, mas bastam somente alguns anos de manejo indevido para que a mesma espessura seja arrastada pela erosão (BERTONI E LOMBARDI NETO, 2012; LEPSCH, 2011).

5.6 ZONAS DE TRANSIÇÃO ENTRE OS GEOSSISTEMAS (ZT)

A identificação e delimitação da Zona de Transição (ZT) consumam-se numa estratégia para o estabelecimento de limites que não apresentam o mesmo sistema geral de evolução da paisagem. É uma tentativa de satisfazer as ideias de Monteiro, o qual preconizou "admitindo a indissociabilidade espaço-tempo temos de considerar ainda o permanente estado de mudanças, fluxos, flutuações" (2008, p.106). Destarte, as mudanças são inerentes aos sistemas abertos em análise, tanto que não se deve considera-las como fenômenos esporádicos, mas próprio e normal.

Na escala em análise, enquanto os geossistemas revelam um contínuo ecológico dentro da unidade, o trânsito para outro sistema é definido por uma descontinuidade de ordem ecológica. Portanto o que se observa é um conjunto geográfico dotado de uma estrutura em funcionamento incerta, por isso mesmo sem um comportamento específico. As Zonas ou Faixas de Transição são áreas intermediárias entre duas unidades, muitas vezes reúnem características de dois ou mais geossistemas. Assim sendo, não é caracterizada como uma unidade, pois não há uma coesão dos elementos constituintes do ambiente, capazes de promoverem certa homogeneidade. Logo, também não é um geossistema.

Dito isto, a ZT concentra-se na porção leste, em virtude da maior diversidade paisagística e maior extensão dos limites entres as unidades. No quadrante sul, a ZT apresenta um direcionamento no sentido norte/sul, ao passo que ao norte o sentido é predominantemente leste/oeste. Ocupam 1.645,2 km² de terras descontínuas como pode ser observado no mapa 22. Em termos relativos abrange as respectivas áreas nos seguintes municípios: 33,2% de Ibipeba; 16,7% de Itaguaçu da Bahia; 15,3% de Barra do Mendes; 12,5% de Uibaí; 10,2% de Barro Alto; 4,4% de Central; 1,5% de Jussara e 0,1% de Ibititá.

A identificação e delimitação nem sempre ocorre de maneira evidente. Muito menos o cruzamento com dados socioeconômicos em nível de setores censitários. As grandes dimensões dos setores censitários rurais mostraram-se penosas para a análise face o arranjo alongado da ZT, uma vez que somente pequenas porções do primeiro interceptam o segundo.

Contudo, estima-se uma população de 30 mil habitantes para esta faixa. Uma parte considerável reside integralmente na zona urbana de Barra do Mendes e outra parcialmente na cidade de Uibaí, haja vista esta última localizar-se na divisa do geossistema de mesmo nome. Comumente as residências são abastecidas com água da rede geral e o lixo é coletado pelo serviço de limpeza, o que demonstra a atuação do Estado. Porém, o esgotamento sanitário via

fossa rudimentar é uma realidade encontrada, sobretudo, na zona rural e residências mais afastadas das sedes municipais.

Não cabe realizarmos aqui, uma análise temporal da dinâmica do balanço morfogênese/pedogênese ao longo de um ano normal, por conta dos motivos apresentados anteriormente. Neste sentido, os esforços na elaboração de modelos teóricos similares aos produzidos para os outros geossistemas, acarretariam em demasiados cenários. É preciso ter em conta a plural organização do sistema geográfico peculiar a zonas de transição desta natureza. Limitar os arranjos produzidos pelos sistemas sociais e naturais a um ou dois cenários em faixas transicionais corre o risco de perder a síntese da estrutura e do estado, manifesto na heterogeneidade paisagística. Mas é fundamental compreender os elementos promotores do mosaico formado pelas diferentes paisagens.

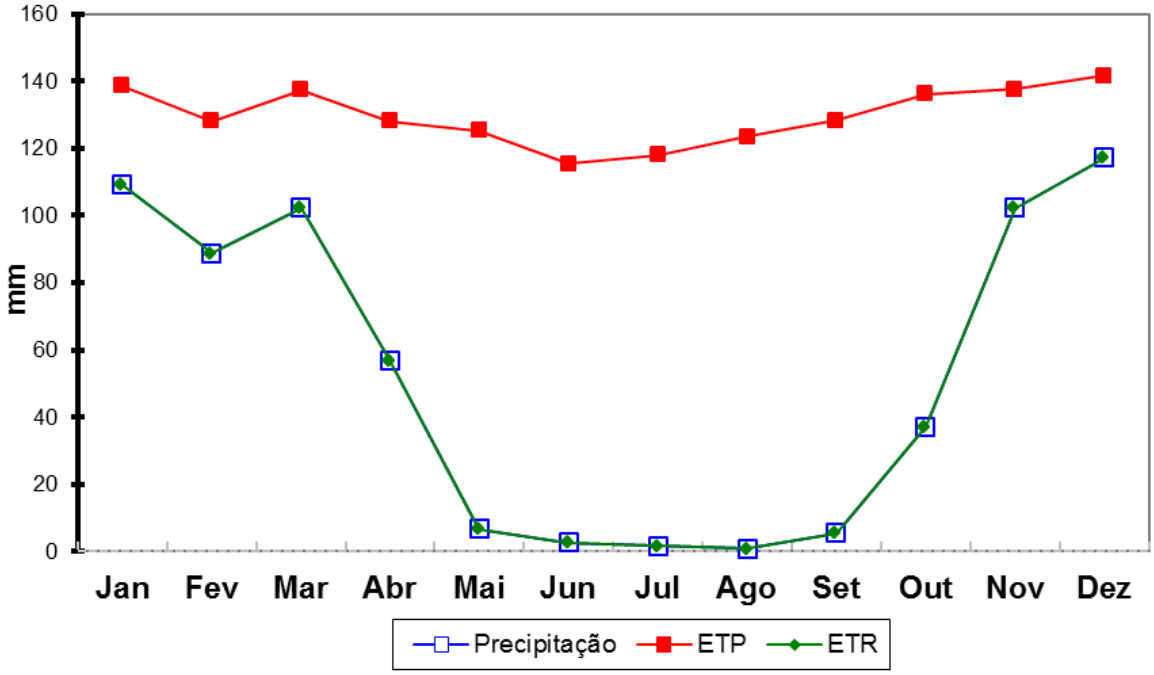
O regime termopluviométrico apresentado pela ZT é típico do semiárido. Cada porção de terras da ZT assume as características do (s) geossistema (s) em seu entorno, logo a distribuição das chuvas expressa localmente, o contexto pluviométrico regional. Assim, as terras mais próximas da região serrana apresentam valores pluviométricos maiores e diminuem à medida que as bordas da ZT se direcionam para o planalto cárstico de Irecê mais quente e seco.

No gráfico 20, podemos verificar que enquanto no verão as chuvas totalizam 328,6 mm, no inverno ocorre uma redução drástica para 5,4 mm. Em síntese, o trimestre mais chuvoso representa 52% dos 631,4 totais anuais, ao passo que o trimestre mais seco corresponde a 1% das chuvas. A discrepância sazonal é menos significativa no que tange a média das temperaturas mensais. No inverno a temperatura média é de 22,4°C com a mínima absoluta de 22°C em Julho e no verão a média é de 24,7°C embora a máxima absoluta de 25,2°C ocorra em Outubro.

Os locais de maior pluviosidade na ZT encontram-se nos terrenos ondulados do vale entre as terras altas do geossistema das Serras Mesotérmicas Florestadas da Chapada Diamantina e o geossistema da Caatinga Sobre a Serra do Uibaí. Concomitantemente, é a região onde as chuvas incidem com maior potencial erosivo. No município de Ibipeba, próximo ao povoado de Junco a erosivdidade pode alcançar 362 mm anuais. As demais ZT mostram uma erosividade abaixo de 300 mm anuais.

A espacialização da erosividade revela uma nítida conformidade com a distribuição das chuvas. De regra, a erosividade é mais elevada conforme a quantidade de chuvas referente

ao total anual aumenta, como pode ser averiguado nos pontos de descrição da paisagem a partir da tabela 23.



Fonte: Compilado e interpolado por Hijmans *et al*, 2005.

Gráfico 20. Balanço hídrico das Zonas de Transição entre os geossistemas segundo Thornthwaite 1948 (100mm).

Nas áreas onde alta erosividade, soma-se a um terreno ocupado pela agropecuária sobre Neossolos Litólicos Distróficos, a instabilidade ambiental tende a ser instalada. O avanço da fronteira agrícola ocupa 54,6% (898,1 km²) da ZT, e mostra-se agrupada em solos bem formados, maduros o suficiente para facilitar a mecanização agrícola e o enraizamento das plantas. Apesar de toda dificuldade imposta pelos solos jovens aos cultivos agrícolas, as lavouras recobrem os Neossolos com maior manto de intemperização.

Tabela 23. Relação entre os totais anuais de chuva e a erosividade entre três pontos de observação e descrição da paisagem *in loco*.

PONTOS DE DESCRIÇÃO	TOTAL DE CHUVAS ANUAIS (mm)	EROSIVIDADE ANUAL (mm)
25	527	288,5
13	675	326
24	717	346,4

Fonte: Pluviometria compilada e interpolada por Hijmans *et al*, 2005. Erosividade mensurada por Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

É possível que o maior empecilho natural à atividade agrícola seja o fator declividade, pois impõe limitações muito difíceis de serem ultrapassadas com a tecnologia, manejo e

práticas utilizadas pelos agricultores locais. Desconhecem-se propriedades que empreguem, por exemplo, técnicas como o terraceamento a fim de minimizar os efeitos da inclinação do terreno e reduzir a perda de solos.

A descontinuidade ecológica mostra-se mais abrupta justamente onde a declividade é mais acentuada, quando associadas a limites adjacentes de terras planas ou suavemente onduladas. O limite leste da serra do Uibaí é um exemplo. Nele podemos observar uma ZT mais estreita como reflexo da descontinuidade ecológica. Assim como o contato entre duas matrizes, esboçado pela Ecologia da Paisagem, onde uma é composta por uma cobertura vegetal pouco perturbada por ações humanas e a outra é caracterizada por atividades agropastoris extensivas.

A Zona de Transição entre o geossistema dos Remanescentes de Caatinga Sobre a Planície Megatérmica do Rio Verde e o geossistema da Agropecuária Sobre o Platô Cárstico de Irecê é marcada por mudanças sutis. Neste caso tanto a tipologia de solos, quanto as feições do modelado foram pouco expressivas na delimitação das unidades. De modo que o atributo mais relevante, explicito na estrutura da paisagem, são as mudanças no padrão da supressão vegetal e consequentemente a substituição da vegetação pelas lavouras. As propriedades da cobertura vegetal e suas caracteristicas expressas pelo EVI foram fundamentais na delimitação. Ao passo que o Maciço do Feijão se destaca pela continuidade de pequenas e médias propriedades rurais voltadas para a agropecuária, muitas vezes de incipiente produção, o baixo curso do rio Verde é distinguido por grandes propriedades cincunscrita em uma matriz de Caatinga Arbórea Arbustiva. Isto é, na primeira temos pequenos frave's imersos numa matriz com características agrícolas e no segundo grandes lavouras interrompidas por uma matriz vegetal.

Ainda assim, o mapeamento da cobertura vegetal revela que 45,1% (742,4 km²) da ZT são recobertas por cinco fitofisionomias, em maior grau para a Caatinga (tabela 24). A presença de fitofisionomias diferentes indica uma troca de material genético entre as populações existentes, possibilitando em condições favoráveis uma variabilidade genética maior entre populações e comunidades. Igualmente, o fluxo gênico pode favorecer a redução da variabilidade, pois muitos trechos de transição entre unidades englobam bordas de contato entre frave e uso.

Neste contexto, há uma alta probabilidade que a seleção de poucas plantas, através dos cultivos agrícolas (feijão, milho e mamona), facilite o avanço de plantas ruderais em direção aos fragmentos de vegetação, competindo com espécies locais. A competição por água, luz ou

Tabela 24. Distribuição espacial do uso e cobertura da terra em 2013 para as Zonas de Transição entre os geossistemas.

USO E COBERTURA	ÁREA	
	TERMOS ABSOLUTOS (km²)	TERMOS RELATIVOS (%)
Agropecuária	898,1	54,6
Caatinga Arbórea Arbustiva	674,7	41
Campo Rupestre	8	0,5
Cerrado	5	0,3
Floresta Estacional	10,1	0,6
Urbano	4,8	0,3
Vegetação com Influência Lacustre Fluvial	44,6	2,7

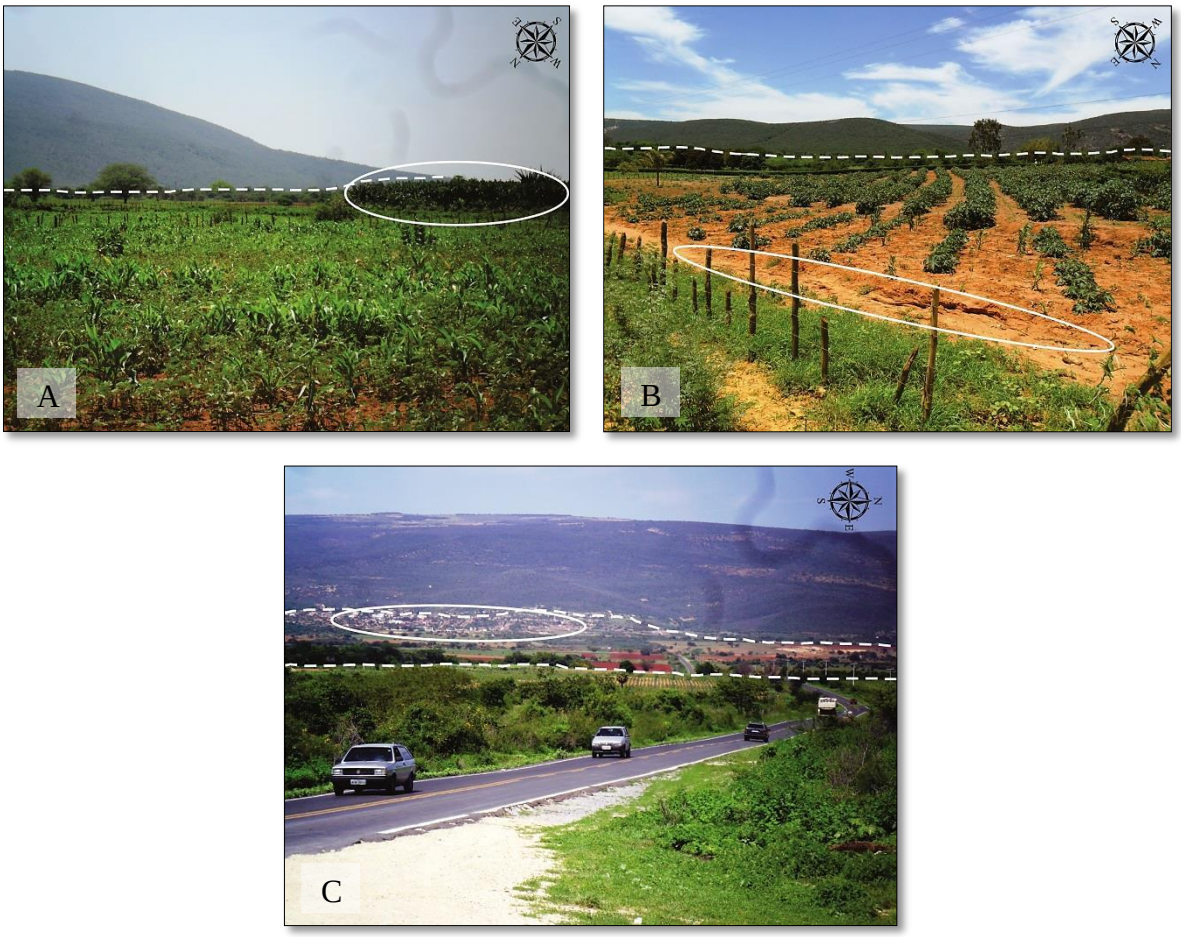
Fonte: Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

outros recursos e mesmo entre as espécies podem desencadear muitos resultados adversos para a diversidade genética desta interface como a diminuição da biomassa e a taxa de crescimento, assim como reduzir a capacidade de sobrevivência e reprodução dos indivíduos e/ou ecossistema. A interação competitiva mais comum observada durante o campo foi a da Algaroba, atrelada a áreas convertidas para uso agropastoril.

A proteção ao solo conferida pela vegetação é muito parca, onde a agricultura é inserida. Mesmo nas áreas exclusivamente voltadas para cultivos permanentes há o equivoco de que a extensa área foliar poderia amenizar o efeito *splash*, a exemplo de muitas plantações de banana (foto 35A). Em parte, realmente existe o efeito de interceptação da energia contida nas chuvas, entretanto só reduz a energia até o contato com o dossel da planta. Uma gota de chuva que cai de uma árvore não diminui sua velocidade de queda ao solo, pois a nova distância percorrida, da folha até o solo, é suficiente para atingir outra vez sua velocidade terminal. Com um agravante, a gota d'água se une a outras, aumentando seu tamanho e consequentemente a velocidade de queda, o que resulta em impactos mais agressivos ao atingir a superfície do solo. (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2012).

Bastam apenas alturas entre 7 a 8 metros para que a gota atinja novamente a velocidade terminal que foi interceptada inicialmente pelo dossel da planta. Nesta condição, o melhor é intercalar indivíduos arbóreos com outros de menor porte. Em campo, não encontramos incisões erosivas nas plantações de bananas porque os agricultores não limpam os restos culturais do terreno, permanecendo sobre o solo uma considerável camada de folhas e outros resíduos vegetais da própria planta. Este manejo, além de fornecer uma eficiente proteção ao solo em relação ao impacto da chuva, melhora a estrutura física dos horizontes e mune a planta de grande quantidade de nutrientes necessários ao seu crescimento.

No entanto, feições erosivas provocadas por fluxos concentrado foram identificadas em plantações de mamona. A perda de solo por incisões do tipo sulco são registrados em terrenos com declividades superiores a somente 2°, vinculados a manejos de cultivos que expõe o solo aos efeitos da erosividade (foto 35B). A disposição das plantas em fileiras acaba por construir canais favoráveis à passagem da água. Muitas vezes, a construção de estradas também fomenta uma barreira ao escoamento superficial, pelo qual tende a se acumular ao longo da via, provocando o entalhamento de sulcos ou ravinas.



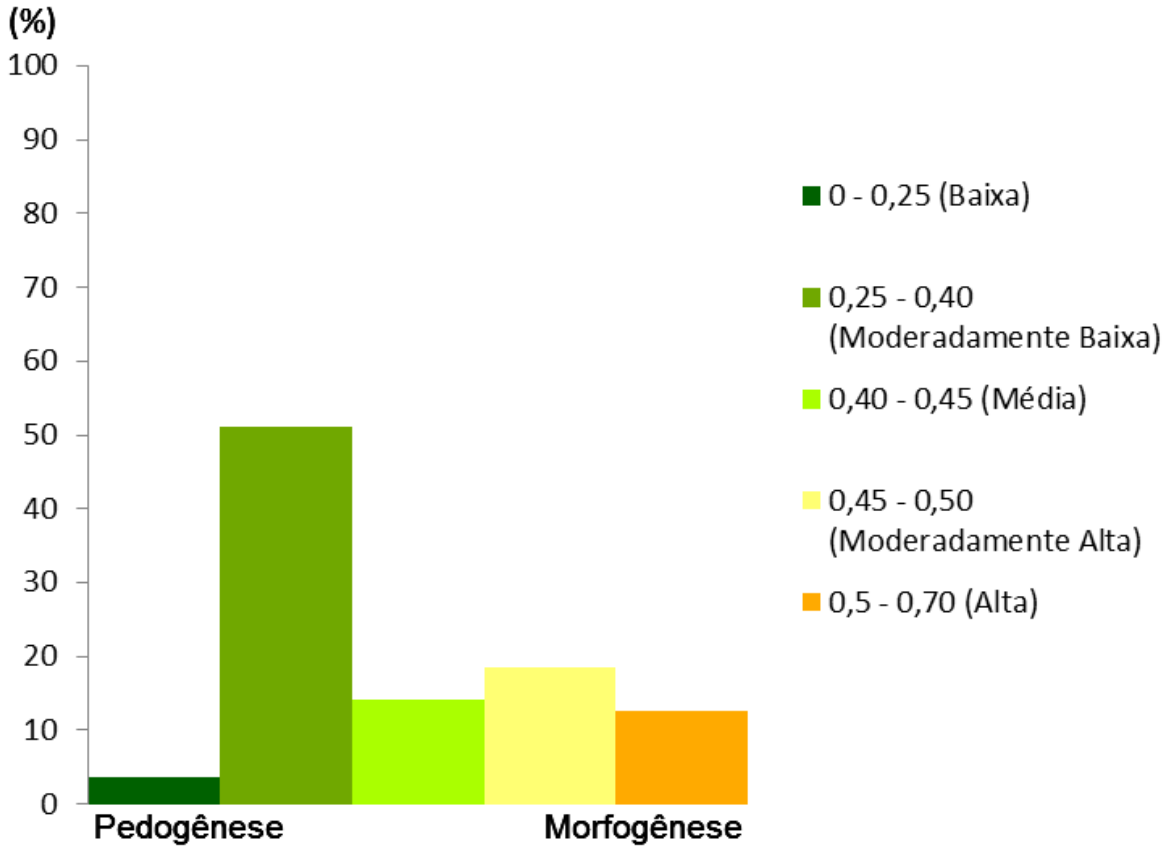
Fonte: Fotografias retiradas durante o trabalho de campo. Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Foto 35. Plantações de milho em primeiro plano na ZT, seguida por uma encosta do geossistema da Caatinga Sobre a Serra do Uibaí; em destaque um bananal (A). Sulcos e erosão laminar em terreno suavemente ondulado voltado para o cultivo da mamona e a serra do Uibaí no horizonte (B). No primeiro plano o mergulho do terreno no geossistema da Agropecuária Sobre o Platô Cárstico de Irecê, seguido da ZT ocupada por diferentes usos e a serra num partamar superior; em destaque a cidade de Uibaí (C).

Os vales entre serras distintas são profundamente aproveitados pela agropecuária que na maioria das vezes, se distribui até o sopé da serra. Nas proximidades geossistema da Caatinga Sobre a Serra do Uibaí as lavouras ocupam terras com severas limitações de solo e

declividade. Por sinal a ZT nessa região é igualmente marcada por uma mudança de patamar no modelado, entre o planalto cárstico de Irecê e a serra de Uibaí. Na foto 35C observamos compridas rampas num mergulho suave da declividade em direção a cidade de Uibaí e o sopé da serra. No topo é possível verificar algumas áreas desmatadas e no mapeamento do uso e cobertura da terra verificamos o estabelecimento de propriedades agropastoris adentrando a serra através dos vales de rios intermitentes e efêmeros, assim como as grandes dissecações do relevo.

O modelo do balanço morfogênese/pedogênese elucida que são justamente as áreas desmatadas, onde prevalece a ação morfodinâmica nas ZT, refletindo a dinâmica encontrada nos geossistemas. As classes referentes a instabilidade ambiental (moderadamente alta e alta) somam 31,2% (512,3 km²) das terras no interior da zona. Ainda que o modelo estabeleça matematicamente o predomínio da pedogênese com 54,7% (gráfico 21) representando as classes baixa e moderadamente baixa juntas, este dado deve ser relativizado.



Fonte: Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Gráfico 21. Balanço morfogênese/pedogênese para o geossistema da Vegetação Lacustre Fluvial Sobre Planície do Lago de Sobradinho.

O modelo evidencia o estado e a estrutura do sistema a partir da entrada de diferentes dados. As interações, conexões, relações entre os componentes devem ser interpretadas e esclarecidas pelo pesquisador. Diante disso, a Zona de Transição é uma interface, que por não apresentar um sentido geral da dinâmica nítido, também não manifesta de maneira clara se o comportamento é progressivo ou regressivo, isto é, tende para instabilidade ou estabilidade. Nesse caso, morfogênese e pedogênese dominam ao mesmo tempo a dinâmica da paisagem em face de áreas relativamente pequenas pelo formato, embora longo, mas estreito. As combinações geográficas sugerem um meio ecodinâmico de transição classificado como *intergrade*.

CONCLUSÃO

A presente análise empenhou-se em realizar um estudo de cunho integrado, rompendo com as amarras das pesquisas eminentemente setoriais. Por mais que os esforços concentrem-se na totalidade das manifestações expressas pela paisagem, reconhecem-se os limites, por ventura, do alcance estabelecido nas dimensões de um projeto de dissertação. Somente com a interdisciplinaridade, formada a partir de uma equipe multidisciplinar é possível uma integração satisfatório, no sentido de promover um melhor conhecimento dos sistemas ambientais. Por vezes, mesmo os estudos com este caráter pautam-se, exclusivamente, em levantamentos socioeconômicos e inventários biofísicos, desconexos com a intricada, complexa e diversa realidade.

De qualquer forma, estudos integrados mostram-se muito relevantes diante dos congêneres de pesquisas fracionadas ou compiladas através de diagnósticos disjuntos. A tendência na ciência é cada vez mais estimular as conexões entre elementos, numa lógica de apreender mais as relações tecidas no âmbito dos sistemas conhecidos, do que estimular unicamente novas descobertas sem situa-las precisamente no campo do conhecimento já existente.

A reflexão deste estudo aponta para a unidade da Geografia, no sentido de amenizar a dicotomia que afeta o seu conteúdo epistemológico numa divisão entre Geografia Humana e Geografia Física. A abordagem geossistêmica busca justamente ressaltar os elos nessa divisão, que é mais didática do que prática ou condizente com a eminência da produção do espaço. Enfatizar os elos em detrimento dos muros, se mostra um caminho acertado também no trato das questões ambientais, posto que a direção das mudanças é mais importante do que a velocidade das alterações.

Deste modo, houve uma preocupação na própria escolha dos autores que nortearam o arcabouço teórico-metodológico delineadores desta pesquisa. Privilegiamos autores consagrados pelo pensamento da integridade, sobretudo geógrafos, em consonância ademais com outros trabalhos empíricos ora quantitativos ora descritivos, igualmente importantes. Em resumo, defendemos uma Geografia de pretensões conjuntivas, como área de investigação científica que atravessa livremente o natural e o socioeconômico, estabelecendo as conexões nos fatos que revelam os arranjos espaciais expressos na paisagem.

Era preciso situar o estado atual da paisagem como um processo histórico de apropriação da natureza e produção do espaço, intermediado pelo trabalho e utilizando-se de técnicas das mais variadas possíveis. A escolha recaiu numa periodização que esboçou a

materialidade das atividades humanas através do uso das terras e o processo de ocupação do sertão baiano. A periodização mostrou-se uma tarefa ousada, haja vista, as diversidades próprias da área em estudo ser, por vezes, assíncronas e sobrepostas no tempo e no espaço. Os quatro períodos identificados, carecem de maior aprofundamento sobre os mecanismos que revelam o movimento do todo ao longo do tempo. Entretanto, a proposta é endossada na descontinuidade do sistema de eventos, esclarecida por alguns autores que abordaram a região de Irecê. Mas também pela área de estudo inserir-se numa lógica de outros espaços, que demonstraram semelhantes (des) continuidades no movimento de caraterísticas interagindo para formarem uma organização durante determinado intervalo de tempo.

Considerando-se a partir da ocupação colonial, constatamos que a lógica de povoamento inicial é engendrada por um projeto de interiorização do sistema produtivo, outrora voltado exclusivamente para o sistema de *plantation* da cana-de-açúcar e do fumo no litoral baiano. A interiorização era marcada pelo avanço da pecuária, formando inúmeras fazendas de gado pelo caminho, e posteriormente pela descoberta de ouro e diamante nas serras da Chapada Diamantina. Nesse momento do tempo, a história da região de Irecê assemelha-se ao restante do semiárido. São tempos difíceis, movidos pela sobrevivência e caracterizados pelos imensos latifúndios, técnicas rudimentares e ocupação rarefeita.

Contribuíram para o povoamento do que chamamos de Maciço do Feijão (planalto cárstico), tanto elementos naturais como a oferta de água superficial em cacimbas e áreas brejosas, secas (impulsionando movimentos migratórios), solos férteis, bem como elementos socioeconômicos a exemplo da expropriação dos meios de produção, estrutura fundiária, liberação de mão-de-obra da mineração entre outros. Enfatizar um elemento em detrimento de outro lança uma cortina de fumaça sobre a dialética da sociedade com a natureza, além de apontar mais uma vez para a dicotomia epistemológica da Geografia.

As mudanças, em meados do século XIX, despontavam novas possibilidades com as transformações na economia regional. A agricultura tradicional baseada no trabalho familiar torna-se o carro chefe da economia. De fato o que verificamos é uma incipiente mudança nas bases produtivas engendradas pelo avanço e reprodução ampliada do capital. Aos poucos o capital se territorializou de maneira inexorável para a vida da população. A velocidade das mudanças são mais sutis entre os anos 40 e final da década seguinte. Mas a partir dos 60 constatam-se rigorosas transformações de toda ordem. Talvez a mais decisiva, pensando numa população eminentemente rural, seja o avanço das inovações no campo com a implantação de um modelo de desenvolvimento sob a égide de agentes externos a região.

O modelo de desenvolvimento local baseado na Revolução Verde aliou-se aos interesses do governo federal para modernizar o campo e aumentar a composição técnica na agricultura. Estas mudanças como eram esperadas, alterou a propriedade da terra, aumentando cada vez mais a necessidade de capital na agricultura. Uma das formas de manifestação e dependência do capital ocorre através das técnicas e na região de Irecê, traduziram-se no aumento substancial de tratores, arados e produtos fitossanitários. Subsidiado não somente pelo Estado, mas também em esferas mundiais pelas corporações multinacionais. O Estado moderno como poder político exercido sobre um território e uma população, legitimou o interesse de uma elite hegemônica.

A região torna-se em pouco tempo uma grande produtora nacional de grãos, entre eles cabe o destaque para o cultivo do feijão. Agricultores familiares se veem agora submetidos à lógica do capital e sua produção outrora diversa e direcionada para a subsistência, torna-se uma monocultura com fins mercadológicos. A modernização agrícola aliada aos subsídios creditícios foram as principais políticas estatais que financiaram o modelo de desenvolvimento local durante o apogeu da produção agrícola na região de Irecê. Os muitos trabalhadores rurais que não foram contemplados pelas mudanças na base produtiva, abandonaram suas terras e migram para as cidades vizinhas. No presente, essa conjuntura se revela na numerosa quantidade de habitantes que dependem dos programas federais de transferência de renda. Somente em 2013, o CadÚnico beneficiou 73,8% da população regional em estudo. São basicamente os filhos e netos, dos agricultores expropriados dos meios de produção durante a década de 70 e 80 majoritariamente.

Alguns rebatimentos desta lógica nos sistemas ambientais se mostraram de imediato. Por exemplo, a supressão da cobertura vegetal, a fragmentação e isolamento dos remanescentes de vegetação, a compactação do solo, o aumento indiscriminado de poços artesianos, a superexploração das águas subterrâneas. Nos tempos atuais, o encadeamento dos sistemas ambientais, promovidos por estas mudanças, conduziram os geossistemas a estados diferentes de estabilidade ambiental.

Os alicerces naturais para a produção agrícola, em poucos anos já se manifestavam desfavoráveis através da redução da produtividade. Soma-se a este fato, novas políticas estatais mais rígidas à concessão de crédito, redução drástica dos investimentos na promoção da capacitação agrícola e o surgimento de novos espaços produtivos com iguais atividades econômicas, estimulando a concorrência entre territórios. Neste cenário, ainda no final dos anos 80, verificamos mais uma vez a fluidez dos interesses capitalistas, sempre em busca de

atividades e territórios mais rentáveis. Os problemas de cunho ambiental na região são, antes de tudo sociais, decorrentes de um sistema que não reconheceu o homem, enquanto sujeito de sua história. Constatamos assim como valor de troca sobrepujaram os valores de uso.

Ademais, a ocupação dantes rarefeita e dispersa, agora se mostra concentrada no Maciço do Feijão, cuja densidade demográfica é muito superior às demais terras da região, mas em contrapartida ainda muito inferior às taxas de outros territórios. Irecê é o grande centro polarizador da economia regional e isto é evidente no mapeamento do uso. As terras circunvizinhas ao município de Irecê são majoritariamente destinadas aos cultivos agrícolas do trinconsórcio feijão, milho e mamona. A análise multitemporal do uso e cobertura se mostrou uma técnica acertada, à medida que possibilitou a comparação qualiquantitativa das terras produtivas, entre o tempo presente, representado pelo ano de 2013, e o passado no ano de 1975, década chave nas transformações na paisagem rural.

Os mapeamentos revelaram ainda que o grande fator limitante à expansão da fronteira agrícola é especialmente a declividade, seguido pela maturidade do solo. Entre outros motivos, isto explica o fato das lavouras terem avançado categoricamente mais em direção ao vale do rio Verde e norte do município de Itaguaçu da Bahia, onde os terrenos são mais planos e os solos mais desenvolvidos, do que no sentido das serras da Chapada diamantina, em que pesa uma declividade acentuada e solos com uma profundidade efetiva menor, além da elevada pedregosidade, o que prejudica o enraizamento das plantas.

Os trabalhos de campo conjugado com a leitura dos dados armazenados e processados em ambiente SIG, suscitaram a delimitação de cinco unidades geossistêmicas e as zonas de transição. Não se trata de uma delimitação baseada unicamente na sobreposição dos dados, a fim de extrair uma média entre os seus limites ou a tomada de uma variável tida como a mais importante para encabeçar os limites funcionais. Tanto a identificação quanto a delimitação estão assentados no campo do conhecimento sobre a paisagem, respaldados pelos dados. Logo, as combinações geográficas entre os elementos da paisagem (vegetação, solo, revelo...) ao produzirem uma solidariedade espacial comandado por uma mesma evolução, formam unidades fisionômicas particulares. Estas são as unidades geossistêmicas. Por meio delas conduzimos a análise do balanço morfogênese/pedogênese não para quantificar a taxa de perda de solo exclusivamente, mas para avaliar estabilidade ambiental e os níveis de comprometimento de cada unidade, assim como preconiza a morfodinâmica e a classificação ecodinâmica.

O principal fator limitante da ação morfogenética é a cobertura vegetal. Nesse quesito o **Geossistema das Serras Mesotérmicas Florestadas da Chapada Diamantina (G I)** é bastante contemplado, tendo em vista uma cobertura que representa 89,1% da unidade. Embora seja o geossistema de ocupação mais antiga, isto não se reflete numa elevada taxa de terras voltadas para a agropecuária. Pelo contrário, caracteriza-se por uma grande diversidade de plantas, inclusive algumas endêmicas. Foi classificada como um meio *Estável*, haja vista a modelagem *fuzzy* indicar 85,4% das suas terras nas categorias de baixa e moderadamente baixa vulnerabilidade à morfogênese. São áreas cuja vegetação em diferentes estratos garante uma enérgica proteção contra os efeitos da erosividade, ao interceptar o impacto das gotas de chuvas e a ação categórica do *splash*.

As fitofisionomias mapeadas ainda reduzem a formação de enxurradas, em razão da elevada ação biológica aumentar significativamente a estabilidade dos agregados do solo, facilitando a infiltração, que por sua vez proporcionam uma erodibilidade muito baixa dos horizontes iniciais. O rigor das torrenciais chuvas de verão podem ter uma acentuada erosividade, mas não se traduz em processos erosivos nas áreas com densa vegetação. No geral, as áreas com forte morfogênese estão associadas às maiores altitudes da região, onde a erosividade incide em Campos Rupestres e Cerrados, assentados sobre Neossolos Litólicos. Um contexto de características específicas que denotam alta morfogênese. Mas também é comum encontrar cultivos realizados morro a baixo em muitas propriedades nesta unidade, o que potencializa a ação erosiva ao facilitar o escoamento superficial, através de sucos formados entre as fileiras do plantio. Por isso recomenda-se o manejo transversal. A densidade e a grande extensão da cobertura vegetal compensam outros fatores promotores da morfogênese, como a maior declividade e amplitude altimétrica, bem como os Neossolos Litólicos e as chuvas enérgicas chuvas concentradas em poucos dias do ano. Trata-se de um geossistema com grande potencialidade turística e de lazer, mas de parca rede hoteleira e vias de rodagem.

O **geossistema da Vegetação Lacustre Fluvial Sobre Planicíe do Lago de Sobradinho (G II)** apresenta uma heterogeneidade paisagística menor, em resposta a sua pequena extensão territorial. Distante do centro polarizador da economia, este geossistema não possui uma ocupação expressiva, como mostra seu povoamento igualmente modesto. Apenas 6,7% das suas terras são voltadas para a agricultura de subsitência predominantemente, e em menor grau, para uma agricultura irrigada que se beneficia da água oriunda do rio Verde, muitos sem outorga para retirada dela. Por sinal, a dinâmica da

paisagem é fortemente comandada por este rio. A Vegetação com Influência Lacustre Fluvial ocupa 89,5% da unidade é formada por muitas espécies higrófitas. Entre elas estão a Carnáuba, palmeira que compõem as veredas e revelam áreas de maior umidade da paisagem, pois estão próximas a locais onde o lençol freático está perto da superficie, assim como é possível encontra-lás nas imediações das margens do rio Verde.

Certamente pode ser considerado um meio *Estável*, uma vez que a modelagem quantificou 99,4% das terras nas classes baixa e moderadamente baixa vulnerabilidade à morfogênese. Apesar de ser uma unidade com uma erosividade um pouco acima da média para a região de Irecê, outros fatores atenuam a energia cinética das chuvas como a média erodibilidade das propriedades físicas dos Latossolos Vermelho-Amarelo distrófico e Argissolos Vermelho-Amarelo eutrófico, as baixíssimas declividades inferiores a 2°, pequena amplitude altimétrica e a pouca supressão vegetal. Ainda que ocorra algum processo erosivo, o relevo plano dificulta o transporte das poucas partículas desprendidas para áreas mais distantes, da mesma forma como a água das chuvas encontram dificuldades para escoar formando poças. Os solos ficam encharcados entre novembro e março, inviabilizando muitas vezes o acesso através das poucas estradas existentes, nenhuma é asfaltada. O quadrante sul mostra ser o vetor de expansão da fronteira agrícola que permeia o curso do rio Verde.

O **geossistema da Agropecuária Sobre o Platô Cárstico de Irecê (G III)** é a maior das unidades ocupando 55,7% da área em estudo. Sua centralidade não é apenas espacial, mas também econômica, pois é o espaço preferencial dos maiores aglomerados urbanos da região e das atividades econômicas mais rentáveis financeiramente. No entanto, é a unidade que registra os menores totais pluviométricos anuais com apenas 589,8 mm em média, concentrados quase absolutamente no trimestre chuvoso, coincidente com o verão. Ademais, o calendário agrícola é regulado por este regime de chuvas, logo, quando as precipitações pluviométricas torrenciais chegam por volta de outubro ou novembro, o solo encontra-se desprotegido, exposto às intempéries climáticas ano após ano. A enérgica erosividade atua de modo implacável, pois 78,8% das terras deste geossistema são destinadas para a agropecuária. As áreas produtivas rurais mostram uma grande conformidade com os limites dos Cambissolos e Latossolos, declividades inferiores a 6° e o sistema hidrogeológico cárstico.

Posto que, somadas às classes moderadamente alta e alta ocupam 56,8% da unidade, este foi classificado como o único meio *Instável*. A morfogênese é agravada pela intensa conversão da vegetação em lavouras, movidas por tratos culturais não condizentes com os sistemas ambientais em que se encontram. Dado o pequeno manto de intemperização dos

solos predominantes, os Cambissolos, a infiltração rapidamente atinge o limite de saturação dos horizontes, formando em seguida o escoamento superficial. Por outro lado, o embasamento geológico de rochas calcárias friáveis, não elimina, mas ameniza este processo. Verificamos o desenvolvimento de selamentos na superfície de solos úmidos, por conta da consolidação de uma crosta, como produto do impacto das gotas de chuvas diretamente no solo desnudo. Essa estrutura coesa aumenta a velocidade do fluxo superficial ao restringir a infiltração da água, impulsionando a morfogênese.

No que tange a análise temporal, durante os meses secos averiguamos uma morfogênese comandada não mais pela pluviometria, mas pela ação eólica e principalmente, em consequência dos sistemas de irrigação. Estes dois fatores conjugados arrasam as camadas mais férteis e produtivas para a agricultura, uma vez que erodem e transportam as menores frações granulométricas do solo, tornando-o mais arenoso. Além de carrearem os húmus, os fertilizantes e outros nutrientes essenciais para as plantas. As mais variadas feições erosivas foram encontradas durante o campo a exemplo de erosão em forma de dutos e sulcos. Entretanto, a erosão mais preocupante é laminar, visto que é praticamente imperceptível aos olhares não instrumentalizados. Para conter os processos erosivos nas lavouras, sugerimos a permanência de restos culturais sobre o terreno e a adoção de um sistema de plantio, onde as plantas menos tolerantes a perda de solo são plantadas juntamente com plantas mais resistentes, assim esta última interfere positivamente na tolerância à erosão da primeira.

A constituição geológica mais coesa e resistente (arenitos e rocha pelítica) aos agentes intempéricos do **geossistema da Caatinga Sobre a Serra do Uibaí (G IV)** promoveu, por meio da erosão diferencial a separação desta unidade em relação a sua congênere, o G I. Desta maneira, seus limites assemelham-se ao formato do relevo, muito nítido e bem circunscrito na paisagem. É classificado como um meio *Estável*, uma vez que as classes baixa e moderadamente baixa respondem por 67,5% da unidade. Contudo, Ter uma área onde predominam a pedogênese não significa necessariamente que seja apropriada para a agricultura, é preciso observar a existência dos fatores limitantes, os quais podem ser de diversas ordens. E neste geossistema existem vários a exemplo do terreno declivoso, solos pedregosos e com pequeno manto de intemperização, grande insolação, ventos constantes etc. Se por um lado estes fatores não se caracterizem como causadores de instabilidade ambiental na maior parte da unidade, pois há uma extensa (97,4%) e densa cobertura vegetal, por outro, se configuram como obstáculos ao desenvolvimento da agricultura, quando a vegetação é suprimida. Por isso as poucas áreas de ação da morfogênese estão relacionadas ou com locais

recobertos por abertos Campos Rupestres ou por lavouras cujos tratos culturais são inadequados para o ambiente.

Para esta unidade as propriedades agrícolas devem priorizar o plantio em nível e em faixas, uso de terraços e de cordões vegetais para conter os processos erosivos que ocorrem quando se retiram a vegetação primária. Acrescenta-se a este contexto, a falta de programas de capacitação e qualificação técnica para satisfazerem as necessidades de produção dos trabalhadores rurais, composta por uma população bastante carente que necessita dos programas de transferência de renda para sua sobrevivência. A baixa renda dos moradores, muitos são miseráveis, explica-se, entre outros elementos, por estas terras não estarem integradas ao circuito produtivo do Maciço do Feijão.

O **geossistema dos Remanescentes de Caatinga Sobre a Planície Megatérmica do Rio Verde (G V)** revela uma estrutura fundiária consideravelmente maior do que as demais terras da região. Um reflexo histórico dos antigos latifúndios ainda pouco desmembrados, ao contrário do ocorrido com o G III. A unidade exibe um povoamento rarefeito, condizente com a inexistência de sedes municipais dentro dos seus limites, apenas pequenos povoados. Todos com notórias necessidades em estradas adequadas, destinação final do lixo, melhoria na qualidade do abastecimento de água via rede geral e a criação do sistema de esgoto.

A modelagem espacial mostrou que a classe baixa e moderadamente baixa somam 70,5% da unidade, ou seja, classifica-se como um meio *Estável*. O fator mais relevante para a estabilidade ambiental é a presença de uma extensa matriz de Caatinga Arbórea Arbustiva (69,3%), capaz de fomentar a recuperação natural de pequenas propriedades no seu interior, que por ventura, possam apresentar predomínio da morfogênese. Desde que, se tenha cessado o principal derivador da paisagem, neste caso, o desmatamento. A erosividade é ineficaz diante de uma declividade média de 0,8° apenas, ou de uma amplitude altimétrica 93m somente. Acrescenta-se o fato da intensidade da chuva ter seus impactos reduzidos diante da estrutura multiestratificada da vegetação, onde a serrapilheira em diferentes estágios de decomposição contribui também para aumentar a resistência do solo ao desprendimento das partículas.

Nestas condições, poucas feições erosivas podem ser observadas, exceto nas lavouras e nas margens do rio Verde, em decorrência da retirada da vegetação ripária. Contudo a unidade tem sofrido bastante outro problema, o avanço das plantas invasoras, e a mais explícita é a Algaroba. Malgrado seus usos múltiplos pela população sertaneja, é necessário, contudo, um plano de manejo específico para esta planta, bem como um monitoramento

permanente das suas populações. Caso contrário, a Algaroba pode diminuir a biodiversidade das fitofisionomias e reduzir a disponibilidade hídrica, desencadeando um desequilíbrio ambiental.

Reconhecemos assim, que os elementos biofísicos da paisagem aliada com o uso e o processo de ocupação das terras, orquestram diferentes combinações para o balanço morfogênese/pedogênese. De tal forma, que as manifestações espaciais condicionadas e condicionantes, destas combinações geográficas, mostram-se através do tempo e do espaço. E ainda no interior de cada geossistema, as distintas paisagens que o compõem, são capazes de emanarem novos arranjos e muitos processos, por vezes desconhecidos frente ao conjunto de instrumentalização teórica e técnica do observador.

Assim sendo, não existem fórmulas a serem aplicadas para paisagens diferentes, ou extrapoladas para outras realidades. O que existem são caminhos mais ou menos acertados diante de algumas condições previamente conhecidas. Mas todos os caminhos necessitam de uma abordagem integradora, que unifique o heterogêneo conhecimento setorial. Nessa exigência, a abordagem geossistêmica mostra-se promissora, uma vez que revelou ser eficiente diante dos objetivos e problemas propostos para este projeto.

REFERÊNCIAS

Se consegui ver mais longe, foi por estar de pé sobre ombros de gigantes. (carta de Isaac Newton a Robert Hooke de 15 Fevereiro de 1676)

AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas.** São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

_____. Sertões e Sertanejos: **Uma Geografia Humana Sofrida. Em Dossiê Nordeste Seco.** Revista do Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, volume 13, nº 36 – Maio/Agosto, 1999.

ALVAREZ, Maria E. B. **Organização, Sistemas e Métodos**. São Paulo: McGraw Hill, 1990.

ANDRADE, L. A. D.; FABRICANTE, J. R.; ALVES, A. D. S. **Algaroba (Prosopis juliflora (Sw) DC.): impactos sobre a fitodiversidade e estratégias de colonização em área invadida na Paraíba.** Natureza e Conservação, v. 6, n.1, 2008.

ARTIGAS, M. **Filosofia da natureza**. São Paulo: Instituto Brasileiro de Filosofia e Ciência "Raimundo Lulio" (Ramon Llull), 2005.

BAHIA. Companhia Baiana de Pesquisa Mineral (CBPM). **Cobertura Aerofotogamétrica do Projeto Correntina/Remanso/Rio São Francisco**. Escala das fotos 1: 25.000. Salvador: CBPM. 1953.

_____. Companhia Baiana de Pesquisa Mineral (CBPM). **Projeto Avaliação de Potencialidades Minerais de Municípios da Região Econômica 11 – Irecê, escala 1:500.000**. Salvador: CBPM. 2007 – CD-ROM.

_____. Companhia de Desenvolvimento e Ação Regional (CAR). **Perfil Regional: Irecê; Programa de Desenvolvimento Regional Sustentável – PDRS.** Salvador: CAR, 2002.

_____. Fundação Centro de Projetos e Estudos (CPE). **Irecê: um "subsistema urbano" em formação.** Salvador: CPE, 1994.

_____. Fundação Centro de Projetos e Estudos (CPE). **A compatibilização dos usos do solo e a qualidade ambiental na região central da Bahia.** Série Recursos Naturais 5. Secretaria de Planejamento, Ciência e Tecnologia, Centro de Planejamento e Estudos. Salvador: CPE, 1981.

_____. Secretaria do Planejamento, Ciência e Tecnologia da Bahia (SEPLANTEC). **Qualidade ambiental na Bahia: Recôncavo e regiões limítrofes**. Salvador: CEI, 1987. 48 p.

_____. Superintendência dos Recursos Hídricos (SRH). **Plano Diretor de Recursos Hídricos. Bacias dos Rios Verde e Jacaré. Margem Direita do Lago de Sobradinho**, 1995. 119 p.

_____. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SEI). **Mudanças sociodemográficas recentes: Região de Irecê.** Salvador: SEI, 2000.

_____. Superintendência de Recursos Hídricos (SRH). **SIG-Bahia**, 2002 – CD-ROM.

_____. Superintendência de Recursos Hídricos (SRH). **Base de dados de poços artesianos**, 2009.

BARBOSA, D. V. N. **Impactos da seca de 1993 no semi-árido baiano: o caso de Irecê**. Salvador: SEI, 2000. 98 p.

BATISTA DE OLIVEIRA, L. F,; SOARES, S. S. D. **O impacto do programa bolsa família sobre a repetência: Resultados a partir do cadastro único, projeto frequência e censo escolar.** Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Nº. 1814. 2013.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 8ª ed. São Paulo: Ícone, 2012. 355p.

BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia Física Global: Esboço metodológico**. Caderno de Ciências da Terra, 13. Inst. de Geografia-USP. São Paulo. 1971.

BERTRAND, G.; BERTRAND, C. **Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades**. Maringá: Massoni, 2009.

BERUTCHACHVILI, N.; PANAREDA, J. M. A. **A tendência atual da ciência paisagem na União Soviética: o estudo da estação Martkopi geosystems (Geórgia).** Journal of Geography. Nº 11, Espanha. Pg 23-35, 1977

BORGES, E. F.; SILVA, A. de B. **Técnicas de segmentação de imagens e classificação por região: mapeamento da cobertura vegetal e uso do solo, Mucugê-BA**. Volume 8, número 17, set./dez. 2009.

BRASIL. Agência Nacional de Águas (ANA). **Projeto de gerenciamento integrado das atividades desenvolvidas em terra na Bacia do São Francisco: Subprojeto 1.5 Impacto da agricultura nos recursos hídricos subterrâneos da bacia do rio Verde/Jacaré-BA**. Resumo Executivo do Relatório Final ANA/GEF/PNUMA/OEA. UFBA: Salvador, 2003. 54p. Coordenador técnico: Heraldo Peixoto da Silva.

_____. Agência Nacional de Águas (ANA). **Base de dados georreferenciadas**. Disponível em http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual Acessado em: 07, dez 2013.

_____. CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Cadastro Único para Programas Sociais (CadÚnico)**. Brasília. 2013. Disponível em: < http://www.mds.gov.br/ >. Acesso em: 12 out 2013.

_____. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). **SIG-Bahia**, 2001 – CD-ROM.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censo Agropecuário 2006.** Rio de Janeiro: IBGE, 2006. Disponível em: < www.ibge.gov.br >. Acesso em: 28 jun 2013.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censo Demográfico.** Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: < www.sidra.ibge.gov.br >. Acesso em: 08 out 2013.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Limites administrativos.** Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: < www.ibge.gov.br>. Acesso em: 02 fev 2013.

_____. Instituto de Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Manual técnico de uso da terra.** Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

_____. Instituto de Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Produção Agrícola Municipal.** Rio de Janeiro: IBGE, 1990. Disponível em: < www.sidra.ibge.gov.br >. Acesso em: 14 jan 2014.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Produção Agrícola Municipal.** Rio de Janeiro: IBGE, 2000. Disponível em: < www.sidra.ibge.gov.br >. Acesso em: 14 jan 2014.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Produção Agrícola Municipal.** Rio de Janeiro: IBGE, 2008. Disponível em: < www.sidra.ibge.gov.br >. Acesso em: 14 jan 2014.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Produção Agrícola Municipal.** Rio de Janeiro: IBGE, 2009. Disponível em: < www.sidra.ibge.gov.br >. Acesso em: 14 jan 2014.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Produção Agrícola Municipal.** Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: < www.sidra.ibge.gov.br >. Acesso em: 14 jan 2014.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Produção Agrícola Municipal.** Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: < www.sidra.ibge.gov.br >. Acesso em: 14 jan 2014.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Produção Agrícola Municipal.** Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: < www.sidra.ibge.gov.br >. Acesso em: 14 jan 2014.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Sinopse preliminar do censo agropecuário: 1960.** Rio de Janeiro: IBGE, 1960. Disponível em: < http://biblioteca.ibge.gov.br/d_detalhes.php?id=7322>. Acesso em: 14 jan 2014.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Sinopse preliminar do censo agropecuário: 1970.** Rio de Janeiro: IBGE, 1970. Disponível em: < http://biblioteca.ibge.gov.br/d_detalhes.php?id=7319>. Acesso em: 14 jan 2014.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Sinopse preliminar do censo agropecuário: 1980.** Rio de Janeiro: IBGE, 1980. Disponível em: < http://biblioteca.ibge.gov.br/d_detalhes.php?id=7321>. Acesso em: 14 jan 2014.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Tipos e aspectos do Brasil.** Conselho Nacional de Geografia, 8ª edição. Rio de Janeiro: IBGE, 1956. Disponível em: < https://archive.org/details/aspectos1956br >. Acesso em: 21 fev 2014.

_____. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **SPRING: Tutorial de Geoprocessamento.** São José dos Campos: INPE, 2006. Disponível em: < http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/index.html >. Acesso em: 17 set 2010.

CAILLEUX, A.; TRICART, J. **Le problème de la classification des faits géographiques**. Annales de Géographie, LXV: 162-186. 1956.

CAPRA, F. **O ponto de mutação.** São Paulo: Cultrix, 2012.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.; PALMEIRA, A. **Intensidade pluviométrica: uma maneira de tratar dados pluviométricos para análise da vulnerabilidade de paisagens à perda de solo.** São José dos Campos: Inpe, 30 p. 2004.

CASSETI, V. **Geomorfologia**. [S.l.]: [2005]. Disponível em: <http://www.funape.org.br/geomorfologia/>. Acesso em: 10/11/2013

CUNHA, T. B. **Análise integrada de salubridade ambiental e condições de moradia: aplicação no município de Itaguaçu da Bahia**. João Pessoa: UFPB, 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) – Universidade Federal da Paraíba.

_____. **Conflitos Pelo Uso da Água Envolvendo a Barragem Manoel Novais (Mirorós). O Caso dos Irrigantes no Município de Itaguaçu Da Bahia.** João Pessoa: UFPB, 2009. 157p. Monografia (Graduação em Geografia) Centro de Ciências Exatas e da Natureza – Universidade Federal da Paraíba.

DARWIN, C. **Origem das espécies.** Tradução Eugênio Amado – Belo Horizonte. Editora Itatiaia. 2002.

DESCARTES, R. **Discurso do método**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2011.

DUARTE, A. C. **Irecê: uma área agrícola "insulada" no sertão baiano.** Separata da Revista Brasileira de Geografia, v.25, n°4, p. 41-62, 1963.

ERHART, H. **Biostasie et rhexistasie: esquisse d'une théorie sur le rôle de pedogenése em tant que phénomèse géologique**. C. R. Séanc. Acad. Sci. v. 241, p. 1218-20, 1955.

ESPIG, S. A., SOARES, J. V.; SANTOS, J. R. dos. **Variações sazonais do EVI e NDVI em áreas do semi-árido brasileiro**. In: VIII Seminário em Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Engenharia Florestal, 2008. Curitiba. Anais do VIII Seminário em Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Engenharia Florestal, v. único. p. 219-226. 2008.

FERREIRA, V. O. **A abordagem da paisagem no âmbito dos estudos ambientais integrados**. Geotextos (Salvador), v. 6, p. 187-208, 2010.

FERRO, A. R.; KASSOUF, A. L. **Avaliação do impacto do Programa Bolsa-Escola sobre o trabalho infantil no Brasil.** Pesquisa e Planejamento Econômico, v. 35, n. 3, p. 417-444, 2005.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 160 p.

GRAZIANO NETO, F. **A questão agrária e ecologia: crítica da moderna agricultura**. São Paulo: Brasiliense,1982.

HIJMANS, R. J. et al. **Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas**. International Journal of Climatology 25: 1965-78. 2005.

JAPIASSU, H. **Interdisciplinaridade e Patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

JENSEN, J.R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 604 p.

JESUS, E. F. R et al. **Caracterização geográfica e aspectos geológicos da Chapada Diamantina – Bahia**. Geonordeste, Ano II, nº 1, p. 46-58, 1985.

LACOSTE, Y. **Objetos Geográficos**. Seleção de Textos, São Paulo, n. 18, p. 1-15, maio. 1988.

Landsat 8. Disponível para baixar em: <http://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 19 jul 2013.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. Tradução: Prado, C. H. B. A. São Carlos: Rima, 2006.

LEAL R. I.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. da. **Ecologia e conservação da caatinga.** Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003. 822 p.

LEFEBVRE, H. **Espaço e política**. Belo Horizonte: Ed. da UFMG. 2008, 192 p.

LEFF, E. **Epistemologia Ambiental**. 5ª ed. São Paulo: Cortez. 2010

LEPSCH, I. F. **19 lições de pedologia**. São Paulo: Oficina de textos, 2011. , 456p.

_____. **Formação e conservação dos solos**. 2ª ed. São Paulo: Oficina de textos, 2010.

LIMA, P. C. F.; RIBEIRO, M. **Projeto da Embrapa vai definir manejo para evitar invasão da algaroba no ambiente semiárido**. Disponível em: < http://www.cpatsa.embrapa.br >. Acesso em: 18 fev 2014.

LINS, C.; PHILLIPS, R. **Perfil Tecnológico dos Pequenos Agricultores e Fatores que Afetam a Adoção de Tecnologias – Região do PDRI-Irecê**. Salvador: EMATER-BA. CAR. 1985.

LOBÃO, J. S. B. **Análise socioambiental no município de Morro do Chapéu-BA: baseada em geotecnologias.** Salvador: UFBA. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, 2006.

LOBÃO, J. S. B.; SILVA, B. C. N. **Análise socioambiental na região Semiárida da Bahia: geoprocessamento como subsídio ao ordenamento territorial**. Feira de Santana: UEFS Editora, 2013. 354 p.

MACÊDO, L. R. de L. **Dinâmica Socioprodutiva de Territórios Susceptíveis à Desertificação no Estado da Bahia: o caso de Irecê.** Feira de Santana: UEFS. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Programa de Pós-Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente, Universidade Estadual de Feira de Santana, 2010.

MELO, D. R. de. **Geossistemas: Sistemas Territoriais Naturais**. In: VII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada e I Fórum Latinoamericano de Geografia, 1997, Curitiba. Anais em CD. Curitiba: UFPR, 1997.

MODIS. Disponível em: < https://earthdata.nasa.gov/ >. Acesso em: 21 ago 2013.

MONTEIRO, C. A. de F. **Análise Rítmica em Geografia**. Climatologia, USP/IG, São Paulo, n° 1, p 1-21, 1971.

_____. **Derivações antropogênicas dos geossistemas terrestres no Brasil e alterações climáticas: Perspectivas urbanas e agrárias ao problema da elaboração de modelos de avaliação**. In: Anais do Simpósio sobre a Comunidade Vegetal como Unidade Biológica, Turística e Econômica. ACIESP, 15. Secretaria da Cultura, Ciência e Tecnologia. Academia de Ciências do Estado de São Paulo. 1978, 34p.

_____. **The environmental quality in the Ribeirão Preto region, SP** - an attempt. Internacional Geographical Union/Latin America Regional Conference, p. 01-43, 1982.

MOREIRA, R. **Geografia e práxis: a presença do espaço na teoria e na prática geográficas**. São Paulo: Contexto, 2012.

MOREIRA, R. **Pensar e ser em Geografia: ensaios de história, epistemologia e ontologia do espaço geográfico**. São Paulo: Contexto, 2010.

MORIN, E. **Ciência com consciência**. Tradução de Maria 8ª ed. D. Alexandre e Maria Alice Sampaio Dória. - Ed. revista e modificada pelo autor - 8ª ed. - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 350p. 1921-M85c

NEPOMUCENO, M. Q.; LOBÃO, J. S. B. **Estudo da Fragmentação da Vegetação como Indicador da Susceptibilidade a Desertificação no Polo de Irecê-Ba**. Salvador. Anais do II IALE-BR, 2012.

NEPOMUCENO, M. Q.; LOBÃO, J. S. B.; OLIVEIRA JUNIOR, I. **Análise Multitemporal da Vegetação na Região de Irecê-BA com Base em Imagens Modis.** In: V GEONORDESTE e III Seminário de Geotecnologias, 2011, Feira de Santana. Anais do V GEONORDESTE e III Seminário de Geotecnologias, 2011.

NEPOMUCENO, M. Q.; LOBÃO, J. S. B.; VALE, R. M. C. **Uso e Cobertura da Terra Como Indicativo do Processo de Desertificação na Região de Irecê BA**. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011, Curitiba. Anais do XV SBSR, 2011. p. 6794-6801.

NETO, B. D.; MAIA, P. H. P. **Relatório de Visita Técnica ao Carste de Lapão**. Instituto de Gestão das Águas e Clima – INGÁ, Salvador – BA. 2009.

NOVAES SOBRINHO, J. et al. **Utilização de Água Subterrânea do Aqüífero Carstíco do Município de Lapão/Bahia: Análise Realizada Através dos Dados do Cadastro de**

Usuários De Recursos Hídricos do Estado da Bahia. In: XVII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 2012, Bonito - Mato Grosso.

OLIVEIRA, C. N. N. **Análise geoambiental da bacia hidrográfica do rio Jacaré, na região de Irecê – BA, com o uso do sistema de informações geográficas (SIG)**. Feira de Santana: UEFS. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Departamento de Tecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, 2009. 160 p.

OLIVEIRA, J. M.; VALE, R. M. C. **Mapeamento Geomorfológico como subsídio à identificação de áreas afetadas por desertificação na região de Irecê-Ba**. 14º Seminário de Iniciação Científica da UEFS (SEMIC). 2010.

OLIVEIRA, W. M. de; CHAVES, I. de B.; LIMA, E. R. V. de. **Índices espectrais de vegetação de caatinga em um neossolo litólico do semiárido paraibano.** Anais...XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, INPE, Natal, p.2103-2110, 2009.

PEREIRA, J. P.; PEREIRA, L. **Terra dos Arcanjos. Historiografia da cidade de São Gabriel – BA.** 2ª ed. Irecê: Editora Print Fox. 2013.

PHILLIPS, R. **Resumo de resultados, conclusões e sugestões**. Série projeto de Pesquisa PDRI – Irecê, 8. Salvador: EMATER-BA. CAR. 1985.

PINHEIRO, C. F. **Avaliação geoambiental do município de Jacobina-Ba através das técnicas de geoprocessamento: um suporte ao ordenamento territorial.** Salvador: UFBA. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, 2004.

PIRES, A. **Bolsa Família e Políticas Públicas Universalizantes: O Caso de um Município Paulista.** Cadernos de Pesquisa, v. 38, n. 134, maio/ago. 2008.

PORTO-GONÇALVES, C. W. **"Meio Ambiente, Ciência e Poder: diálogo de diferentes matrizes de racionalidade", em Ambientalismo e Participação na Contemporaneidade.** São Paulo: Educ/Fapesp. 135-162. 2001.

_____. **Os porquês da desordem mundial. Mestres explicam a globalização.** Organizador Emir Sader. 2ª ed. Rio de Janeiro: Record. 2011.

RAMOS , S. O. et al. **Variação temporal do nível freático do aqüífero cárstico de Irecê - Bahia: contribuição para uso e gestão das águas subterrâneas no semi-árido**. Revista Brasileira de Geociências/SBGeo, vol. 37 (4-suplemento): p. 227-233, 2007.

RESENDE, A. C. C. **Avaliando resultados de um programa de transferência de renda: o impacto do Bolsa-Escola sobre os gastos das famílias brasileiras.** Belo Horizonte: UFMG. Dissertação (Mestrado em Economia).– Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais, 2006.

RIBEIRO, L. P. et al. **Avaliação dos Recursos Naturais da Região do PDRI-Irecê**. Salvador: EMATER-BA. CAR. 1985.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

RUBEM, J. **Brasileiros Pré-Cabralianos – História e Arte Rupestre**. 2ª ed. Irecê: Editora Print Fox. 2006.

_____. **Irecê – História, Casos e Lendas**. Salvador: Bureau. 1997. 284 p.

_____. **Lapão, Cem Anos de História.** Irecê: Editora Print Fox. 2010.

RUDORFF, B. F. T.; KRUG, T. **Sensoriamento remoto na estimativa da área plantada com feijão, milho e mamona no município de Irecê - BA.** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 4. (SBSR), 1986, Gramado. Anais... São José dos Campos: INPE, 1986. v. 2, p. 380-384. Printed, On-line. ISBN 978-85-17-00049-2. (INPE-7797-PRE/3637). Disponível em: <http://urlib.net/3ERPFQRTRW/34NGLC5>. Acesso em: 28 mar 2013.

RUDORFF, B. F. T.; TARDIN, A. T. **Fotografias aéreas para auxiliar o processo de fiscalização do crédito agrícola na região de Irecê - BA.** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 5. (SBSR), 1988, Natal. Anais... São José dos Campos: INPE, 1988. p. 139-148. Printed, On-line. ISBN 978-85-17-00050-8. (INPE-4839-PRE/1468). Disponível em: <http://urlib.net/dpi.inpe.br/marte@80/2008/07.23.14.37>. Acesso em: 28 mar 2013.

SANTANA, N. S. **Análise socioambiental das áreas circunvizinhas à Baía do Iguape-BA.** Salvador: UFBA. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, 2008.

SANTOS, J. A. L. **Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel: Sujeição da renda da terra camponesa ao capital no Território de Identidade de Irecê – BA.** São Paulo: USP. Tese (Doutorado em Geografia Humana) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Huamanas, Universidade de São Paulo, 2012. 262 p.

SANTOS, M. **Da Totalidade ao Lugar.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 2012. 176 p.

_____. **Economia Espacial: Críticas e Alternativas.** 2ª ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 2011.

_____. **A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo. Razão e Emoção**. 4ª ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 2009.

SANTOS, M.; SILVEIRA, M. L. **O Brasil: Território e sociedade no inicio do século XXI**. 6°ed. Rio de Janeiro: Record, 2004.

SAQUET, M. e SANTOS, R. (Orgs.). **Geografia agrária, território e desenvolvimento**. São Paulo: Expressão Popular, 2010.

SILVA, J. X. da; ZAIDAN, R. T. (Orgs.). **Geoprocessamento & Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

SILVA, K. S. T.; LIMA, A.; ALMEIDA, A. M. **Estudo da sazonalidade da caatinga com dados de sensor MODIS.** Anais...XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, INPE, Curitiba, p.1881, 2011.

SOBRINHO NOVAES, J. **Desenvolvimento local na microrregião de Irecê – Bahia, município de Jussara: Do feijão a ovinocultura.** Maceió: UFAL. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Programa de Pós-graduação, Universidade Federal de Alagoas, 2007.

SMUTS, J. C. **Holism and evolution**. New York: The Gestalt Journal Press. 1996. (Original de 1926).

SOTCHAVA, V. B**. O estudo de Geossistemas**. Métodos em questão, 16, IG, USP, São Paulo, 1977.

SOUSA, C. P. **Análise socioambiental do município de Valença – Bahia.** Salvador: UFBA. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, 2006.

SOUZA, M. L. de. **A prisão e a ágora**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

SOUZA, S. L; BRITO, P. C. R; SILVA, R. W. S. **Integração e síntese por PEDREIRA, A. P. Estratigrafia, sedimentologia e recursos minerais da Formação Salitre na Bacia de Irecê, Bahia.** Série Arquivos Abertos 2. Salvador, BA: Companhia Baiana de Pesquisa Mineral, 1993. 36 p.

SPOSITO, E. S. **Geografia e filosofia: contribuição para o ensino do pensamento geográfico**. São Paulo: Ed. UNESP, 2004.

TAYLOR, N. P. et al. ***Melocactus azureus***. In: IUCN 2013. IUCN Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas. Versão 2013.2. Disponível em: < www.iucnredlist.org >. Acesso em: 24 fev 2014.

THORNTHWAITE, C.W. **An approach toward a rational classification of climate**. Geogr. Rev, v.38, p.55-94, 1948.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, SUPREN/IBGE, 1977. 97 p.

VALERIANO, M. M.; ALBUQUERQUE, P. C. G. **TOPODATA: Processamento dos dados SRTM.** São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2010. (INPE-16702-RPQ/854)

WILHELM, R. **I Ching: o livro das mutações**. Tradução do chinês para o alemão, introdução e comentários Richard Wilhelm; prefácio C. G. Jung; introdução à edição brasileira Gustavo Alberto Corrêa Pinto; tradução para o português Alayde Mutzenbecher e Gustavo Alberto Corrêa Pinto. São Paulo: Pensamento, 2006.

ANEXO

Anexo A. Dados espaciais utilizados pelo estudo.

DADO	ATRIBUTO	TIPO DO ATRIBUTO	OBJETIVO	FONTE
Imagens Landsat 8 OLI (2013) e 1 MSS (1975)	Textura, forma, tamanho, tonalidade, padrão, sombra	Secundário	Identificar uma solidariedade espacial em características fisiográficas; Realizar o mapemanto multitemporal do uso e cobertura da terra	Aquirido junto ao site da USGS e do INPE: http://earthexplorer.usgs.gov/ http://www.dgi.inpe.br/CDSR/
Temperatura	Média anual e mensal	Secundário	Gerar vários mapas a respeito do comportamento térmico regional; Analisar o regime térmico anual, mensal e sazonal	Dados interpolados por HIJMANS, 2005 e disponível no site do INPE: http://www.dpi.inpe.br/Ambdata/
	Amplitude térmica anual	Secundário		
	Média do trimestre mais úmido	Secundário		
	Média do trimestre mais seco	Secundário		
	Balanço hídrico de Thornthwaite (1948)	Primário		Calculado pelo autor com base na temperatura média mensal e pluviosidade média mensal
Pluviometria	Total anual e mensal	Secundário	Gerar os gráficos do balanço hídrico para cada unidade geossistêmica; Compreender o regime das chuvas ao longo do ano climatológico	Dados interpolados por HIJMANS, 2005 e disponível no site do INPE: http://www.dpi.inpe.br/Ambdata/
	Balanço hídrico de Thornthwaite (1948)	Primário		Calculado pelo autor com base na temperatura média mensal e pluviosidade média mensal
	Erosividade	Primário	Avaliar a força que as características Físicas da chuva têm de afetar diretamente a erosão do solo	Calculado pelo autor com base na pluviosidade média mensal e número de dias com chuva por mês
	Número de dias com chuva	Secundário	Verificar a distribuição da pluviometria mensal e anual	Dados da Rede do INMET adquirido junto ao site: http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep
Modelados	Formas do modelado	Secundário	Gerar o mapa dos modelados; Analisar a pertinência do modelado nos processos erosivos	Oliveira e Vale, 2010.

continua...

...continuação

DADO	ATRIBUTO	TIPO DO ATRIBUTO	OBJETIVO	FONTE
Geologia	Litotipo 1	Secundário	Gerar o mapa geológico; Avaliar a dureza, fragilidade e origem de cada rocha	Aquirido junto ao GEOBANK no site da CPRM, 2013: http://geobank.sa.cprm.gov.br/
	Estruturas	Secundário	Verificar a disposição dos lineamentos com o intemperismo provocado pela água	
	Unidade ou formação	Secundário	Compreender a constituição do embasamento geológico	
Modelados	Formas do modelado	Secundário	Gerar o mapa dos modelados; Analisar a pertinência do modelado nos processos erosivos	Oliveira e Vale, 2010.
Modelo Digital do Terreno (MDT)	Declividade	Primário	Gerar o mapa de declividade; Mensurar a inclinação do terreno	Calculado pelo autor com base no MDT
	Relevo sombreado	Primário	Produzir o efeito 3D, referente às Variações no relevo para todos os mapas.	
	Altimetria	Secundário	Construir o perfil topográfico; Calcular a amplitude altimétrica	Valeriano e Albuquerque, 2010. Disponível em: http://www.dsr.inpe.br/topodata/
Solos	Classe de solo	Secundário	Gerar o mapa de solos; Analisar as características físicas e químicas	Projeto SIG-BA, BAHIA, 2002.
Uso e cobertura da terra	Classe de uso	Primário	Gerar o mapa de uso e cobertura da terra; Analisar a distribuição e substituição da vegetação pelo uso	Mapeado pelo autor com base nas Imagens orbitais Landsat 1 MSS e 8 OLI
	Fitofisionomia	Primário		
Drenagem	Rios	Secundário	Gerar o mapa de drenagem; Compreender a relação dialética dos rios com o entorno	Extraído e editado do Projeto SIG-BA, BAHIA, 2012.
	Sub-bacias hidrográficas	Secundário		ANA, 2013
EVI	Valor da atividade fotossintética	Secundário	Gerar o mapa multitemporal do índice de vegetação; Análise multitemporal e sazonal da dinâmica da vegetação	MODIS/Terra/NASA, 2013.Disponível em: https://earthdata.nasa.gov/
Rede viária	Identificação e localização das estradas	Secundário	Averigurar o acesso e a integração regional	Projeto SIG-BA, BAHIA, 2002.

...continuação

DADO	ATRIBUTO	TIPO DO ATRIBUTO	OBJETIVO	FONTE
Pontos de observação no campo	Localização das descrições	Primário	Gerar o mapa de localização dos pontos Visitados em campo; Georrefenciar as descrições da paisagem e os registros fotográficos	Elaborado pelo autor e georreferenciado por GPS de navegação
Modelo *fuzzy*	Valor de pertinência para a morfogênese	Primário	Gerar o mapa do balanço morfogênese/pedogênese; Avaliar os níveis de pertinência	Elaborado pelo autor com base na consulta aos especialistas
Limites municipais	Localização dos limites	Secundário	Estabelecer os limites da área em estudo e situar na escala do município, diferentes dados e observações	Calculado pelo autor com base na pluviosidade média mensal e número de dias com chuva por mês
Localidades	Localização e toponímia	Secundário	Identificar perímetros urbanos e Auxiliar a localização da classe "urbano" no mapeamento do uso	Projeto SIG-BA, BAHIA, 2002.
Setores censitários	Número de habitantes	Secundário	Analisar a demografia	Censo demográfico, 2010. Disponível em: https://earthdata.nasa.gov/
	Coleta de lixo	Secundário	Verificar a destinação final dos Resíduos domésticos	
Poços artesianos	Distribuição e número	Secundário	Gerar o mapa de localização dos poços; Analisar o uso da água subterrânea e avaliar o padrão agrupado	CPRM, 2001e SRH, 2009. Em http://geobank.sa.cprm.gov.br/ e Projeto SIG-BA, BAHIA, 2002.
Área plantada	Extensão dos cultivos Temporários e permanentes	Secundário	Compreender a evolução temporal da área plantada, territorialização do capital e as mudanças na base produtiva	Sinopse preliminar do censo agropecuário de diveros anos, IBGE. Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/
	Feijão	Secundário	Analisar a área destinada para os principais produtos agrícolas e suas repercussões	Procução agrícola municipal em diversos anos, IBGE. Disponível em: www.sidra.ibge.gov.br
	Mamona	Secundário		
Cadastro Único (CadÚnico)	Número de beneficiários	Secundário	Analisar a transferência de renda	Cadastro Único para Programas Sociais. Caixa Econômica Federal, 2013. Disponível em: www.mds.gov.br
Unidades geossistêmicas	Limites não rígidos	Primário	Gerar o mapa das unidades geossistêmicas; Mensurar a amplitude altimétrica e traçar os limites da solidariedade espacial das unidades	Elaborado pelo autor com base na solidariedade espacial e evolução mútua dos elementos da paisagem

Fonte: Banco de dados em ambiente SIG, Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

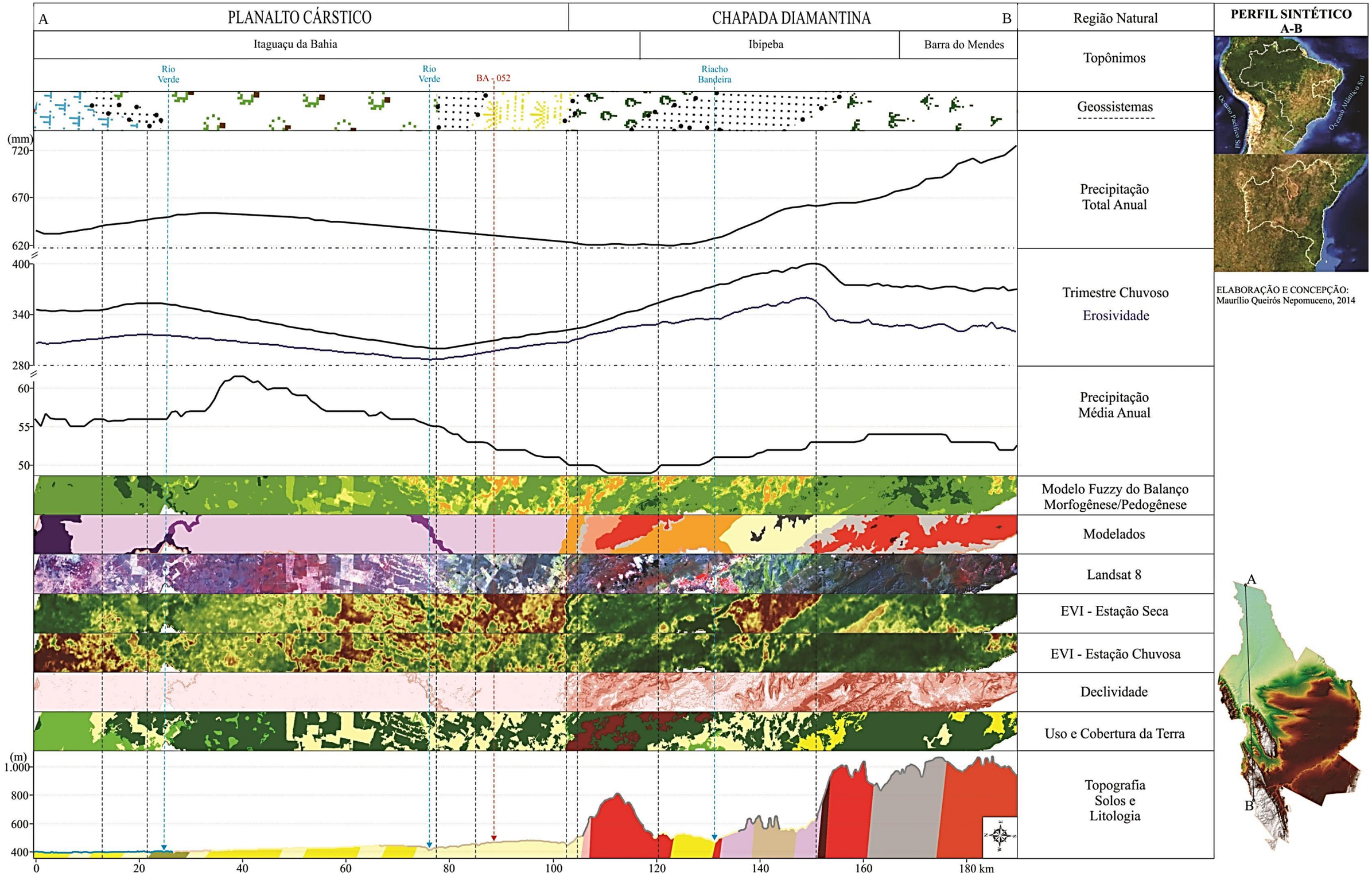
Anexo B. Sinopse geral das correlações espaciais.

Geossistemas	Abrangência		Atributos																				Modelagem *Fuzzy*	
			Biofísicos																	Socioeconômicos		Econômicos		
			Clima					Geologia		Geomorfologia				Recursos Hídricos		Solos	Vegetação			População	Poços Artesianos		Balanço Morfogênese/Pedogênese	
				Pluviometria																				
					Regime																			
	Municípios (%)	Área (km²)	Temperatura Média Anual (°C)	Totais anuais (mm)	Trimestre Úmido	Trimestre Seco	Erosividade média anual (mm)	Unidades ou formações	Litotipos 1	Tipos de modelados	Altitudes Médias (m)	Amplitude Altimétrica (m)	Declividade Média (°C)	Recursos Hídricos	Barragens	Tipologia	Fitofisionomias	Média do Índice de Vegetação: Chuvoso-Seco	Densidade Demográfica 2010 (hab/km²)	Quantidade de Poços (2009)	Usos	Baixa, Moderadamente Baixa, Média, Moderadamente Alta, Alta	Meio Ecodinâmico
Geossistema das Serras Mesotérmicas Florestadas Da Chapada Diamantina	Barra do Mendes (79,6) Cafarnaum (21,0) Ibipeba (21,9) Itaguaçu da Bahia (8,6)	2.061,1	21,7	664	Novembro, dezembro e janeiro	Junho, julho e agosto	320	Formação Morro do Chapéu; Formação Caboclo; Formação Tombador; Coberturas detrito-lateríticas	Rocha pelítica, Arenito, Conglomerados, depósitos de areia e argila	Superfície de Cimeir; Encosta ravinada ou retilínea	939	1.145	7,1	Nascentes do rio Verde e Jacaré	Mirorós	Neossolo Litólico Distrófico; Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico	Caatinga Arbórea Arbustiva; Cerrado; Floresta Estacional; Campo Rupestre	0,14 0,17	0,34	35	Agropecuária	Moderadamente baixa	Estável
Geossistema da Vegetação Lacustre Fluvial Sobre Planicíe do Lago De Sobradinho	Itaguaçu da Bahia (5,5)	244,1	26,2	624,2			308	Unidade Caatinga; Coberturas detrito-lateríticas ferruginosas; Depósitos Aluvionares	Brecha Carbonática; Deósitos de areia; Depósitos de argila, areia, cascalho; Aglomerado	Planície Lacustre; Superfície de Acumulação da Depressão Sertaneja	395	62	0,9	Foz do rio Verde	Sobradinho	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico	Vegetação com Influência Lacustre Fluvial	0,76 0,15	0,86	0	Agropecuária	Moderadamente Baixa	Estável
Geossistema da Agropecuária Sobre o Platô Carstico de Irecê	América Dourada (100) Barra do Mendes (5,1) Barro Alto (89,8) Cafarnaum (71,6) Canarana (100) Central (88,9) Ibipeba (27) Ibititá (100) Irecê (100) Itaguaçu da Bahia (13,1) João Dourado (100) Jussara 98,5 Lapão (100) Presidente Dutra (100) São Gabriel (100) Uibaí (39,7)	8.833,2	23,0	624,2			284,9	Unidade Gabriel; Unidade Irecê; Unidade Jussara; Unidade Nova América; Unidade Bebedouro	Rochas calcárias	Planalto Cárstico; Planície Aluvial	701	471	1,5	Médio curso dos rios Verde e Jacaré	Sem registro	Cambissolo Háplico Eutrófico Ta e Tb; Latossolo Vermelho Eutrófico	Caatinga Arbórea Arbustiva	0,60 0,81	27,76	1.844	Agropecuária	Moderadamente Alta	Instável

continua...

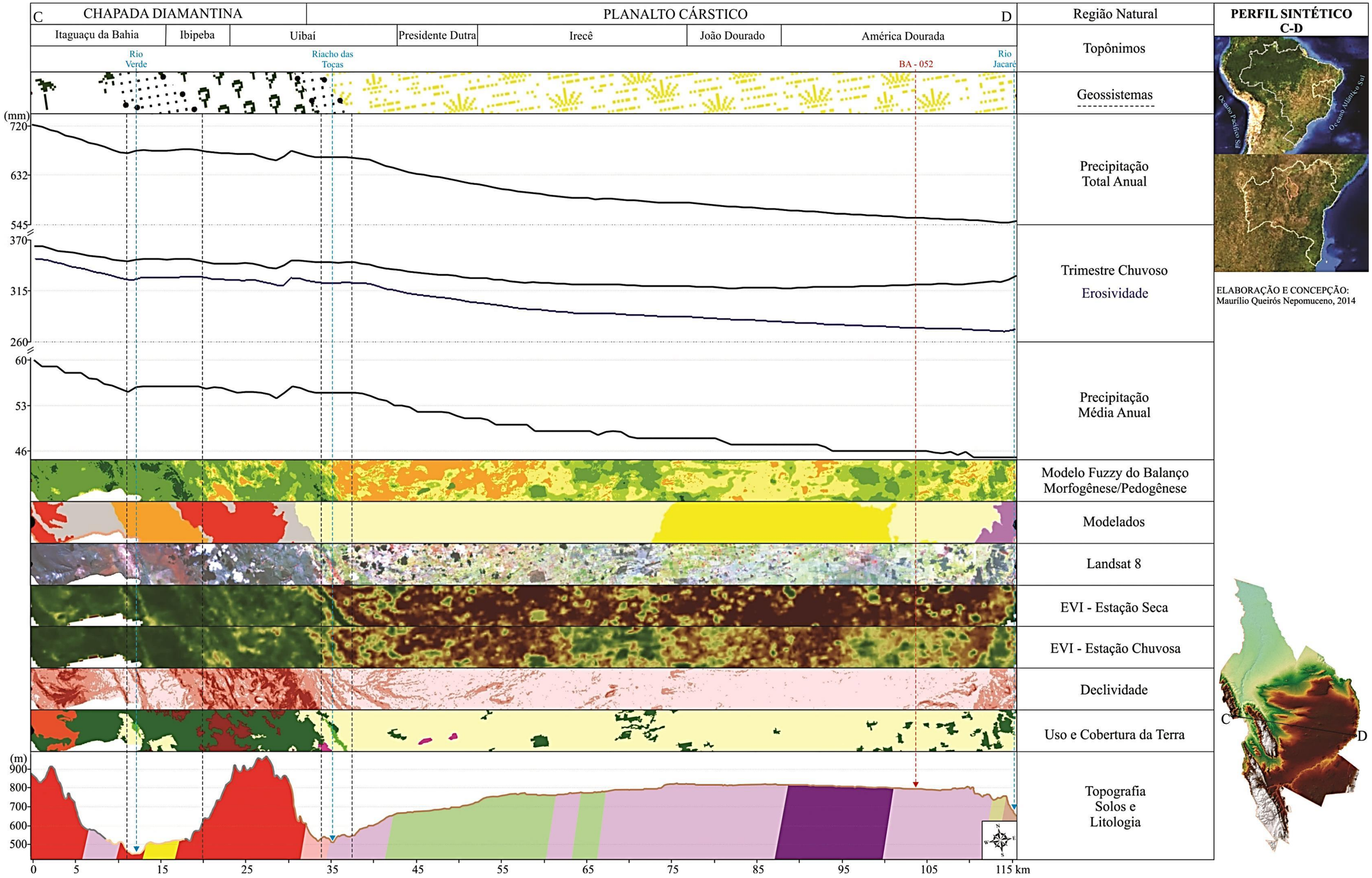
Geossistemas	Abrangência		Atributos																						
			Biofísicos																	Socioeconômicos		Econômicos	Modelagem *Fuzzy*	
			Clima					Geologia		Geomorfologia				Recursos Hídricos		Solos	Vegetação			População	Disponibilidade e Acesso a Água		Balanço Morfogênese/Pedogênese	
	Municípios (%)	Área (km²)	Temperatura Média Anual (°C)	Pluviometria				Unidades ou formações	Litotipos 1	Tipos de modelados	Altitudes Médias (m)	Amplitude Altimétrica (m)	Declividade Média (°C)	Recursos Hídricos	Barragens	Tipologia	Fitofisionomias	Média do Índice de Vegetação: Chuvoso-Seco		Densidade Demográfica 2010 (hab/km²)	Quantidade de Poços (2009)	Usos	Baixa, Moderadamente Baixa, Média, Moderadamente Alta, Alta	Meio Ecodinâmico
Geossistema dos Remanescentes de Caatinga Sobre a Planície Megatérmica do Rio Verde	Itaguaçu da Bahia (53,2)	2.374,6	25,5	612,7	Novembro, dezembro e janeiro	Junho, julho e agosto	296,1	Unidade Caatinga; Coberturas detrito-lateríticas ferruginosas; Depósitos Aluvionares; Unidade Jussara	Rochas calcárias; Brecha carbonática; Aglomerado; Depósito de areia e argila	Superfície de Acumulação; Planície Fluvial	424	93	0,8	Baixo curso do rio Verde	Sem registro	Vertissolo; Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico; Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico e Eutrófico;	Caatinga Arbórea Arbustiva; Vegetação com Influência Lacustre Fluvial	0,46 0,48	1,2	45	Agropecuária	Moderadamente Baixa	Estável
Geossistema da Caatinga Sobre a Serra do Uibaí	Central (6,7) Ibipeba (17,8) Itaguaçu da Bahia (2,8) Uibaí (47,8)	678,9	22,7	667			322,2	Formação Morro do Chapéu; Coberturas detrito-lateríticas ferruginosas	Arenito; Rocha Pelítica; Conglomerado; Depósitos de areia e argila; Aglomerado; Laterita	Superfície de Cimeira; Encosta ravinada ou retilínea	811	753	7,1	Riacho Boqueirão do Canabrava; Riacho Capanga; Córrego das Canoas	Sem registro	Neossolo Litólico Distrófico	Caatinga Arbórea Arbustiva; Campo Rupestre	0,15 0,17	9,92	20	Agropecuária	Moderadamente Baixa	Estável
Zonas de Transição	Barra do Mendes (15,3) Barro Alto (10,2) Cafarnaum (7,3) Central (4,4) Ibipeba (33,2) Ibititá (0,1) Itaguaçu da Bahia (16,7) Jussara (1,5) Uibaí (12,5)	1.645,2	24,1	631,4			305,1	Unidade Jussara; Unidade Caatinga; Coberturas detrito-lateríticas ferruginosas; Unidade Nova América; Formação Morro do Chapéu; Unidade Irecê	Rochas calcárias; Aglomerado; Laterita; Depósitos de areia e argila; Arenito	Pedimentos Funcionais; Planalto Cárstico; Relevos Residuais,;Planície de Acumulação; Encosta Ravinada ou Retilínea	571	609	2,1	Alto curso do rio Jacaré; Riacho Bandeira; Riacho Lagoinha; Riacho Suçurana	Açude de Barra do Mendes	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico; Cambissolo Háplico Eutrófico Ta	Caatinga Arbórea Arbustiva	0,38 0,55	Não se aplica, pois a Zona de Transição corta muitos setores em pequenas porções	116	Agropecuária	Moderadamente Baixa	Intergrade

Fonte: Banco de dados em ambiente SIG, Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.



Fonte: Banco de dados em ambiente SIG, Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Anexo C. Perfil esquemático mostrando a organização estrutural desde o ponto A até B.



Fonte: Banco de dados em ambiente SIG, Maurílio Queirós Nepomuceno, 2014.

Anexo D. Perfil esquemático mostrando a organização estrutural desde o ponto C até D.

Anexo E. Perfil esquemático mostrando a organização estrutural desde o ponto C até D.