

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**

**“Júlio de Mesquita Filho”**

**Instituto de Geociências e Ciências Exatas**

**Câmpus de Rio Claro**

FRANCISCO NATANIEL BATISTA DE ALBUQUERQUE

RECURSO NATURAL, ORGANIZAÇÃO ESPACIAL E ORDENAMENTO  
TERRITORIAL: MINERAÇÃO E DEGRADAÇÃO DE TERRAS  
NA DEPRESSÃO INTERPLANÁLTICA SEMIÁRIDA DO ALTO COREAÚ (CE)

Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Archimedes Perez Filho

Rio Claro – SP

2015

551.42 Albuquerque, Francisco Nataniel Batista de  
A345r Recurso natural, organização espacial e ordenamento territorial: mineração e degradação de terras na depressão interplanáltica semiárida do Alto Coreaú (CE) / Francisco Nataniel Batista de Albuquerque. - Rio Claro, 2015  
222 f. : il., figs., gráfs., tabs., fots., mapas

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista,  
Instituto de Geociências e Ciências Exatas  
Orientador: Archimedes Perez Filho

1. Geomorfologia. 2. Calcário. 3. Cal. 4. Circuito. 5. Geossistema. 6. Sistema social. I. Título.

**FRANCISCO NATANIEL BATISTA DE ALBUQUERQUE**

**RECURSO NATURAL, ORGANIZAÇÃO ESPACIAL E ORDENAMENTO  
TERRITORIAL: MINERAÇÃO E DEGRADAÇÃO DE TERRAS NA  
DEPRESSÃO INTERPLANÁLTICA SEMIÁRIDA DO ALTO COREAÚ (CE)**

Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Geografia.

**Comissão Examinadora**

---

**Prof. Dr. Archimedes Perez Filho** (*Orientador*)  
IG/ UNICAMP/ Campinas

---

**Profa. Dra. Andréia Medinilha Pancher**  
IGCE/ UNESP/ Rio Claro

---

**Profa. Dra. Regina Célia de Oliveira**  
IG/ UNICAMP/ Campinas

---

**Prof. Dr. Salvador Carpi Júnior**  
IG/ UNICAMP/ Campinas

---

**Prof. Dr. Danilo Piccoli Neto**  
IG/ UNICAMP/ Campinas

Rio Claro/SP, 03 de novembro de 2015.

*Um dia entre os amazônidas Saterê-Mawé o céu escuro e o silêncio profundo testemunharam olhares perdidos que entrecruzaram-se repletos de dor, perda e, acima de tudo, muitos questionamentos existenciais.*

*Tive um chão (mas já faz tempo)  
todo feito de certezas  
tão duras como lajedos.*

*Anos depois, tempo suficiente para a maioria penal sertaneja, asas-brancas e pássaros-pretos dominam os céus, coroas-de-grades e macambiras povoam os lajedos da vitória, porém, os questionamentos perduram, agora questionamentos científicos.*

*Agora (o tempo é que fez)  
tenho um caminho de barro  
umedecido de dúvidas.*

*Por fim, aquele mesmo pau-de-arara que conduziu, em outrora, o filho de Januário a terras alheias em busca de sonhos, trás Francisco, o filho de Raimundo (*in memoriam*) das mesmas paragens com seus sonhos concretizados.*

*Mas nele (devagar vou)  
me cresce funda a certeza  
de que vale a pena o amor.*

*O tempo e eu, Francisco Nataniel B. de Albuquerque*

**As ensinanças da dúvida, Thiago de Mello**

## AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA) – Campus Eunápolis, pela liberação para a qualificação profissional, condição essencial para o desenvolvimento da pesquisa.

Ao Prof. Dr. Archimedes Perez Filho (UNICAMP), pelo aceite da orientação e liberdade no desenvolvimento da pesquisa.

Às Profas. Dra. Regina Célia de Oliveira (UNICAMP) e Dra. Cenira Maria Lupinacci da Cunha (UNESP/Rio Claro), pelas valiosas contribuições e encorajamento teórico-metodológico no exame de qualificação;

Às Profas. Dra. Andréia Medinilha Pancher (UNESP/ Rio Claro) e Dra. Regina Célia de Oliveira (UNICAMP) e aos Profs. Dr. Salvador Carpi Júnior (UNICAMP) e Dr. Danilo Picolli Neto (UNICAMP) pelas críticas na defesa da tese;

Ao Prof. Dr. Luís Antônio Bittar Venturi (USP), pelos raros e acidentais encontros que resultaram em férteis colaborações teórico-metodológicas;

Ao Prof. Dr. José Falcão Sobrinho (UVA), pela possibilidade da troca de experiências com os alunos do Mestrado de Geografia da UVA;

À Profª. Ms. Cláudia Mendes (IFBA), pelas críticas e sugestões à estrutura da tese;

Ao amigo Custódio Azevedo, pela parceria fiel nos trabalhos de campo, sem o qual este trabalho não seria possível;

Aos amigos Benedito Lourenço, José Costa, Cláudio César, José Filho pelas valiosas dicas em função das suas experiências e vivências na área de estudo;

Aos docentes e colegas do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual Paulista/ Campus Rio Claro, Vanda Roseno, Joilson Cruz, Cristiane Dambrós, Conceição Malveira e Melchior Nascimento pelos momentos compartilhados;

À minha mãe, Antônia Batista e meus irmãos Natasha e Natalier Júnior, por compartilhar desse crescimento profissional, mesmo sem muitas vezes compreender a amplitude e os meandros do universo acadêmico;

À minha família, em especial minha esposa Mariana Joyce, meus filhos Nathan e Laura, esta no ventre materno, por compreender as ausências, insistências e devaneios científicos solitários.

Às naturezas humanas e naturais do distrito de Bento Rodrigues (Mariana/MG) e das comunidades ao longo do rio Doce ceifadas pelo mar de lama do grande capital das mineradoras e da ineficiência do Estado no dia 05/11/2015, que levou consigo, lembranças e sonhos, mas deixou marcas que perdurarão por temporalidades e espacialidades longínquas.

ALBUQUERQUE, F. N. B. **Recurso natural, organização espacial e ordenamento territorial: mineração e degradação de terras na depressão interplanáltica semiárida do Alto Coreaú (CE)**. Rio Claro/SP: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Tese (Doutorado em Geografia). 2015. 223 f.

## RESUMO

A criação do parque nacional de Ubajara (1959) e a instalação da fábrica de cimento do grupo Votorantim (1964) na depressão interplanáltica semiárida do Alto Coreaú (DISAC), cuja área de 979 km<sup>2</sup> localiza-se na porção noroeste do Estado do Ceará, configuram-se como grandes marcos temporais na apropriação dos recursos naturais da região. Diante do exposto, a pesquisa tem como objetivo verificar a relação entre a apropriação do recurso natural calcário, seja na forma de rocha para a produção de cal e cimento (elemento da paisagem) ou de feições geomorfológicas para fins turísticos (aspecto da paisagem), a organização espacial e a degradação de terras semiáridas no geossistema da DISAC. A metodologia partiu de uma análise integrada dos sistemas sociais e naturais atuantes em 03 escalas espaciais distintas: geossistema (formação carbonática da DISAC), geofácie (campo calcário Aroeiras) e o geótopo (afloramentos rochosos do campo Aroeiras), tendo o conceito de recurso natural como elo de integração entre as matrizes teóricas sistêmica e dialética presentes nas concepções geossistêmicas de Sotchava (1977) e Bertrand (1968) e na Teoria dos Dois Circuitos da Economia Urbana de Santos (1979), com o intuito de compreender a organização espacial regional e propor medidas de ordenamento territorial (EGLER *et al*, 2012). Dentre os resultados, está a proposição teórico-metodológica de um diálogo complementar e não antagônico dos paradigmas sistêmico e dialético, a partir de adaptações terminológicas, escalares e temáticas, propiciadas pelo conceito de recurso natural. No campo empírico, constatou-se a influência do parque nacional de Ubajara na organização espacial do geossistema, a partir das restrições ambientais no campo Frecheirinha levando à decadência da atividade minerária de subsistência e, em substituição, a consolidação de um pólo de moda íntima na cidade homônima e, da revelação do potencial mineral do campo Aroeiras pela mineração de grande porte, propiciando a formação de vários núcleos de exploração de calcário e de produção de cal no referido geofácie, com destaque para o núcleo de produção de cal Vila Basílio – Pau D’Arco com 10 unidades em funcionamento, das 73 identificadas. As caieiras e fornos de cal presentes na paisagem são rugosidades de 03 temporalidades expressas na organização espacial da cadeia produtiva da cal estabelecendo relações direta com diferentes níveis de aglomerados populacionais. A apropriação direta e indireta do calcário, respectivamente, pelo turismo e pela construção civil, além da produção de confecção formam os 03 circuitos econômico-culturais do geossistema. Do ponto de vista da degradação, constatou-se que a porção leste do geossistema, onde encontra-se o campo Aroeiras, possui os maiores percentuais de áreas degradadas com a presença de 03 núcleos, permitindo constatar que a maior degradação ocorre nas áreas externas aos campos calcários, decorrentes da pecuária e do desmatamento da Caatinga, enquanto que, a mineração configura-se como fator direto de degradação das terras apenas na escala local do geótopo, no caso, dos afloramentos calcários apropriados pela mineração de subsistência.

**Palavras-chave:** Calcário. Cal. Circuito. Geossistema. Sistema Social.

ALBUQUERQUE, F. N. B. **Natural resource, spatial organization and territorial planning: mining and land degradation in the depressão interplanáltica semiárida do Alto Coreaú (CE)**. Rio Claro/SP: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Tese (Doutorado em Geografia). 2015. 223 f.

### **ABSTRACT**

The creation of the Ubajara national park (1959) and the installation of the cement plant of the Votorantim group (1964) in the depressão interplanáltica semiárida do Alto Coreaú (DISAC), whose area of 979 km<sup>2</sup> is located in the northwestern portion of the State of Ceará, are configured as large timeframes in the appropriation of natural resources in the region. Given the above, the research aims to investigate the relationship between the appropriation of natural limestone resource, whether in the form of rock for the production of lime and cement (landscape element) or geomorphological features for tourism (landscape aspect) the spatial organization and the degradation of semi-arid lands in geosystem of DISAC. The methodology set out an integrated analysis of the social and natural systems operating in 03 different spatial scales: geosystem (carbonate formation DISAC), geofácia (Aroeiras limestone field) and the geótopo (rock outcrops of Aroeiras field), and the concept of natural resource as a link of integration between the systemic and dialectical paradigms present in geosystemic conceptions of Sotchava (1977) and Bertrand (1968) and the Theory of Two Circuits of Urban Economy Santos (1979), in order to understand the regional spatial organization and propose territorial management measures (EGLER *et al*, 2012). Among the results is a theoretical and methodological proposal of a complementary rather than antagonistic dialogue of systemic and dialectical paradigms, from terminological adjustments, scalar and themes, offered by the concept of natural resource. In the empirical field, there was the influence of Ubajara national park in the spatial organization of geosystem, from environmental restrictions on Frecheirinha field leading to the decline of the mining activity of subsistence and, instead, the consolidation of an intimate fashion hub in namesake city and the revelation of the mineral by large mining Aroeiras field potential, leading to formation of multiple cores of limestone exploitation and lime production in that geofácia, especially the production of lime core Vila Basílio - Pau D'Arco with 10 units in operation, the 73 identified. The caieiras and lime kilns are present in the landscape of ridges 03 temporality expressed in the spatial organization of the production of lime chain by establishing direct relationships with different levels of settlements. The direct and indirect ownership of limestone, respectively, by tourism and construction, as well as production form the 03 economic and cultural circuits of geosystem. The degradation point of view, it was found that the eastern portion of geosystem where is the Aroeiras field, has the largest percentage of degraded areas with the presence of 03 cores, allowing realize that the further degradation occurs in areas outside the limestone fields, arising from livestock and deforestation of the Caatinga, while mining is configured as direct factor of land degradation only on the local scale geótopo, in the case of the limestone outcrops suitable for mining subsistence.

**Keywords:** Limestone. Lime. Circuit. Geosystem. Social System.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 01.</b>	Sistemas/subsistemas biológicos e/ou sociais .....	28
<b>Figura 02.</b>	Subsistemas do sistema ambiental num viés geográfico .....	31
<b>Figura 03.</b>	Coadaptação entre os sistemas sociais e naturais .....	32
<b>Figura 04.</b>	Estrutura de um sistema social e seus subsistemas escalares e dimensionais .....	37
<b>Figura 05.</b>	Subsistemas sociais dependentes e “independentes” .....	39
<b>Figura 06.</b>	Mudanças de direção (rupturas ou transições) no subsistema social frente a momentos de crise .....	39
<b>Figura 07.</b>	Esquemáticamente, a paisagem (A) nunca deve se reduzir à soma de seus elementos constituintes (B) .....	42
<b>Figura 08.</b>	Baobá, árvore sagrada dos africanos, símbolo de Madagascar e mergulho sagrado dos hindus no Rio Ganges após enxurrada de lama .....	51
<b>Figura 09.</b>	Categorias e níveis de planejamento ambiental e territorial .....	53
<b>Figura 10.</b>	Localização da depressão interplanáltica semiárida do Alto Coreaú, região Noroeste do Estado do Ceará .....	57
<b>Figura 11.</b>	Escalas temporais de análise da pesquisa .....	59
<b>Figura 12.</b>	Escopo do método da análise integrada ou geográfica adotado na pesquisa .....	60
<b>Figura 13.</b>	Recurso natural – elo conceitual de integração entre os sistemas sociais e naturais .....	61
<b>Figura 14.</b>	Caieira rudimentar e artesanal (São Julião/PI) e fábrica de cimento (Fronteiras/PI) coexistindo na APT São Julião .....	70
<b>Figura 15.</b>	A pecuária no núcleo de desertificação de Irauçuba e a mineração no núcleo de desertificação do Seridó .....	76
<b>Figura 16.</b>	Áreas suscetíveis à desertificação e prioritárias do PAE no Estado do Ceará .....	76
<b>Figura 17.</b>	Zona tropical do globo delimitada pela isoterma de 18°C .....	84
<b>Figura 18.</b>	Mapa de tipologias climáticas do Semiárido Brasileiro .....	87
<b>Figura 19.</b>	Depressão Sertaneja Setentrional formada por anfiteatro aberto entre a bacia do Parnaíba (oeste) e o planalto da Borborema (leste) .....	89
<b>Figura 20.</b>	Regiões hidrográficas do Semiárido Brasileiro com destaque para o Atlântico Nordeste onde encontra-se a depressão Sertaneja Setentrional .....	89
<b>Figura 21.</b>	Incidência de secas no Semiárido Brasileiro .....	92
<b>Figura 22.</b>	Ecorregiões do Bioma Caatinga .....	93
<b>Figura 23.</b>	Localização do <i>percée</i> do rio Poty no planalto da Ibiapaba no contexto do Estado do Ceará dividindo as porções setentrional e meridional do relevo cuestasiforme .....	96
<b>Figura 24.</b>	A DISAC no contexto da depressão Periférica Setentrional .....	97
<b>Figura 25.</b>	O geossistema da depressão interplanáltica semiárida do Alto Coreaú .....	99
<b>Figura 26.</b>	Perfil geoambiental do geossistema num contexto regional entre as cidades de Ubajara e Massapê .....	100
<b>Figura 27.</b>	Perfil topográfico SW – NE do geossistema e as paisagens do planalto da Ibiapaba e serra da Meruoca .....	103

<b>Figura 28.</b>	Perfil topográfico S – N do geossistema e as paisagens da Serra do Carnutum e Serra da Penanduba .....	103
<b>Figura 29.</b>	Campos de calcário do grupo Ubajara na depressão interplanáltica semiárida do Alto Coreaú .....	104
<b>Figura 30.</b>	Afloramentos calcários dentro do parque nacional de Ubajara e nas imediações no distrito de Araticum (município de Ubajara) .....	108
<b>Figura 31.</b>	Pequenos afloramentos calcários presentes na paisagem, respectivamente, no meio da Caatinga nas imediações do distrito de São José do Torto (Sobral) e na vicinal na localidade de Mosquito (Coreaú) ..	109
<b>Figura 32.</b>	Características da rocha calcária e do solo argiloso oriundo da sua decomposição .....	109
<b>Figura 33.</b>	Parque Nacional de Ubajara e a apropriação indireta do relevo e das formações calcárias no contexto da paisagem (aspectos naturais) no mesmo espaço .....	119
<b>Figura 34.</b>	Fábrica de cimento Poty na cidade de Sobral e a apropriação direta da rocha calcária (elemento natural) no distrito de Aprazível (Sobral), em espaços distintos .....	119
<b>Figura 35.</b>	Políticas públicas e privadas ambientais nas diversas fases de evolução do parque nacional de Ubajara e da fábrica de cimento Poty .....	123
<b>Figura 36.</b>	Caieira e forno vertical para calcinação do calcário, respectivamente, nas localidades de Aroeiras (Coreaú) e Vazantes (Frecheirinha) .....	124
<b>Figura 37.</b>	Áreas produtoras tradicionais de calcários e dolomitos no Nordeste (junho/1984) .....	125
<b>Figura 38.</b>	Núcleos de produção de cal do geofácies do Campo Aroeiras .....	130
<b>Figura 39.</b>	Vista geral do forno de cal de Coreaú e detalhe da parte inferior do forno de cal nas proximidades do distrito de Aroeiras, ambos em funcionamento em junho/2003 .....	131
<b>Figura 40.</b>	Núcleos de exploração de calcário do geofácies do Campo Aroeiras .....	134
<b>Figura 41.</b>	Mina tecnificada de mármore no distrito de Pedra de Fogo (Sobral/CE) (set/2007) e mineradora de ferro de São José do Torto .....	137
<b>Figura 42.</b>	Número de visitantes do parque nacional de Ubajara (1990-2013) .....	138
<b>Figura 43.</b>	Área sob regime de manejo florestal da Caatinga na localidade de Campo de Dentro (Coreaú) (set/2013) .....	140
<b>Figura 44.</b>	Maior fábrica de lingerie de Frecheirinha e barracas da feira permanente do Aprazível .....	140
<b>Figura 45.</b>	Mapa das duas áreas degradadas do noroeste cearense .....	145
<b>Figura 46.</b>	Áreas degradadas e conservadas do geossistema da Depressão Interplanáltica Semiárida do Alto Coreaú – 1985 .....	147
<b>Figura 47.</b>	Áreas degradadas e conservadas do geossistema da Depressão Interplanáltica Semiárida do Alto Coreaú – 2011 .....	148
<b>Figura 48.</b>	Mapa da APA da Serra da Meruoca na porção leste do geossistema em análise .....	150
<b>Figura 49.</b>	Quantidade de sacas de carvão vegetal que passa pela portaria do Parque Nacional de Ubajara/mês em lombo de animais (2010 – 2013) ....	152
<b>Figura 50.</b>	Núcleos de terras degradadas e núcleos de exploração de calcário do geofácies do Campo Aroeiras .....	155
<b>Figura 51.</b>	Diferentes diâmetros e espécies vegetais utilizadas na combustão dos fornos em caieiras das localidades de Visitação (A1 e A2) e Conceição (B1 e B2) .....	158

<b>Figura 52.</b>	Área da mina calcária da fábrica de cimento Poty e do plano de manejo florestal .....	159
<b>Figura 53.</b>	Áreas degradadas nas localidades de Visitação, Mosquito, Lagoa do Barro e São Francisco .....	161
<b>Figura 54.</b>	Agricultura, pecuária e exposição do solo com fragmentos rochosos .....	163
<b>Figura 55.</b>	Retirada de lenha (setor norte) e área degradada com pavimento pedregoso (setor sudeste) nas encostas da bacia hidráulica do açude Trapiá (nov/2013) .....	163
<b>Figura 56.</b>	Áreas de exploração mineral de calcário (Votorantim Cimentos) e minério de ferro (Globest), respectivamente, nos distritos de Aprazível e São J. do Torto .....	166
<b>Figura 57.</b>	Pequenas áreas de exploração em afloramentos calcários na localidade de Martins (Coreaú) e no distrito de São José do Torto (Sobral) .....	166
<b>Figura 58.</b>	Núcleos de exploração de calcário do Campo Aroeiras e os respectivos geótopos mais degradados de cada NEC .....	168
<b>Figura 59.</b>	Cavas de exploração manual de calcário: (A) Visitação; (B) Martins; (C) São Francisco e (D) Lagoa do Barro .....	169
<b>Figura 60.</b>	Presença do Pinhão-Bravo em diferentes tamanhos e contextos espaciais	170
<b>Figura 61.</b>	Poluição atmosférica e insalubridade no trabalhado da caieira .....	171
<b>Figura 62.</b>	Modelo espacial linear paralelo de disposição dos recursos naturais no geossistema .....	174
<b>Figura 63.</b>	Zoneamento dos recursos naturais apropriados no geossistema por setores topográficos .....	175
<b>Figura 64.</b>	Esquema da organização espacial regional dos campos de calcário e as escalas de ordenamento territorial a partir da apropriação direta .....	179
<b>Figura 65.</b>	Forno de cal no centro do brasão/bandeira (símbolo antigo) e placa na entrada da cidade de Frecheirinha dando destaque ao pólo de moda íntima (símbolo atual) .....	183
<b>Figura 66.</b>	Níveis de interrelação e conflitos entre os 03 circuitos espaciais de apropriação dos recursos naturais e e da fabricação de confecção .....	183
<b>Figura 67.</b>	Fornos verticais para calcinação do calcário na localidade de Vazantes (Frecheirinha) e nas proximidades da cidade de Coreaú .....	185
<b>Figura 68.</b>	Cavas no período chuvoso (jun/2011) e seco (fev/2013) na localidade de Raposa no campo calcário Penanduba .....	187
<b>Figura 69.</b>	Diferentes níveis de relação das caieiras com aglomerados populacionais: Frecheirinha, Ubaúna, Pedra de Fogo e Vila Basílio .....	190
<b>Figura 70.</b>	Núcleos de exploração de calcário e produção de cal do geofácio do Campo Aroeiras .....	193
<b>Figura 71.</b>	Elementos espaciais da mineração ao nível do geótopo .....	195
<b>Figura 72.</b>	Diferentes estágios de abandono das caieiras: (A) Aroeiras, (B) Visitação, (C) Lagoa do Barro e (D) São José do Torto .....	196
<b>Figura 73.</b>	Ordenamento territorial do geossistema da depressão interplanáltica semiárida do Alto Coreaú (CE) .....	198
<b>Figura 74.</b>	Localização do projeto do açude Frecheirinha na depressão Sertaneja .....	200
<b>Figura 75.</b>	Localização do projeto do complexo eólico no planalto da Ibiapaba .....	201
<b>Figura 76.</b>	Dimensões da apropriação do recurso natural carnaúba .....	202
<b>Figura 77.</b>	Áreas da jazida usina Rica (A) e de construção da unidade fabril em 2016 (B) do grupo Votorantim, às margens da BR-222 .....	205

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 01.</b>	Hierarquização das modificações globais dos climas na escala temporal .	44
<b>Tabela 02.</b>	Escalas espaciais e conceitos norteadores adotados na tese .....	58
<b>Tabela 03.</b>	Etapas de um empreendimento minerário .....	78
<b>Tabela 04.</b>	Disponibilidade hídrica e vazões médias e de estiagem nas regiões hidrográficas inseridas no Semiárido Brasileiro .....	90
<b>Tabela 05.</b>	Ecorregiões do Bioma Caatinga .....	93
<b>Tabela 06.</b>	Campos de rochas carbonáticas sedimentares e metassedimentares do Estado do Ceará .....	94
<b>Tabela 07.</b>	Características das formações do Grupo Ubajara .....	107
<b>Tabela 08.</b>	Participação percentual do valor da produção das lavouras e do extrativismo vegetal, segundo produtos, por municípios – 1975 .....	117
<b>Tabela 09.</b>	Período de abertura (%) de caieiras e empresas por períodos na região de Coreaú/Frecheirinha e Estado do Ceará .....	127
<b>Tabela 10.</b>	Núcleos ativos e desativados de produção de cal no geossistema da DISAC.....	128
<b>Tabela 11.</b>	Número de caieiras/fornos por núcleo de produção da cal no Campo Aroeiras .....	129
<b>Tabela 12.</b>	Núcleos de exploração de calcário no campo Aroeiras .....	132
<b>Tabela 13.</b>	Principais fatores naturais e sociais responsáveis pela degradação das terras nas 03 escalas de análise espacial .....	143
<b>Tabela 14.</b>	Área dos 03 núcleos de terras degradadas na escala do geofácies .....	154
<b>Tabela 15.</b>	Relação entre os núcleos de terras degradadas e as formações geológicas	156
<b>Tabela 16.</b>	Características específicas entre o elemento e o aspecto natural calcário na depressão interplanáltica semiárida do Alto Coreaú .....	181
<b>Tabela 17.</b>	Fácies na paisagem do campo Aroeiras e adjacências .....	192

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A.P.	Antes do presente
ANA	Agência Nacional das Águas
APA	Área de proteção ambiental
APL	Arranjo produtivo local
APT	Área Produtora Tradicional
ASD	Áreas susceptíveis à Desertificação
Ascof	Associação dos Confeccionistas de Frecheirinha
BNB	Banco do Nordeste do Brasil
CCCC	Companhia Cearense de Cimento Portland
Cecav	Centro de Cavernas
Cerbrás	Cerâmica do Brasil S. A.
CF	Constituição Federal
Cidao	Companhia Industrial de Algodão e Óleo
CIS	Centro de Integração Social
Cogerh	Companhia de Gestão de Recursos Hídricos
Conama	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recurso Mineral
DAP	Diâmetro na altura do peito
DISAC	Depressão Interplanáltica Semiárida do Alto Coreaú
DNPM	Departamento Nacional de Pesquisa Mineral
DPOC	Depressão Periférica Ocidental do Ceará
EIA-RIMA	Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto do Meio Ambiente
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Fao	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>
FIEC	Federação das Indústrias do Estado do Ceará
Funceme	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
GPS	<i>Global Positioning System</i>
GTP	Geossistema, Território e Paisagem
Ibama	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis
IBDF	Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Ipece	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
MAOTE	Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e Energia
MIN	Ministério da Integração Nacional
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MSE	Mineração Santo Expedito
NEC	Núcleo de Exploração de Calcário
NPC	Núcleo de Produção de Cal
NTD	Núcleo de Terras Degradadas

ONU	Organização das Nações Unidas
Pae-CE	Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca
PMS	Prefeitura Municipal de Sobral
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNU	Parque Nacional de Ubajara
PNOT	Política Nacional de Ordenamento Territorial
RadAmBrasil	Radar da Amazônia Brasileira
SaB	Semiárido Brasileiro
SDLR	Secretaria de Desenvolvimento Local e Regional
Sema	Secretaria Especial do Meio Ambiente
Semace	Superintendência do Meio Ambiente do Estado do Ceará
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
SRH/CE	Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará
SRTM	<i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
Sudec	Superintendência de Desenvolvimento do Ceará
Sudene	Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste
TGS	Teoria Geral dos Sistemas
UC	Unidade de Conservação
UNCCD	<i>United Nations Convention to Combat Desertification</i>
USP	Universidade de São Paulo
ZA	Zona de amortecimento
ZANe	Zoneamento Agroecológico do Nordeste
ZEE	Zoneamento Ecológico-Econômico
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical
ZRN	Zoneamento dos recursos naturais

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>1.1. Objetivos</b> .....	20
<b>1.2. Hipótese</b> .....	20
<b>2. GEOGRAFIA, SISTEMAS E ORGANIZAÇÃO ESPACIAL: TEORIAS, MÉTODOS E CONCEITOS</b> .....	21
<b>2.1. Os extremos das abordagens geográficas naturalistas e humanistas em detrimento da análise geográfica</b> .....	21
<b>2.2. A Teoria Geral dos Sistemas: unidade, interrelação e organização</b> .....	25
<b>2.3. O método da análise integrada e a organização espacial como expressão geográfica do sistema ambiental</b> .....	29
2.3.1. Geossistema: um sistema natural identificável no tempo e no espaço .....	33
2.3.2. Sistema social: circuitos, conjunturas críticas e mudança/adaptação.....	36
<b>2.4. Paisagem e recurso natural: conceito consagrado, conceito ressignificado</b> .	40
2.4.1. Paisagem: entre escalas de espaço e tempo .....	41
2.4.2. Recurso natural: um conceito híbrido entre natureza e sociedade .....	45
<b>2.5. A Geografia aplicada ao ordenamento territorial: uma aproximação entre ciência e política</b> .....	52
<b>2.6. Localização da área de estudo e procedimentos metodológicos e técnico-operacionais</b> .....	56
2.6.1. Breve localização e caracterização da área de estudo .....	56
2.6.2. Procedimentos metodológicos .....	58
2.6.3. Procedimentos técnico-operacionais .....	61
2.6.4. Trabalho de campo .....	64

<b>3. MINERAÇÃO, DEGRADAÇÃO DE TERRAS E ORGANIZAÇÃO ESPACIAL NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO .....</b>	<b>66</b>
<b>3.1. Mineração e unidade de conservação como indutoras da organização espacial sertaneja .....</b>	<b>66</b>
<b>3.2. Mineração e degradação de terras semiáridas .....</b>	<b>74</b>
<b>4. NÍVEIS ESCALARES SUPERIORES E INFERIORES DAS PAISAGENS DO GEOSSISTEMA DA DEPRESSÃO INTERPLANÁLTICA SEMIÁRIDA DO ALTO COREAÚ (CEARÁ) .....</b>	<b>83</b>
<b>4.1. Escalas superiores da paisagem .....</b>	<b>84</b>
4.1.1. 1º nível – Zona Intertropical do Globo.....	84
4.1.2. 2º nível – Depressões Intermontanas Tropicais Semiáridas Brasileiras .....	85
4.1.3. 3º nível – Depressão Sertaneja Setentrional .....	88
4.1.4. 4º nível – Depressão Periférica Ocidental do Ceará .....	95
4.1.5. 5º nível – Depressão Periférica Setentrional .....	96
<b>4.2. Geossistema da Depressão Interplanáltica Semiárida do Alto Coreaú (CE).....</b>	<b>98</b>
<b>4.3. Escalas inferiores da paisagem .....</b>	<b>105</b>
4.3.1. 1º nível – Campo Calcário Aroeiras .....	105
4.3.2. 2º nível – Afloramentos calcários do Campo Aroeiras .....	108
<b>5. ESPACIALIDADES E TEMPORALIDADES DOS SISTEMAS SOCIAIS NA APROPRIAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS .....</b>	<b>111</b>
<b>5.1. Pré – anos 1950: a valoração do elemento natural agroextrativista .....</b>	<b>112</b>
<b>5.2. Anos 1950 – 1960: a apropriação do calcário pelo circuito superior da economia do Parque Nacional de Ubajara e da fábrica de cimento do Grupo Votorantim.....</b>	<b>117</b>
<b>5.3. Anos 1970 – 2000: a apropriação do calcário para produção artesanal da cal no circuito inferior da economia.....</b>	<b>121</b>
<b>5.4. Pós–anos 2000: apropriação dos recursos minerais, conservação da biodiversidade e a reestruturação produtiva do território .....</b>	<b>135</b>

<b>6. DEGRADAÇÃO E CONSERVAÇÃO DAS TERRAS SEMIÁRIDAS NA DEPRESSÃO INTERPLANÁLTICA DO ALTO COREAÚ (CE) .....</b>	<b>142</b>
<b>6.1. Geossistema semiárido dos campos calcários da Depressão Interplanáltica do Alto Coreaú (CE).....</b>	<b>143</b>
<b>6.2. Geofácia do Campo Calcário Aroeiras e adjacências .....</b>	<b>153</b>
6.2.1. Núcleo norte de terras degradadas .....	160
6.2.2. Núcleo sul de terras degradadas .....	162
6.2.3. Núcleo leste de terras degradadas .....	164
<b>6.3. Geótopo dos afloramentos calcários do Campo Aroeiras .....</b>	<b>165</b>
<b>7. ORGANIZAÇÃO ESPACIAL E ORDENAMENTO TERRITORIAL DOS SISTEMAS AMBIENTAIS DA DEPRESSÃO INTERPLANÁLTICA SEMIÁRIDA DO ALTO COREAÚ (CE) .....</b>	<b>173</b>
<b>7.1. Organização espacial do geossistema .....</b>	<b>173</b>
<b>7.2. Ordenamento territorial ambiental multiescalar .....</b>	<b>197</b>
7.2.1. O Triângulo Calcário do Noroeste Cearense .....	199
7.2.2. O Quadrilátero Calcário Aroeiras - Aprazível - São José do Torto - Ubaúna ....	204
7.2.3. Os núcleos de exploração de calcário e produção de cal .....	206
<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>208</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>214</b>

# 1. INTRODUÇÃO

A economia da maior parte do Semiárido Brasileiro está pautada no setor primário, estando fortemente sustentada na exploração dos recursos naturais de origem vegetal e mineral, principalmente no que se refere ao extrativismo da cobertura vegetal, no superpastejo de áreas nativas com uma pecuária extensiva e na exploração agrícola sem qualquer tipo de preocupação conservacionista (FERREIRA *et al.*, 1994).

Essa prática predatória tem levado ao aparecimento na região de muitas áreas com sérios problemas quanto a conservação dos recursos naturais, algumas delas irreversíveis a curto e médio prazos, sendo caracterizadas como núcleos de desertificação, o mais avançado estágio da degradação das terras semiáridas. Essas áreas são, ao mesmo tempo, reflexo e condicionante do processo de degradação humana dos sertanejos, pela falta de uma política eficiente para enfrentamento dos problemas regionais que são além de naturais, sociopolíticos e econômicos (DANTAS *et al.*, 2006).

A degradação das terras semiáridas consiste na redução da capacidade produtiva biológica e econômica dos sistemas ambientais resultante de uma combinação direta entre fatores de ordem natural e social mediante a exploração descontrolada dos recursos naturais desencadeando assim, processos graves como o êxodo rural e/ou aumento da miséria no campo.

Dentre os fatores apontados pelo processo de degradação de terras semiáridas estão principalmente, a pecuária e a agricultura e, em menor incidência, a mineração (SÁ *et al.*, 1994; MATALLO JÚNIOR, 2001; FERREIRA *et al.*, 1994). O fato da mineração ser esquecida na maioria dos estudos de desertificação, por exemplo, deve-se em parte a característica espacialmente concentradora da atividade.

A mineração enquanto uma das principais atividades desenvolvidas pelos sistemas sociais no Semiárido Brasileiro desencadeia uma série de rebatimentos sociais e ambientais, especialmente, quando o processo produtivo é extremamente artesanal e rudimentar, caracterizando o que Parahyba (2009) denomina de *mineração de subsistência*.

A depressão interplanáltica semiárida do Alto Coreáú, localizada na porção noroeste da poligonal semiárida do Estado do Ceará, área de estudo da presente tese, insere-se nesse

contexto espacial e social, tendo como principal atividade econômica a cadeia produtiva da mineração do calcário, especialmente, para produção de cal e cimento a qual utiliza em grande parte a cobertura vegetal da Caatinga como matriz energética para combustão dos fornos de calcinação da rocha.

Na área encontram-se três expressivos campos de calcário (RADAMBRASIL, 1981), entre os quais merecem destaque o Campo Aroeiras. Os campos calcários servem de base para a economia regional através de dezenas de unidades rudimentares de beneficiamento da rocha calcária, denominadas localmente de *caieirase fornos de cal*, sendo este o principal produto de uma cadeia produtiva que tem no trabalho manual e insalubre sua força motriz, acarretando numa série de problemas de ordem natural e socioeconômico para a região.

Na área de estudo, a cadeia produtiva da mineração do calcário convive simultaneamente com as políticas públicas e privadas de conservação e degradação das terras representadas, principalmente, pela unidade de conservação de proteção integral e uma fábrica de cimento de grande porte existentes na região, além de dezenas de *caieiras*.

Do ponto de vista da degradação das terras, estudos realizados pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – Funceme (1994) revelam que a região está inserida entre as áreas em processo de desertificação no Estado do Ceará. No contexto da bacia hidrográfica do rio Coreaú, a área apresenta índices de aridez mais elevados, considerando o recorte temporal de 1975 e 2002 realizados pelo mesmo órgão. Por fim, na última delimitação do Semiárido Brasileiro proposta pelo Ministério da Integração Nacional (BRASIL, 2005), alguns municípios desse setor da bacia foram inseridos, dando sinais evidentes que a semiaridez está em processo de expansão na bacia.

Do ponto de vista da degradação das terras semiáridas numa escala local, destacam-se inúmeras áreas de exploração manual da rocha calcária e seus impactos ambientais e conflitos sociais. Do ponto de vista da conservação dos recursos naturais, a área é de relevante interesse ecológico, pois está circundada por dois grandes fragmentos de vegetação de Mata Atlântica no Estado do Ceará, no planalto da Ibiapaba, a oeste, com 25.893 hectares (13,8% do Estado) e a serra da Meruoca-Rosário, a leste, com 3.206 hectares (1,71%), correspondendo respectivamente, a primeira e quinta maior área de mata úmida na região semiárida cearense (SNE, 2002).

Nesse contexto espacial, onde se expressa a relação conservação – degradação dos recursos naturais, encontra-se de um lado a serra da Penanduba e o rio Coreaú como possíveis elementos conectores dos dois fragmentos vegetacionais, configurando-se, portanto, como área possível para a formação de um corredor ecológico ligando os dois enclaves úmidos do

geossistema. Do outro lado, coexiste a degradação ambiental a partir da intensa exploração do recurso natural calcário enquanto elemento da paisagem, comprometendo essa conectividade e troca de matéria e energia como uma das propostas de ordenamento territorial possível para a região.

Diante desse contexto ambiental surgem alguns questionamentos: Qual a relação entre a apropriação do recurso natural calcário, enquanto elemento e aspecto da paisagem, e a degradação das terras semiáridas do geossistema? Qual a influência da extração descontrolada de madeira da Caatinga para a combustão dos fornos nos sérios problemas de conservação do geossistema em vias de desertificação segundo a Funceme (1994)?

No tocante à organização espacial regional e ao ordenamento territorial: Qual a influência dos campos e afloramentos calcários da formação Frecheirinha no processo de organização espacial do Alto Coreau? Em que nível(is) de escala espacial da paisagem os processos de degradação das terras e da organização espacial se manifestam? Como os principais aspectos do quadro de degradação e de conservação podem contribuir para pensar um ordenamento territorial para a região?

No contexto teórico-metodológico: Qual a possibilidade de integração dos paradigmas sistêmico e dialético, a princípio distantes no contexto geográfico? Quais metodologias e conceitos farão essa ponte? Como integrar escalas espaciais e temporais distintas?

Para responder tais questionamentos, a presente tese está estruturada em 06 capítulos.

O primeiro capítulo, *Geografia, sistemas e organização espacial: teoria, métodos e conceitos*, aborda as dualidades e dualismos da ciência geográfica e apresenta a Teoria Geral dos Sistemas e a Dialética como fundamentação teórica e o conceito de recurso natural como elo de integração entre os sistemas sociais e naturais, numa proposta de análise espacial multiescalar.

O segundo capítulo, *Mineração, degradação de terras e organização espacial no Semiárido Brasileiro*, trata da análise empírica sobre o papel da mineração e das unidades de conservação como indutoras da organização espacial sertaneja, em especial, a mineração de subsistência e as áreas protegidas integralmente com suas apropriações, impactos e conflitos sociais.

O terceiro capítulo, *Níveis de escalas superiores e inferiores das paisagens do geossistema da Depressão Interplanáltica Semiárida do Alto Coreau (CE)*, apresenta uma análise dos sistemas naturais a partir de uma perspectiva multiescalar e morfoclimática da paisagem colocando o geossistema natural enquanto entidade espacial de integração entre a

paisagem (unidades superiores) e recurso natural (unidades inferiores), portanto, como principal táxon da análise geográfica.

O quarto capítulo, *Espacialidades e temporalidades dos sistemas sociais na apropriação dos recursos naturais*, por sua vez, apresenta uma proposta de periodização da apropriação dos recursos naturais do geossistema, com o foco na apropriação do calcário para fabricação artesanal da cal identificando os núcleos de produção de cal e núcleos de exploração de calcário do geossistema da depressão interplanáltica semiárida do Alto Coreaú (CE), em especial, no geofácio do campo calcário Aroeiras e suas adjacências.

O quinto capítulo, *Degradação e conservação das terras semiáridas na depressão interplanáltica do Alto Coreaú (CE)*, trata das principais áreas conservadas e degradadas em 03 níveis escalares da paisagem: geossistema (formação carbonática da DISAC), geofácio (campo calcário Aroeiras) e geótopo (afloramentos calcários do campo Aroeiras), bem como os fatores sociais e naturais influenciadores e/ou definidores de tais processos.

No último capítulo, *Organização espacial e ordenamento territorial dos sistemas ambientais da depressão interplanáltica semiárida do Alto Coreaú (CE)*, explica-se a organização espacial regional e discute-se os fixos projetados para a área de estudo e propõe-se fixos alternativos considerando a policentralidade, a coesão territorial e a sustentabilidade como princípios do desenvolvimento regional.

## 1.1. Objetivos

### Objetivo Geral

- Investigar a relação entre a apropriação do calcário, a degradação de terras e a organização espacial da depressão interplanáltica semiárida do AltoCoreaú (Ceará) em três escalas espaciais de análise da paisagem, como base empírica para proposição de um diálogo teórico-metodológico entre os paradigmas sistêmico e dialético de compreensão da relação sociedade – natureza, a partir do conceito híbrido de recurso natural.

### Objetivos Específicos

- Hierarquizar espacialmente as unidades de paisagem do sistema ambiental;
- Compreender os fatores naturais e sociais influenciadores do processo de degradação das terras do geossistema e suas escalas espaciais inferiores;
- Compreender as respostas do sistema face à introdução de novas formas de apropriação do recurso natural calcário;
- Analisar a relação entre a degradação de terras e a organização espacial regional.

## 1.2. Hipótese

A apropriação (in)direta do recurso natural calcário pela unidade de conservação e pela fábrica de cimento instaladas no geossistema possuiria uma estreita relação com o quadro de degradação de terras através da implementação das políticas públicas/privadas de conservação/degradação dos recursos naturais, as quais delineariam as características da organização espacial regional.

## **2. GEOGRAFIA, SISTEMAS E ORGANIZAÇÃO ESPACIAL: TEORIAS, MÉTODOS E CONCEITOS**

### **2.1. OS EXTREMOS DAS ABORDAGENS GEOGRÁFICAS NATURALISTAS E HUMANISTAS EM DETRIMENTO DA ANÁLISE GEOGRÁFICA**

A Geografia enquanto ciência é um verdadeiro arquipélago, com ilhas-temáticas, ilhas-metodológicas e ilhas-regionais que em muitos casos sequer trocam energia, matéria e/ou informação, mas são repletas de contradições e conflitos. Para compreendermos a origem e dinâmica desse arquipélago se faz necessário dispor-se de teorias, métodos e conceitos capazes de compreendê-lo em sua plenitude, no seu conjunto, considerando diversos domínios (sociedade e natureza) e níveis escalares (espaciais e temporais) da realidade.

Para tanto, se faz necessário sair das ilhas de conforto presentes nas extremidades das abordagens (ou no centro das ilhas) e buscar uma necessária, embora, muitas vezes frágil e tênue linha de contato entre esses dois domínios, o social e o natural, para apenas assim explicar a espacialização dos fenômenos geográficos a partir de uma análise eminentemente geográfica.

A análise geográfica muitas vezes é comprometida pelas dicotomias e/ou dualidades internas à própria área do conhecimento. Acreditamos que a dicotomia interna da Geografia intensificou-se em relação há algumas décadas através de abordagens fragmentadas entre o físico e o humano e, muitas vezes o econômico, pois a maioria das pesquisas versam sobre apenas uma dimensão ou aspecto da realidade.

No nosso entendimento, quanto mais a Geografia e os geógrafos se aproximam das abordagens extremas naturalistas, a exemplo da análise da evolução de um perfil desolo ou das abordagens humanistas, a exemplo da análise dos símbolos religiosos, mais a Geografia perde a sua *geograficidade* como aponta Abreu (2012), entendendo-a como as características que conferem singularidade às pesquisas geográficas.

Para Moreira (2011), as geograficidades existentes em Karl Ritter e Alexander von Humboldt foram sendo perdidas com o tempo levando à fragmentação do discurso geográfico.

Bertrand (1997) ratifica ressaltando que o diálogo interrompido entre a Geografia Humana e a Geografia Física desnatura o projeto geográfico.

Corroborando com a discussão e exemplificando, Coelho (2001) afirma que na prática a Geografia Humana permanece alheia à dinâmica da natureza, tanto quanto a Geografia Física à dinâmica da sociedade, ao citar os impactos ambientais urbanos. Os geógrafos físicos se restringem a tentativas incipientes de incluir o ser humano ou a população (quase nunca a sociedade) nas suas interpretações, da mesma forma que os geógrafos humanos se limitam a ver o ambiente como substrato físico, que é passivelmente transformado pela sociedade.

Diante desse contexto de rupturas e especializações da seara científica, em parte produto de uma crise de percepção nas palavras de Capra (1996), a Geografia é convidada ou “intimada” através de seu instrumental teórico e aplicado a responder os desafios impostos pelas questões ambientais da atualidade, produto da relação sociedade-natureza em diferentes níveis espaciais.

Segundo Leff (2006, p. 284, grifo nosso):

“as disciplinas mais profundamente questionadas pela problemática ambiental acabam sendo as ciências sociais e as ciências naturais mais próximas das relações entre sociedade e natureza, como a **geografia**, a ecologia e a antropologia”.

No entanto, a problemática ambiental depara-se com discursos e projetos geográficos fragmentados, pois, as “duas Geografias” parecem avançar muito mais rápido em direção a um diálogo com outras áreas do conhecimento, do que rumo a efetivação de um diálogo interno reafirmando crises existenciais históricas. A Geografia precisa romper as barreiras e estruturar as pontes internas, antes mesmo de atravessar as fronteiras da disciplina.

Diante deste quadro de crise da evolução da Geografia, correntes e conceitos perdidos no tempo e no espaço precisam ser revisitados e reinterpretados sem as amarras ideológicas que os prendem (ou prenderam). A ressignificação de conceitos rotulados indevidamente, a flexibilidade e adaptação de modelos teóricos e o diálogo entre correntes naturalistas e humanistas poderão estabelecer uma ponte metodológica flexível, mas coesa de ligação entre o físico e o humano, ou melhor, entre o natural e o social e, apenas assim, construir uma única Geografia.

A Geografia Regional, por exemplo, retirando seu caráter positivista e descritivo possibilitou a interrelação entre os fenômenos naturais e sociais de uma determinada região. Da mesma forma, o possibilismo francês desenvolveu uma Geografia determinada socialmente relegando a natureza a um segundo plano, enquanto a Geografia Crítica, mesmo avançando em várias discussões, expurgou o debate da natureza da Geografia (VITTE, 2009)

revelando assim os avanços e recuos de cada uma das correntes (no sentido estrito da palavra) do pensamento geográfico.

O presente entendimento teórico-metodológico não retira da Geografia o seu caráter de ciência social que tem por objetivo compreender os elos entre os sistemas sociais e os sistemas naturais, corroborando com a superação do fato de que as ciências sociais esquecem sua origem física, da mesma forma que as ciências físicas, esquecem suas origens sociais, levando a ruptura de verdadeira teia imbricada de elementos para explicar a realidade.

Segundo Anuchin (1979 *apud* BÓLOS i CAPDEVILLA, 1981), a Geografia estuda as interrelações entre sociedade e natureza e não sociedade e natureza por si mesmas como parte de um todo. Para Christofolletti (1999) e Perez Filho(2008), a Geografia estuda a organização espacial, a qual ao nosso ver deve ser entendida como a expressão geográfica dos sistemas ambientais, resultando da interação dos subsistemas naturais e sociais num nível superior de relações e de análise.

Segundo Berry (1960 *apud* GERARDI; SILVA, 1981, p. 03):

"(...) o ponto de vista geográfico é o espacial... os conceitos e processos integrantes do geógrafo relacionam-se com as disposições e distribuições, com a integração espacial, com as interações e organização espaciais e com os processos espaciais... os conceitos e processos integrantes da Geografia concernem ao ecossistema de âmbito mundial do qual o homem é a parte dominante".

Para tanto, se faz necessário buscar nas transições e não nas rupturas os ensinamentos da Geografia. Entendendo-a como a ciência que estuda a relação entre sociedade e natureza a partir de uma perspectiva temporo-espacial, parece lógico pensar aportes teórico-metodológicos para diferentes níveis de escala espacial e temporal de integração dos sistemas naturais (geossistemas) e sistemas sociais passíveis de aplicação, sobretudo, no campo do ordenamento territorial.

Independente da categoria de análise adotada para compreensão das macrodimensões geográficas da realidade, não se pode perder de foco que a existência de um conjunto contínuo de relações e conflitos diretos e indiretos não nos permite compreendê-la separadamente, a partir de Geografias, mas a partir de uma única Geografia, apesar dos sistemas naturais possuírem uma relativa autonomia em relação aos sistemas sociais e vice-versa.

Do ponto de vista dos níveis escalares, os fenômenos geográficos se apresentam de forma dinâmica, perpassando diferentes espacialidades e temporalidades, muitas vezes, dificultando a análise geográfica, mas tornando-a singular à medida que permite compreender como tais processos se manifestam em escalas de espaço e tempo diferentes.

Na perspectiva espacial, a análise geográfica pode partir do nível global ao local, ou vice-versa, numa transição muitas vezes necessária para a compreensão da(s) escalas de análise nos quais os fenômenos se manifestam espacialmente. Apesar dessa amplitude escalar, Monteiro (2003), destaca a escala regional como o principal nível de atuação do geógrafo, pois, é nela que a organização espacial se faz mais perceptível. A Geografia encontra na escala regional e a Geografia Física, mais especificamente na escala do geossistema o seu maior desempenho (SANT'ANNA NETO, 1998).

Na perspectiva temporal, por sua vez, a Geografia configura-se como uma espécie de "Ciência do Quaternário" na medida em que a espécie humana, ou mais, especificamente os primeiros agrupamentos humanos consolidam-se nesse momento da evolução natural. Todavia, as análises recaem principalmente nas escalas de curto prazo, ou seja, na dimensão do tempo presente como denomina Sales (2004) e Perez Filho e Quaresma (2011) até médio prazos na classificação proposta por González-Bernáldez (1981), ou seja, na análise das dinâmicas estacionais anuais e do uso e ocupação das terras ao longo de décadas e séculos, respectivamente, ficando os estudos palinológicos e geológicos, de longo prazo, para uma perspectiva das ciências naturais e da terra, principalmente.

O estudo da complexa relação entre sociedade e natureza sob a perspectiva espaço-temporal requer um arcabouço teórico complexo que possibilite articular e integrar domínios e níveis escalares tão distintos, porém, sem muito êxito na perspectiva geográfica. Diante deste quadro de crise da Geografia e de uma realidade complexa inquieta por novas respostas, principalmente, na questão ambiental, Bertrand (1997, p. 03) levanta alguns questionamentos:

"Existem ainda entre as ciências da natureza e as ciências da sociedade interfaces, e até interstícios que possam justificar o desenvolvimento de um campo científico renovado? Com quais ferramentas epistemológicas, conceituais, metodológicas e tecnológicas? Em outras palavras, com qual paradigma?"

Segundo Leff (2006), essa transformação não implica apenas disciplinas práticas, mas inclui paradigmas teóricos de diversas ciências biológicas e sociais. Como a Geografia inserida na interface sociedade e natureza se insere nessa "revolução" teórico-metodológica?

Um dos aportes teóricos "coringas" da atualidade em várias áreas do conhecimento é a Teoria Geral dos Sistemas (TGS), que ao permear diferentes dimensões da ciência mostra sua amplitude na abordagem de realidades complexas. Então, como a TGS pode contribuir para essa difícil tarefa de conferir unicidade a Geografia e, muito mais do que isso, não realizar análises integradas da realidade, mas estudar realidades que já são integradas, realizando uma análise de fato geográfica como é o caso da problemática ambiental? Não precisaria tal teoria

de aportes conceituais e metodológicos de outras filiações teóricas como a Dialética, por exemplo, para explicar a complexidade das dinâmicas espaciais contemporâneas?

Nas últimas décadas, a ampliação da capacidade de alteração dos sistemas naturais pelas atividades do meio técnico-científico-informacional e o maior rigor no cumprimento da legislação ambiental têm desencadeado a maior exigência dos estudos ambientais na área de levantamento de impactos ambientais e ordenamento ambiental do território, colocando assim a Geografia diante do desafio de pensar, inclusive, os novos instrumentos de análise e aplicação do conhecimento.

Diante desse duplo desafio, o teórico-metodológico inerente à própria ciência e o aplicado relativo às respostas às políticas públicas como é o caso do ordenamento territorial, elegemos a TGS(BERTALANFFY, 2010) e a Teoria dos Dois Circuitos da Economia Urbana (SANTOS, 2008) como arcabouçosteórico-metodológicos capazes de permitir análises de dimensões e escalas distintas, partindo da existência de sistemas e subsistemas que se constituem de elementos, relações e dinâmicas próprias e no caso, dos níveis superiores, dependentes dada a complexidade do seu funcionamento.

Dentro do contexto aplicado da pesquisa, por exemplo, é impossível entender os impactos ambientais nas áreas em processo de desertificação do Semiárido Brasileiro (SaB) sem antes compreender as características dos geossistemas. Da mesma forma, não dá para desconsiderar a estrutura fundiária que moldura as atividades do sistema social ao longo do processo histórico de ocupação da região, culminando na valoração do recurso natural calcário, quesustenta a formação de circuitos econômicos externos à espacialidade regional, mas que os reflexos diretos, são sentidos localmente, revelando a importância de compreender sistemas de dimensões e escalas bastante distintos.

## **2.2. TEORIA GERAL DOS SISTEMAS: UNIDADE, INTER-RELAÇÃO E ORGANIZAÇÃO**

De forma independente, problemas e concepções semelhantes foram surgindo paralelamente em vários campos do conhecimento científico (BERTALANFFY, 2010). A ciência analítica pautada na divisão da realidade e no isolamento de cadeias causais começa a

fragilizar-se diante da necessidade de respostas para fenômenos complexos da realidade, *a priori*, entendidos dissociadamente.

A única finalidade da ciência parecia (e ainda parece) ser analítica promovendo a divisão da realidade em unidades cada vez menores e isolando cadeias causais individuais. Assim, a realidade física resume-se a pontos de massa ou átomos; o organismo vivo em células; o comportamento em reflexos e a percepção em sensações puntiformes, para citarmos alguns exemplos (BERTALANFFY, 2010).

Na busca por um novo paradigma científico, Bertalanffy (2010) propõe a década de 1930 as bases da Teoria Geral dos Sistemas (TGS) com a finalidade de compreender os sistemas vivos, a qual rapidamente foi apropriada pelas mais variadas ciências, da Computação à Psicologia, passando pela Geografia consolidando-se como um verdadeiro paradigma científico para entender sistemas fechados ou abertos.

Segundo a Academia Española (1925 *apud* FUERTES, 2007, p. 117) sistema é uma palavra de origem latina que significa “*conjunto de cosas que ordenadamente relacionadas entre sí contribuyen a determinado objeto*”. Bertalanffy (2010, p. 132), por sua vez, define sistema como uma "unidade global organizada de inter-relações entre elementos, ações e indivíduos". Tal definição pauta-se nas ideias de interrelação dos elementos, de unidade global constituída por esses elementos em interrelação e, finalmente, da organização que liga os dois anteriores.

A TGS tem como propósito segundo Bertalanffy (2010), uma tendência geral no sentido da integração nas várias ciências, naturais e sociais sendo a teoria o ponto de convergência através do desenvolvimento de princípios unificadores que atravessam "verticalmente" o universo das ciências individuais, aproximando a teoria da meta de uma unidade científica e de uma educação científica.

Entre as premissas da TGS, principalmente as que regulam os sistemas abertos estão as seguintes características dos objetos (BERTALANFFY, 2010):

- são vistos como sistemas dentro de sistemas maiores;
- são sempre afetados por variáveis externas, apresentando um comportamento probabilístico;
- interdependência entre as partes (não é um sistema mecânico);
- capacidade de auto-regulação (permanência do sistema) e a adaptabilidade (ruptura e inovação);

- apresenta fronteira tênue e muitas vezes sobreposta na delimitação dos elementos internos e externos ao sistema;
- capacidade de se modificar, corrigir e de obter novos e melhores resultados;
- capacidade de superar perturbações impostas por fenômenos externos;
- esforço simultâneo de vários órgãos que provoca um resultado ampliado (sinergia);

Na abordagem sistêmica, conforme Morin (2008, p. 156):

“Os objetos dão lugar ao sistema. Em vez de essências e de substâncias, a organização; em vez das unidades simples e elementares, as unidades complexas; em vez dos agregados formando corpos, os sistemas de sistemas de sistemas. [...] A explicação reducionista de um todo complexo nas propriedades dos elementos simples e nas leis gerais que comandam estes elementos também desarticula, desorganiza, decompõe e simplifica o que faz a própria realidade do sistema: a articulação, a organização, a unidade complexa”.

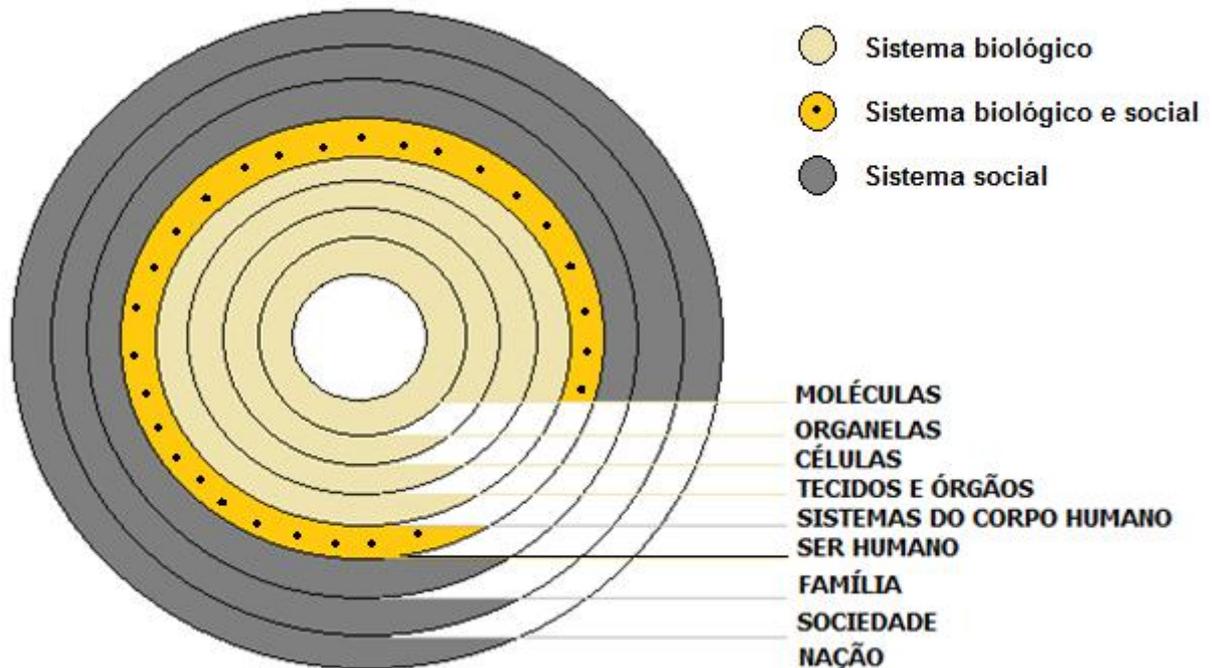
“Os sistemas vivos são organizados de tal modo que formam estruturas de múltiplos níveis, cada nível dividido em subsistemas, sendo cada um deles um ‘todo’ em relação a suas partes, e uma ‘parte’ relativamente a ‘todos’ maiores” (CAPRA, 1996, p. 40) (*figura 01*).

Os subsistemas são designados por Koestler (*apud* CAPRA, 1996, p. 40) de “*holons*”, pois, são simultaneamente, “*todos*” e “*partes*”, além de enfatizar que cada *holon* tem duas tendências opostas, mas complementares:

- tendência integrativa, que funciona como parte do todo maior;
- tendência auto-afirmativa, que preserva sua autonomia individual.

Quanto às tendências integrativas e auto-afirmativas dos subsistemas, Bertalanffy (2010, p. 55) esclarece:

"É necessário estudar não somente partes e processos isoladamente, mas também resolver os decisivos problemas encontrados na organização e na ordem que os unifica, resultante da interação dinâmica das partes, tornando o comportamento das partes diferente quando estudado isoladamente e quando tratado no todo"



**Figura 01.** Sistemas/subsistemas biológicos e/ou sociais.  
Fonte: adaptado de Capra (1996).

Usando a abordagem de sistemas em relação à realidade ambiental, as totalidades se consideram como reguladoras do funcionamento das partes considerados aqui subsistemas (GARCIA, 1986 *apud* RODRIGUEZ e SILVA, 2012). Estas totalidades definem os atributos e características próprias que transcendem a todos os componentes ou subsistemas do sistema como um todo (CASTRO, 2000 *apud* RODRIGUEZ; SILVA, 2012).

A importância da abordagem sistêmica no âmbito geográfico está na impossibilidade de entender a complexidade da organização espacial por meio de estudos isolados das dimensões sociais e naturais da realidade, muito embora, cada dimensão comporte-se como um subsistema com dinâmicas próprias, mas que sofrem interferências externas, mantendo um contínuo intercâmbio de matéria/energia/informação.

Para análise geográfica pautada em pressupostos sistêmicos se faz necessário estabelecer distinções conceituais que permitem categorizar os sistemas conforme Morin (2008) e corroboradas por Rodriguez e Silva (2012):

- sistema – conjunto que manifeste autonomia e emergência com relação ao que lhe é exterior;
- subsistema – sistema que manifeste subordinação em relação a um sistema no qual ele é integrado como parte;
- supra-sistema – sistema controlando outros sistemas, mas sem integrá-los em si;

- ecossistema – conjunto sistêmico cujas interrelações e interações constituem o ambiente do sistema que aí está englobando;
- metassistema – sistema resultante das interrelações mutuamente transformadoras e englobantes de dois sistemas anteriormente independentes;
- megassistema – um grande metassistema, a exemplo do meio ambiente.

Com base na classificação de Vidart (*apud* FUERTES, 2007), o sistema ambiental configura-se num sistema misto aberto. Nos sistemas abertos ocorrem trocas de matéria com seu ambiente, apresentando importação e exportação, construção e demolição dos materiais que o compõem (BERTALANFFY, 2010).

A utilização da abordagem sistêmica no campo da Geografia tem sido restrita à área da Geografia Física e, principalmente, aos estudos de Geomorfologia Fluvial, sendo muito raro as propostas para compreensão dos sistemas sociais, por haver uma grande resistência no campo da Geografia Humana.

### **2.3. O MÉTODO DA ANÁLISE INTEGRADA E A ORGANIZAÇÃO ESPACIAL COMO EXPRESSÃO GEOGRÁFICA DO SISTEMA AMBIENTAL**

Entendendo a palavra método a partir de suas raízes etimológicas, o mesmo se constitui na ponte entre a teoria e o objeto, uma vez que se configura na forma como o raciocínio é organizado para abordar o objeto, referindo-se, portanto, à organização do raciocínio e não dos procedimentos técnicos-operacionais da pesquisa.

No âmbito da Geografia, a qual aborda diferentes dimensões da realidade em diversos níveis escalares, a análise integrada segundo Venturi (2009) é a principal estratégia metodológica do geógrafo, ao integrar fatos e aspectos físicos e humanos ao mesmo tempo, portanto, devendo ser chamada de análise geográfica (integrada e dinâmica), pois integra:

- aspectos sociais e naturais – não há como compreender o território sem essas duas dimensões;

- perspectiva espaço-temporal – os fatos estudados pelo geógrafo têm uma expressão territorial e são dinâmicos; não são estanques no tempo e no espaço.

Nesse contexto metodológico, a análise integrada ou geográfica coloca-se como o método predominante da Geografia, principalmente, sobre o suporte da TGS, apesar de constituir-se em apenas um dos inúmeros métodos científicos utilizados pela mesma, como fica explícito nas etapas da pesquisa geossistêmica proposta por Monteiro (2001) ao discutir a evolução do conceito de geossistema no Brasil: etapa de análise; etapa de integração; etapa de síntese, e; etapa de aplicação.

Nas etapas propostas por Monteiro (2001) fica claro a presença de uma conjugação de métodos científicos no escopo de uma pesquisa geográfica na interface entre a sociedade e natureza, como os métodos analítico, integrado, comparativo e classificatório, etapas que caracterizam o que chamamos de método da análise integrada, conferindo assim, geograficidade à pesquisa.

Muito embora utilizemos de forma recorrente a expressão *análise* como sinônimo de estudo, a mesma consiste num método que trata em decompor pensamentos e problemas em suas partes componentes e dispô-las em sua ordem lógica (CAPRA, 1996). O método analítico consiste basicamente em 03 (três) etapas:

- 1ª etapa – contato com o todo sem consciência das partes;
- 2ª etapa – decomposição do todo em partes;
- 3ª etapa – síntese; recomposição do todo, agora com consciência das partes que o compõem, e como estão relacionadas.

A utilização da análise enquanto método é de fundamental importância no entendimento das partes que compõem o sistema ambiental, os subsistemas natural e social e, ao nível dos subsistemas, no entendimento dos elementos que o compõem a fim de entender suas interrelações, mas sem perder a noção de totalidade.

A próxima etapa metodológica diz respeito à integração, onde, no viés geográfico, os subsistemas natural e social serão integrados a partir da utilização de um arcabouço conceitual que permita o diálogo entre os dois universos para o entendimento da organização espacial.

Os métodos da comparação e classificação, por sua vez, cumprem o papel de auxiliar na síntese do estudo objetivando o entendimento da organização espacial. Os respectivos métodos se complementam, afinal, na maioria das vezes a classificação permite a comparação

(dedução), mas por meio da comparação obtém-se também classificações dos objetos (indução).

As unidades homogêneas na organização espacial constituem as unidades de paisagem que segundo Monteiro (2001) representam uma análise temporo-espacial integrada das interrelações sociedade-natureza na construção da paisagem.

No âmbito da Geografia, a organização assume uma dimensão espacial configurando-se como a expressão geográfica do sistema ambiental, produto da integração da sociedade e natureza. Dessa forma, o sistema ambiental comporta-se como um metassistema, o qual resulta da integração dos "independentes" subsistemas naturais e sociais (*figura 02*).



**Figura 02.** Subsistemas do sistema ambiental num viés geográfico.

Fonte: Adaptado de Christofolletti (1999).

Segundo Rodriguez e Silva (2013, p. 117), a organização espacial possui as seguintes propriedades:

- A estrutura e a disposição na superfície do globo dos componentes;
- As funções e as relações que ocorrem no espaço. Uma maneira de entender o sistema espacial é através da análise de sua estrutura funcional, que inclui as funções, o sistema ou suas partes.

A metáfora utilizada por Corrêa (*apud* Milton Santos, 1982, p. 59) sintetiza e ilustra bem a aplicação do conceito de organização espacial.

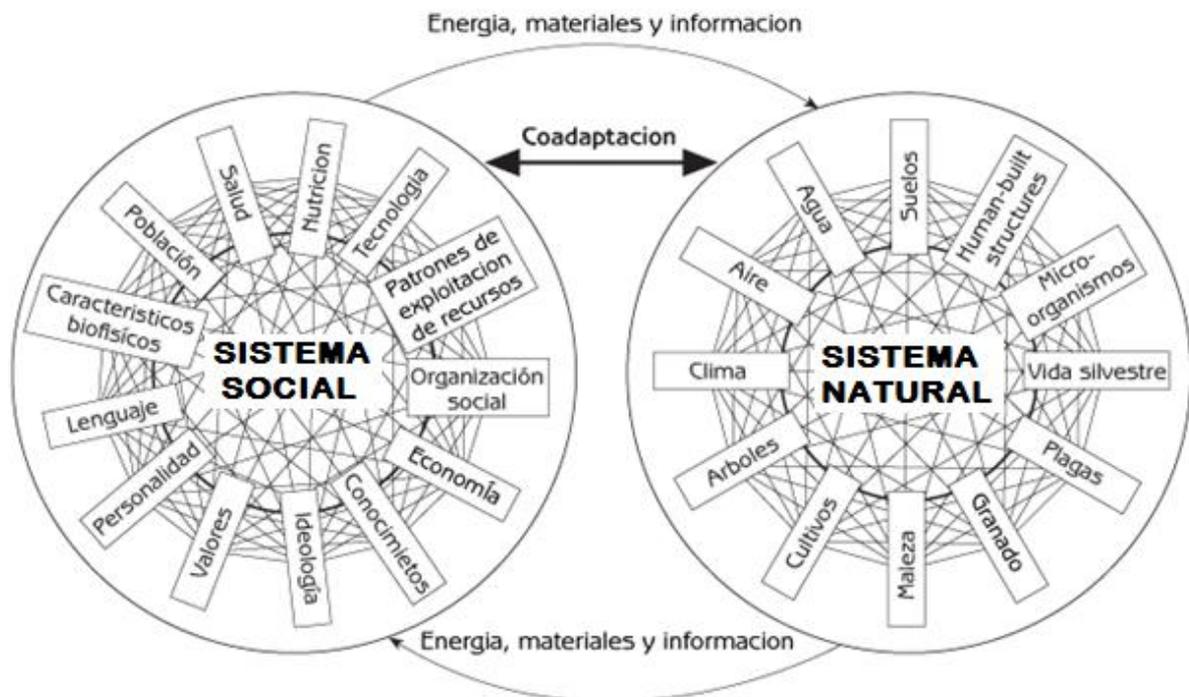
“Imagine um ginásio esportivo polivalente. A quadra está organizada para ali realizarem-se jogos de vôlei, basquete e futebol de salão. Para cada esporte (atividade), a quadra (Superfície da terra) tem um zoneamento específico (regiões), áreas limitadas por linhas onde há certas restrições ou penalidades. Para cada jogo, há regras (leis, códigos morais) e um juiz (aparelho repressor). Cada jogador (agente realizador de uma atividade) tem uma posição dentro da quadra (localização da atividade) e há caminhos a serem percorridos pelo jogador e a bola (fluxos materiais

ou não). Em outras palavras, para cada esporte existe uma organização espacial específica...”.

Em outras palavras, a organização como um sistema de variáveis mutuamente dependentes (BERTALANFFY, 2010) é uma das principais características da TGS. Segundo Ashby (1962 *apud* MORIN, 2008), um componente organizacional está presente quando uma relação entre duas entidades A e B torna-se condicional a um valor ou um estado C.

Na concepção de Sotchava (1977), os sistemas ambientais seriam os sistemas totais, pois, representam um complexo interativo de diferentes classes de sistemas com seus parâmetros espaciais, temporais e funcionais. Essa relação se dá pela influência de um sistema sobre o outro ou como ressalta Marten (2001, s/p), por meio da coadaptação (*figura 03*).

*“Los sistemas sociales humanos se adaptan a su medio ambiente, al ecosistema, y los ecosistemas se adaptan a los sistemas sociales humanos. Los ecosistemas naturales, y las porciones naturales de los ecosistemas agrícolas y urbanos, responden a las intervenciones humanas haciendo ajustes que contribuyen a la supervivencia. Los ecosistemas agrícolas y urbanos también evolucionan y se adaptan al sistema social en la medida en que las personas los modifican para que se adecúen a su sociedad cambiante”.*



**Figura 03.** Coadaptação entre os sistemas sociais e naturais.

Fonte: adaptado de Marten (2001).

Como essa relação entre as duas macrodimensões da realidade pode se dar desde o nível biológico ao sociológico, a organização espacial configura como o recorte do campo de

análise da Geografia, assim, o físico e o humano, na dimensão geográfica, assumem a perspectiva do natural e social, respectivamente. Como resultado dessa interação, num nível superior dos sistemas social e natural, nesse caso, subsistemas, teremos o sistema ambiental.

Todas as etapas do método de análise integrada dispostas anteriormente, situam-se ao nível da ciência, no caso da nossa pesquisa, da Geografia. No entanto, a última etapa proposta por Monteiro (2001), encontra-se ao nível da política, remetendo-se ao conhecimento geográfico gerado e passível de ser aplicado, por exemplo, no ordenamento territorial. Vale ressaltar que à ciência cabe estudar o ordenamento territorial e não planejá-lo ou gerí-lo, ficando essa etapa a cargo dos tomadores de decisão, muito embora, a base empírica das pesquisas aflorem de problemáticas do cotidiano.

### **2.3.1. Geossistema: um sistema natural identificável no tempo e no espaço**

O geossistema configura-se como um sistema natural de dimensão variada, identificável no tempo e no espaço, onde há uma forte interrelação entre seus componentes colocando-se como um conceito importante no âmbito da Geografia, especialmente, na Geografia Física para explicar a dinâmica e organização da natureza, auxiliando assim no entendimento da organização espacial (sistema ambiental).

A teoria geossistêmica é uma das tentativas da Geografia em lidar com os princípios da interdisciplinaridade, síntese, abordagem multiescalar, dinâmica e prognoses. O conceito de geossistema foi formulado pela escola russa com Victor Sotchava, em 1960, mas difundido no ocidente pela escola francesa, com Georges Bertrand, em 1968 (RODRIGUES, 2001).

No Brasil, os modelos geossistêmicos de Sotchava e, principalmente, de Bertrand reorientaram os estudos de Geografia Física. A obra *Paysage et géographie physique globale – Esquisse méthodologique* de Bertrand foi traduzida pela professora Olga Cruz do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo (USP) em 1972, sendo a partir daí bastante difundida no meio acadêmico, tornando-se, segundo dizeres de Venturi (2012), um espécie de coringa metodológico na Geografia brasileira.

O geossistema bertraniano compreende a interação entre o potencial ecológico (geomorfologia, clima e hidrologia), a exploração biológica (vegetação, solo e fauna) e a ação antrópica de uma área de estudo, sendo estas variáveis colocadas no mesmo nível hierárquico. Mas, a sua principal contribuição está na apresentação de um sistema taxonômico que permite

classificar as paisagens em seis níveis temporo-espaciais, divididos em escalas superiores (zona, domínio e região) e inferiores (geossistema, geofácies e geótopo) de paisagem, sendo cada nível considerado uma “unidade de paisagem” definida em função da escala.

No modelo russo, por sua vez, o geossistema, também denominado de sistema geográfico ou complexo natural territorial é uma entidade eminentemente natural. Sotchava (1977) define geossistema como "formações naturais, experimentando, sob certa forma, o impacto dos ambientes social, econômico e tecnogênico" configurando-se como uma classe peculiar de sistemas dinâmicos abertos e hierarquicamente organizados. Também considera o geossistema como potencial ecológico de determinado espaço no qual há uma exploração biológica, podendo influir fatores sociais e econômicos na estrutura e expressão espacial.

“Os sistemas antrópicos, por meio do uso e da ocupação das terras, usufruem dos potenciais dos geossistemas e modificam os fluxos de matéria e energia existentes, rompendo seu equilíbrio e alterando, assim, sua expressão espacial, com a consequente criação de novas organizações espaciais (PEREZ FILHO, 2008, p. 364)”.

Troppmair e Galina (2006) ressaltam que a ação dos sistemas sociais sobre o geossistema provoca pequenas alterações em algumas características específicas, apenas perceptíveis na micro-escala e nunca numa escala mais abrangente a ponto de transformar, descaracterizar ou deformar totalmente o geossistema.

Segundo Rodriguez *et al.* (2012, p. 87), ao formular a Teoria sobre os Geossistemas, Sotchava parte dos seguintes apontamentos fundamentais:

- *el geosistema, considerado como una noción de género;*
- *los geosistemas se distinguen de acuerdo a su dimensión;*
- *la división de los geosistemas en dos categorías de acuerdo a su sistematización, los geocoros e los geomeros;*
- *el proceso de la evolución de la esfera del paisaje, que se considera como el cambio de unos invariantes del geosistema por otros invariantes;*
- *la distinción entre los ecosistemas y los geosistemas;*
- *el considerar la función principal de la Geografía Física, es el estudio de las relaciones de la naturaleza con la sociedad humana;*
- *considerar que en el sistema se manifiestan simultáneamente los procesos de la dinámica transformadora y la estabilizadora u homeostasis.*

A construção do geossistema soviético numa perspectiva natural está ligada ao fato dos aspectos socioeconômicos serem julgados pelo sistema socialista como resolvidos não se

configurando, portanto, como problema. Daí a necessidade de focar o planejamento na apropriação dos recursos naturais e não socioeconômicos como preconizado por Bertrand (1972), numa perspectiva dos complexos territoriais naturais.

Outra explicação para o surgimento e difusão dessa teoria na antiga União Soviética, segundo Rodrigues (2001), deve-se à possibilidade de gestão territorial sem o entrave da propriedade privada, tendo em vista que se promove o reconhecimento das unidades espaciais com características elementares, relacionais e dinâmicas, semelhantes entre si, mesmo incluindo-se o antrópico.

No final do século passado, Bertrand (1997) propõe uma reformulação ao seu modelo teórico na tentativa de responder à complexidade dos sistemas e a busca por uma paradigma geográfico, lançando o sistema tripolar Geossistema, Território e Paisagem (GTP), aproximando seu modelo inicial à concepção geossistêmica natural da escola russa.

Na atual concepção, o GTP consiste num sistema com 03 "entradas" possíveis em um mesmo sistema especulando sobre finalizações possíveis e as hierarquias internas assim arquitetado:

- Geossistema: fonte ou "entrada" naturalista;
- Território: recurso ou "entrada" socioeconômica;
- Paisagem: ressurgimento ou "entrada" sociocultural.

Mesmo diante das proposições e reformulações de duas escolas do pensamento, o modelo geossistêmico ainda apresenta uma grande dificuldade de aplicação, dada questões de escala, mensuração, métodos articuladores de variáveis naturais e sociais, além de outros fatores. Zacharias (2006) corrobora afirmando que o fato do geossistema ser vago e flexível, leva os geógrafos a empregarem o termo com conteúdo, método, escala e enfoque diferentes dificultando a consolidação e aplicação dos modelos teóricos propostos pelos dois autores.

Diante da diversidade de aplicações, nesta pesquisa adotamos a concepção naturalista do geossistema de Sotchava (1968) com os níveis escalares de paisagem adaptados de Bertrand (1972), porém considerando o geossistema, a unidade de paisagem destaque no estudo, não sendo classificada, portanto, como um nível da escala inferior, mas como a principal unidade de paisagem numa perspectiva escalar regional (MONTEIRO, 2003; TROPMAIR e GALINA, 2006), estando assim, situada entre as escalas superiores e inferiores de paisagem.

Como afirma Perez Filho (2008), no contexto geográfico, a organização espacial é fruto das relações entre os geossistemas ou sistemas ambientais físicos e os sistemas

antrópicos. Dessa forma, entendemos a organização espacial como objeto de estudo da Geografia, portanto, como a expressão geográfica dos sistemas ambientais que se apresentam em diferentes escalas espaciais com mais ou menos elementos culturais presentes.

### **2.3.2. Sistema social: circuitos, conjunturas críticas e adaptação/ruptura**

Na análise sistêmica o homem é concebido como um polissistema trinitário em que os termos espécie – indivíduo – sociedade são, ao mesmo tempo, complementares, concorrentes e antagônicos (MORIN, 2008). No âmbito geográfico, abordamos, através da análise sistêmica, o homem enquanto sociedade.

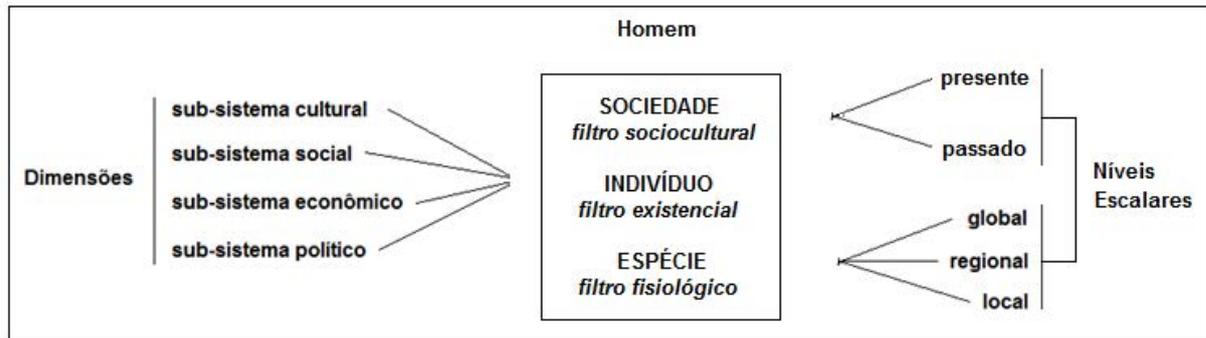
A discussão teórico-metodológica da abordagem sistêmica aplicada às ciências humanas (BERTALANFFY, 2010; MORIN, 2008; MARTEN, 2001; LEFF, 2006) é bastante restrita quando comparada às ciências naturais. No universo da Geografia Humana, poucos são os trabalhos a exemplo de Diniz (1984) e Alves e Silveira (2008). Podemos destacar o realizado por Diniz (1984) no campo da Geografia Agrária ao diagnosticar a realidade agrícola e entender as dinâmicas no espaço agrário através de tipologias e regionalizações e o de Santos (2008) ao propor numa perspectiva estruturalista a Teoria dos Dois Circuitos da Economia Urbana, importante fundamentação teórico-metodológica na área da Geografia Urbana e Econômica.

O sistema social constitui-se num sistema independente, mas antes configura-se como um subsistema do sistema ambiental, com seus elementos e relações próprias que, apesar de receberem influência direta do sistema natural, possui uma dinâmica particular com contradições e conflitos internos.

Com base na escassa literatura, podemos sistematizar duas tipologias de sistemas sociais, agrupados por níveis escalares de espaço e tempo ou por enfoques temáticos que tratam de dimensões específicas da realidade (*figura 04*):

- Sistemas sociais escalares:
  - *Sistemas temporais: passado ou presente;*
  - *Sistemas espaciais: local, regional, nacional ou global.*

- Sistemas sociais dimensionais:
  - *Sistema político;*
  - *Sistema econômico;*
  - *Sistema cultural, etc.*



**Figura 04.** Estrutura de um sistema social e seus subsistemas escalares e dimensionais.  
 Fonte: adaptado de Morin (2008); Rougerie e Beroutchachvill (1991).

As várias dimensões de um fato social (econômico, político, cultural, etc.) ou os vários setores/visões de uma sociedade (igreja, Estado, movimentos sociais, etc.) acerca de um fato podem configurar-se em sistemas sociais. Por exemplo, podemos citar as várias dimensões da cadeia produtiva da mineração do calcário na área de estudo, desde a condição social dos trabalhadores até a tradição histórica do trabalho na atividade, passando, pelas diferentes posturas da sociedade na discussão de regularização da atividade, desde o posicionamento dos órgãos ambientais, passando pelas instituições trabalhistas, até os empresários que se beneficiam socialmente da vulnerabilidade dos trabalhadores e moradores que sofrem com a poluição atmosférica.

O sistema social apresenta-se como um subsistema que possui sua organização e funcionalidade regida por leis próprias. Para tanto, buscaremos no Materialismo Dialético e Histórico enquanto o estudo das contradições contidas na própria essência dos objetos ao longo da história (STÁLIN, 1938; KONDER, 1981) alguns princípios para colaborar com a concepção sistêmica aplicada aos sistemas sociais, à medida que o sistema funciona e evoluiu a partir de apropriações, contradições e conflitos dos recursos naturais valorados a partir de critérios econômicos e culturais.

Santos (2008, p. 29-31) ressalta a importância de “(...) compreender o impacto dos sistemas históricos sobre a organização ou reorganização do espaço”, [...] pois, “cada período

é caracterizado pela existência de um conjunto coerente de elementos de ordem econômica, social, política e moral, que constituem um verdadeiro sistema”.

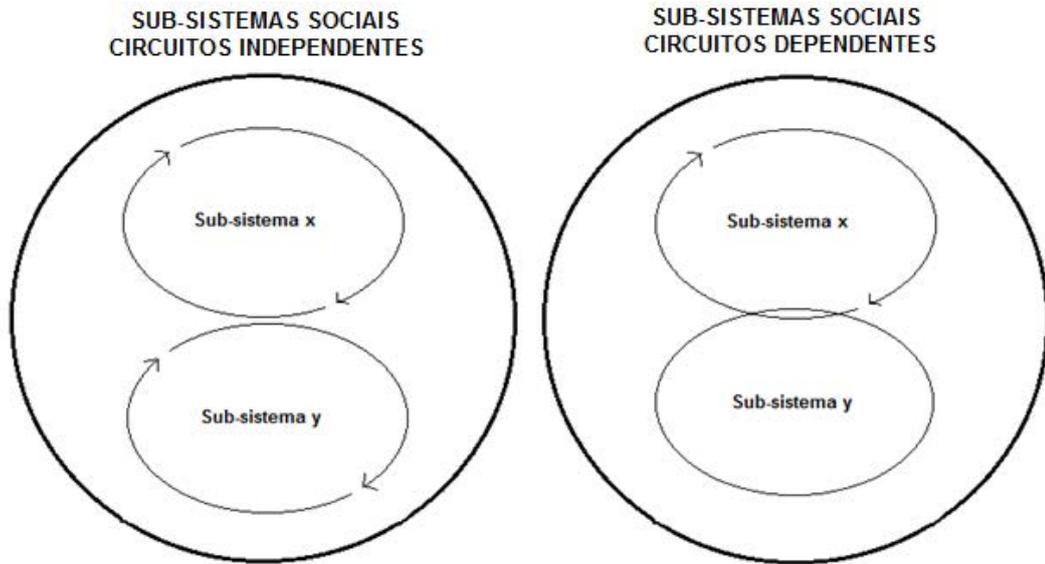
Para caracterizar e compreender a dinâmica do sistema social da nossa área de estudo, trabalhamos na perspectiva da Teoria dos Dois Circuitos da Economia Urbana proposta por Santos (2008) no final da década de 1970, para explicar os subsistemas ou circuitos econômicos existentes nas cidades dos países subdesenvolvidos apropriando-se, em muitos momentos, de conceitos e características sistêmicas como subsistemas, energia, *input* e *output* identificando os elementos constituintes e suas relações dentro do sistema.

Segundo a Teoria dos Dois Circuitos da Economia Urbana, há a coexistência de atividades de mesma natureza, porém de níveis diferentes, criando 02 circuitos econômicos responsáveis pelo processo econômico, mas também pelo processo de organização espacial.

O circuito inferior é constituído por formas de fabricação de trabalho intensivo, serviços e comércios não-modernos fornecidos a varejo com fortes relações locais, porém, subordinado à grande economia, como por exemplo, atividades de fabricação tradicionais. No circuito superior, por sua vez, o alto coeficiente de capital das indústrias e o acesso ao crédito governamental possibilitam grandes produções e o controle de grandes setores da economia numa forte interação com escalas espaciais superiores, a exemplo, dos bancos, atacadistas e comércios e indústrias de exportação(SANTOS, 2008).

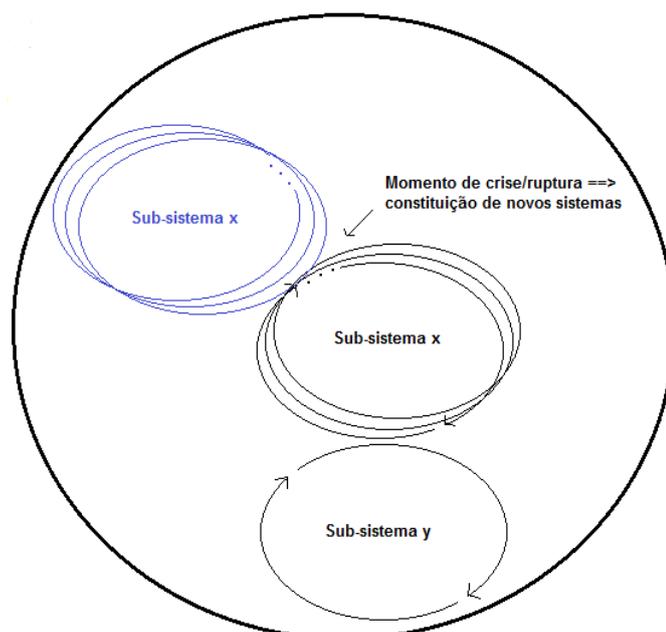
Trazendo para a base empírica da tese, analisaremos os circuitos socioeconômicos e/ou culturais constituídos em torno da apropriação do recurso natural calcário, em especial, os quais influenciam diretamente na organização espacial regional considerando níveis escalares espaciais e uma periodização da história.

Os circuitos espaciais da cadeia produtiva do calcário na região foram analisados no sentido de perceber as conexões e/ou conflitos existentes ou não, revelando assim circuitos dependentes e/ou independentes (*figura 05*). Para Santos (2008, p. 22) “cada circuito constitui, em si mesmo, um sistema, ou antes, um subsistema do sistema urbano” ou no nosso caso, do sistema regional.



**Figura 05.** Subsistemas sociais dependentes e “independentes”.  
Elaboração: Nataniel Albuquerque, 2015.

Espacialmente podem coexistir dois ou mais circuitos (tipologias de subsistemas) dentro de um mesmo sistema que podem ou não entrar em contradições e conflitos explicitamente. Nos contextos históricos de conjuntura crítica, os sistemas sociais podem adaptar-se reajustando as novas condições socioeconômicas ou desencadear transformações de comportamento e, uma vez isso acontecido, não podem mais voltar à sua condição original (*figura 06*).



**Figura 06.** Mudanças de direção (rupturas ou transições) no subsistema social frente a momentos de crise. Elaboração: Nataniel Albuquerque, 2015.

## **2.4. PAISAGEM E RECURSO NATURAL: CONCEITO CONSAGRADO, CONCEITO RESSIGNIFICADO**

A compreensão do sistema ambiental, no caso da Geografia, da organização espacial, ocorre por meio da análise integrada dos subsistemas formadores, o natural e o social. Para tanto, se faz necessário a utilização de pontes metodológicas que permitam o trânsito entre dimensões tão distintas da realidade. Conceitos geográficos clássicos como paisagem, território, região e lugar, por si só, já possuem essa faceta dual da realidade, além de uma óbvia expressão espacial, mas, no atual contexto da evolução fragmentada da ciência geográfica deixam lacunas nessa perspectiva, abarcando apenas setores da realidade.

Para Bertrand (1997), a Geografia na interface das ciências da sociedade e da natureza, deve desenvolver um sistema geográfico de análises baseado em conceitos híbridos, como paisagem, geossistema, território, recursos, catástrofe, entre outros. Monteiro (2001), ao debater a integração das variáveis "naturais" e "antrópicas", o que chamou de etapa de análise da metodologia geossistêmica, coloca "recursos", "usos" e "problemas" como conceitos para o entendimento da etapa de integração da metodologia.

Dentro desse contexto, conceitos tradicionais precisam ser ressignificados a luz de novos paradigmas e conceitos pouco usuais precisam ser assimilados como é o caso de recurso natural (VENTURI, 2006; FUERTES, 2007; AUGUSTIN, 2008), risco ambiental e impacto ambiental (DAGNINO e CARPI JÚNIOR, 2007), este último, como conceito derivado dos dois primeiros, os quais precisam ser incorporados para o entendimento da complexidade inerente às questões ambientais contemporâneas.

"No atual processo histórico-social há a criação de um novo sentido de natureza, na qual "novas dinâmicas naturais" estão se impondo na superfície da terra (eventos extremos – enchentes, nevascas, estiagens, terremoto...) obrigando a questionar o nosso papel enquanto ser social e natural" (VITTE, 2012).

Diante do exposto, elegemos a paisagem (conceito tradicional) e recurso natural (conceito contemporâneo), como estruturas híbridas capazes de arquitetar a ponte metodológica entre os subsistemas sociais e naturais, a fim de entender a organização espacial, afinal, são conceitos que dependem da coexistência das duas dimensões e/ou expressam tal relação.

No entanto, a aplicação dos referidos conceitos passa pela compreensão dos diferentes níveis escalares de espaço e tempo de manifestação dos fenômenos naturais e fatos sociais e, conseqüentemente, das organizações espaciais, a fim de compreender as escalas mais comuns de atuação do geógrafo, mas sem perder a ideia de uma Geografia Física Global proposta por Bertrand (1972).

A paisagem evidencia as relações entre sociedade e natureza em diferentes escalas espaciais e temporais do sistema ambiental. Em linhas gerais, a influência das ações antropogênicas é maior, quanto menor forem as escalas espaciais e mais atual forem as escalas temporais de análise, ressaltando assim a evolução dos geossistemas por meio de sua antropogenização/tecnificação, entendimento básico da Geografia. Dessa forma, o conceito de paisagem fica no campo teórico da Geografia, na medida em que auxilia na compreensão das relações em níveis escalares distintos.

O recurso natural, por sua vez, um conceito híbrido eminentemente geográfico, afinal, só se faz existir na coexistência das duas dimensões, afinal disponibilidade de um elemento ou aspecto natural e a valoração econômica ou cultural do mesmo são condições essenciais ao conceito, desencadeando o *impacto ambiental* à medida que o mesmo é apropriado, numa espécie de subconceito oriundo dessa relação, sendo, portanto conceitos no campo da Geografia aplicada, portanto, passíveis de aplicação ao nível do ordenamento territorial.

#### **2.4.1. Paisagem: entre escalas de espaço e tempo**

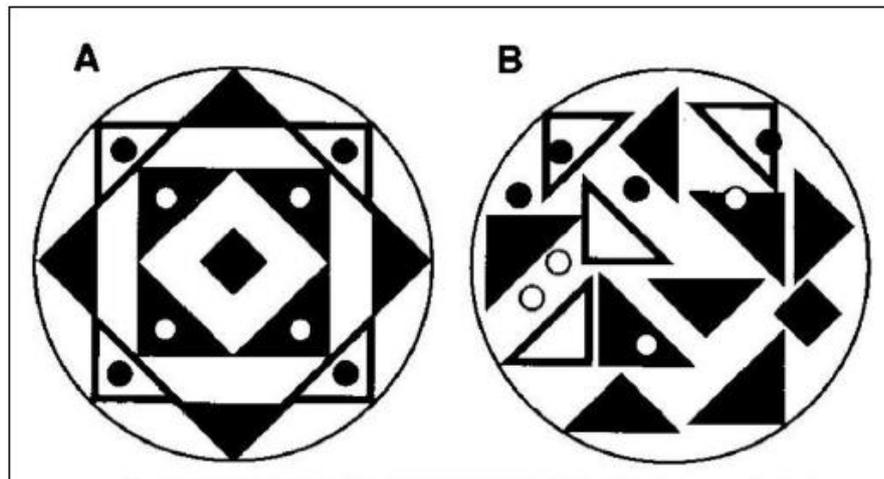
A paisagem é o conceito fundante da Geografia. A Geografia vem depois da paisagem construindo seu discurso a partir da mesma (ABREU, 2012). Numa análise temporal, Abreu (2012) constata 03 eixos claramente marcados de desenvolvimento da paisagem:

- paisagelogia – ponto de vista científico, da Geografia, fazendo uma coisa intermediada por conceitos e instrumentos técnicos;
- paisagínario – percepção individual e coletiva da paisagem;
- paisageria – quando esse seu assume um valor de autoria, passa a ser uma referência.

O entendimento de paisagem concebido pela Geografia enquadra-se no campo da paisagelogia. Para Ortiz (2001 *apud* TAVARES, 2010) alguns aspectos devem ser considerados presentes na paisagem:

- globalização – é um todo, não soma de partes;
- interação de subsistemas e elementos – componentes de distinta natureza dependentes entre si;
- dinamismo ou funcionalidade – que se define por fluxos de entradas e saídas de energia e matéria no sistema;
- espaço – escala territorial;
- tempo – escala temporal.

Na visão sistêmica, por exemplo, a paisagem nunca pode ser reduzida à soma de seus elementos constituintes (*figura 07*):



**Figura 07.** Esquemáticamente, a paisagem (A) nunca deve se reduzir à soma de seus elementos constituintes (B). Fonte: Tavares (1992).

Na definição de paisagem proposta por Monteiro (2003), uma das mais clássicas no campo geográfico, os aspectos elencados por Ortiz (2001) e Bolós i Capdevilla (1992) aparecem como estruturantes da mesma.

“a paisagem é uma entidade espacial delimitada segundo um nível de resolução do geógrafo (pesquisador) a partir dos objetivos centrais da análise, de qualquer modo sempre resultante da integração dinâmica, portanto instável, dos elementos de suporte e cobertura (físicos, biológicos e antrópicos), expressa em partes delimitáveis infinitamente, mas individualizadas através das relações entre elas, que organizam um todo complexo (sistema), verdadeiro conjunto solidário e único em perpétua evolução”.

Não se trata de conceber a paisagem tipificada em natural ou social, em primeira ou segunda natureza/paisagem, mas como uma entidade espaço-temporal integrada. Na perspectiva sistêmica, "as paisagens antropogênicas nada mais são do que estados variáveis de

primitivos geossistemas naturais, podendo ser referidos à esfera de estudo do problema da dinâmica da paisagem" (SOTCHAVA, 1977, p. 07). Para Troppmair e Galina (2006), a paisagem é a fisionomia do próprio geossistema.

As paisagens, desde as escalas globais até as locais experimentam e refletem em diferentes graus de intensidade o processo evolutivo de antropogenização e/ou tecnificação em diferentes níveis escalares, como é o caso dos geossistemas, uma unidade de paisagem discernível no espaço/tempo em relação as suas escalas inferiores e superiores, além das pretéritas, no caso dos geossistemas atuais.

Dessa forma, as questões pertinentes as escalas de abordagem do fenômeno são importantes para minimizar tais problemas, a fim de tentar responder questões como: A partir de que dimensão espacial e temporal o fenômeno assume uma importância significativa do ponto de vista do entendimento de sua dinâmica e do ordenamento territorial?

Nesse contexto, muitos autores têm apresentado propostas de classificação das paisagens de forma hierarquizada em diferentes níveis escalares espacial e temporal, partindo de critérios temáticos ou integrados de leitura da paisagem.

Entre as mais utilizadas está a classificação das paisagens globais proposta por Bertrand (1972) dividindo-as em seis táxons ou níveis temporo-espaciais: zona, domínio e região (unidades superiores) e geossistema, geofácies e geótopo (unidades inferiores). Esta classificação foi inspirada pelas escalas temporo-espaciais de caráter geomorfológico de A. Cailleux, J. Tricart e G. Viers, além das escalas climáticas de M. Sorre.

Long (1969), por sua vez, propõe cinco níveis de observação ou percepção ecológica, os quais foram classificados como: global, regional, setorial, local e estacional. Os níveis de percepção partem do mais abrangente espacialmente, onde o clima é o principal fator controlador. No nível seguinte, destacam-se os parâmetros como o relevo (forma, orientação e exposição), a frequência, o regime e a sazonalidade dos sistemas atmosféricos, até chegar ao nível estacional, onde o grande nível de detalhe permite a observação de processos naturais em escalas temporais mensais ou menores.

Com relação ao clima especificamente, elemento importante no entendimento do processo de degradação de terras no Semiárido Brasileiro, Ribeiro (1993) apresenta diferentes ordens de grandeza temporo-espacial relacionando escalas espaciais e períodos mínimos de observação: clima zonal, clima regional, mesoclima ou clima local, topoclima e microclima.

Na escala regional do clima, a qual exerce influência direta sobre a dinâmica do geossistema em estudo, Ribeiro (1993) destaca que nesse nível escalar o clima se confunde

com suas próprias repercussões na cobertura vegetal natural dos continentes, sendo comum, a referência ao clima da Caatinga, por exemplo.

Numa perspectiva temporal, Conti (1998) propõe uma hierarquização das modificações globais do clima, ressaltando a mudança climática como sendo uma escala temporal específica onde causas naturais estão diretamente relacionadas e não um quadro climático resultante das influências antropogênicas como destacado pela grande mídia (*tabela 01*).

*Tabela 01 – Hierarquização das modificações globais dos climas na escala temporal.*

<b>Termo</b>	<b>Duração</b>	<b>Causas Prováveis</b>
Revolução climática	> 10 mil de anos	Atividades geotectônicas e possíveis variações polares
Mudança climática	10 mil a 100 mil anos	Mudança na órbita de translação e na inclinação no eixo terrestre
Flutuação climática	100 mil a 10 anos	Atividades vulcânicas e mudanças na emissão solar
Interação climática	< 10 anos	Interação atmosfera-oceano
Alteração climática	Muito curta	Atividade antrópica, urbanização, desmatamento, armazenamento de água, etc.

Fonte: Conti (1998 *apud* MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

No tocante à morfologia, outro critério de suma importância na definição de unidades de paisagem, Ross (1992) propõe seis unidades taxonômicas têmporo-espaciais para a compartimentação e representação do relevo partindo da influência das grandes estruturas do relevo (1º táxon), perpassando pelos compartimentos que foram gerados pela ação climática ao longo do tempo geológico, processos morfoclimáticos mais específicos, modelados de agradação e denudação, setores da vertente, até pequenas formas de relevo que se desenvolvem por interferência antrópica direta ou indireta ao longo das vertentes (6º táxon).

Na presente pesquisa, por sua vez, a análise da paisagem parte de um critério morfoclimático. O contexto da zonalidade climática configura-se como 1º taxon, passando pela zona de contato das unidades morfoestruturais das províncias geológicas cristalina da Borborema e sedimentar do Parnaíba (2º e 3º táxons), pela depressões periférica (4º e 5º táxons) como principais unidades das paisagens superiores a depressão interplanáltica semiárida do Alto Coreaú (DISAC).

Muitas vezes, o processo de degradação de terras está diretamente ligado com o clima e a geomorfologia regional ou local, como é o caso de setores a barlavento de grandes

maciços, a exemplo do núcleo de desertificação de Irauçuba (Ceará), situado em grande parte, na vertente seca da serra de Uruburetama, como destacam Sales e Oliveira (2006).

Com relação ao instrumental técnico de leitura da paisagem, Carvalho (2001), apoiando-se na proposta de classificação de Long (1969), relaciona os níveis de observação às técnicas de sensoriamento remoto e sistema de informação geográfica, partindo da escala da ordem de 1:10.000.000 numa perspectiva global, onde o processo de desertificação se manifesta numa escala de longo prazo, perpassando por escalas da ordem de décadas a anos até a análise de tal fenômeno a partir de escalas espaciais maiores do que 1:5.000 onde são utilizadas técnicas de monitoramento e experimento de campo.

Quanto ao recurso natural explorado na pesquisa, o calcário, RADAMBRASIL (1981) estabelece uma hierarquia com diferentes ordens de grandeza e taxonomia das unidades metalogenéticas: província (G1), distrito (G2), setor (G3), núcleo (G4) e campo (G5), sendo este último a escala de análise da presente pesquisa.

Tomando exemplos relacionados à temática de estudo, podemos citar Venturi (1993), que ao estudar a gestão das unidades de conservação, mais especificamente do Parque Nacional das Emas, em Goiás, identificou unidades de paisagem de diferentes grandezas permitindo a compreensão da dinâmica interna da unidade de conservação, mas enquadrando-a em contextos maiores, partindo do Parque Nacional das Emas (4ª grandeza), perpassando pelos chapadões do Brasil Central, domínio morfoclimático e fitogeográfico dos Cerrados até a zonalidade do clima Tropical (1ª grandeza) – a maior unidade de paisagem identificável no estudo.

A análise de paisagens multiescalares segue uma tendência da ciência contemporânea em não isolar mais os fenômenos em contextos estreitamente confinados, mas abrí-los ao exame das interações e investigações de setores da natureza cada vez maiores (BERTALANFFY, 2010). É preciso compreender, portanto, os sistemas como uma entidade e não como um aglomerado de partes, pois *“en realidad no se trata de integrar sino de estudiar y analizar um objeto que ‘es’ integrado”* (BOLÓS I CAPDEVILLA, 1981, p. 46).

#### **2.4.2. Recurso natural: um conceito híbrido entre natureza e sociedade**

Ao longo dos tempos, o conceito de recurso natural acabou sendo simplificado no contexto das ciências ambientais através de inúmeras classificações, por exemplo, quanto à

sua capacidade de resiliência (renovável ou não-renovável) ou a sua origem (animal, mineral e vegetal). No universo das ciências humanas, por sua vez, o conceito foi enquadrado ideologicamente e unilateralmente pela abordagem marxista acarretando, no âmbito da Geografia, sua rejeição pela Geografia Crítica perdendo assim o caráter de universalidade.

Na Economia dos Recursos Naturais, uma das ramificações da Economia Ambiental Neoclássica, a natureza é concebida como provedora de recursos ao sistema econômico, procurando responder questões como o padrão ótimo de uso desses recursos, qual o manejo adequado dos recursos renováveis e qual a taxa ótima de depleção dos recursos não-renováveis, isto é, numa perspectiva puramente economicista, muito diferente da Economia Ecológica, outra corrente econômica relacionada ao meio ambiente (ANDRADE, 2008).

Essa concepção norteou o desinteresse pela discussão sobre os recursos naturais na Geografia, ratificando a ideia, segundo Leff (2006), fundamentada na abordagem marxista que parte do pressuposto de que o geossistema é um mero provedor de recursos naturais alimentando a força de trabalho humana. Dessa forma, no sentido prático, o recurso natural passou a ser entendido como qualquer elemento natural explorado pela sociedade ao qual se pode agregar um valor econômico e responsável por contradições e conflitos sociais, resultantes de apropriações unilaterais ou depredatórias, portanto, dentro de uma lógica capitalista de reprodução do capital.

Como consequência, o conceito de recurso natural escapa dos rigores do método científico, caindo no senso comum, a partir do momento que seu potencial enquanto conceito é subestimado, pelo entendimento da passividade do sistema natural e a não discussão dos aspectos naturais de sua existência, bem como os princípios econômicos e culturais e formas de valoração influenciando diretamente na estrutura e relações da organização espacial de uma região ou território, sem desconsiderar é claro, a relação direta entre a apropriação do recurso natural e a reprodução do capital.

Diante dessas questões, algumas releituras atuais do conceito de recurso natural (VENTURI, 2006; AUGUSTIN, 2008; RODRIGUEZ; SILVA, 2012 e FUERTES, 2007, DIEGUES, 1996) tentam ampliar e estruturar o conceito, superando a ideia do recurso apenas como elemento concreto da natureza e com valor mercadológico, caminhando, portanto, em direção a uma maior amplitude conceitual e sem amarras ideológicas.

Para Venturi (2006, p. 15) o recurso natural pode ser definido como:

“qualquer elemento ou aspecto da natureza que esteja em demanda, seja passível de uso ou esteja sendo usado direta ou indiretamente pelo Homem como forma de satisfação de suas necessidades físicas e culturais, em determinado tempo e espaço”.

Fuertes (2007) elenca algumas características que conferem singularidade ao conceito de recurso natural diferenciando-o das criações humanas: interdependência, permanência, naturalidade e imobilidade. Dentro dessa perspectiva, o recurso natural possui uma intrínseca relação com os demais elementos da natureza, possuindo uma existência temporal em função da dinâmica natural responsável pela sua formação, além de estar diretamente ligado a uma base espacial/territorial de ocorrência do recurso.

O recurso natural assume um caráter eminentemente geográfico, um conceito híbrido, na medida que só existe na conjugação entre sociedade e natureza com uma forte expressão espacial e temporal, tanto no sentido de sua ocorrência e dos fluxos gerados por seus usos.

Segundo Augustin (2008, p. 381) o recurso natural "é produto da relação entre os sistemas naturais e a identificação de um valor de uso, o que confere ao arranjo dos recursos naturais em determinada área uma natureza social, econômica e política". Em outras palavras, se "por um lado, os recursos naturais ocorrem e distribuem-se no estrato geográfico segundo uma combinação de processos naturais, por outro, sua apropriação ocorre segundo valores sociais" (VENTURI, 2006, p. 15).

Quanto às suas tipificações, os recursos naturais podem ser classificados segundo sua origem em geológico, geomorfológico, hídrico, biológico e pedológico, além de georrecurso ou geopatrimônio. O elemento clima também pode ser um recurso natural para diversas atividades como agricultura e turismo, além da gestão da água e das energias renováveis e, não apenas, como desencadeador de riscos e desastres naturais de origem climática, como secas e enchentes.

O recurso paisagístico ou georrecurso emerge como conceitos importantes nas discussões sobre geoturismo e geoconservação, bastante trabalhados em universidades estrangeiras, ressaltando a paisagem como recurso natural do tipo aspecto e não elemento natural coadunando com a definição de Venturi (2006).

De forma mais específica, o recurso hídrico, por exemplo, pode assumir a perspectiva de um recurso hidráulico, no caso das águas utilizadas para geração de energia hidrelétrica, mas não necessariamente, do ponto de vista da dessedentação humana e animal. No caso da Amazônia, ocorre o oposto, pois, em linhas gerais, o potencial hidráulico das águas é baixo, porém, o biológico e humano são elevados.

O recurso mineral ocorre quando estão aliadas às características geológicas da região, o valor comercial do minério e a necessidade de uso do mesmo. No caso do Semiárido Brasileiro, por exemplo, onde os processos intempéricos atuantes acabam por expor as estruturas rochosas à superfície, além de uma menor espessura dos solos, a litologia, a

exemplo dos campos calcários na área de estudo estão mais próximas à superfície facilitando o processo de exploração mineral, principalmente, de forma rudimentar e manual como ocorre com o calcário nos municípios de Coreaú e Sobral (ALBUQUERQUE, 2008).

Botelho (1999) ressalta que a maior ênfase dada ao estudo dos solos em detrimento das rochas, em regiões tropicais, como é o caso do Brasil, talvez esteja relacionada à presença de uma cobertura pedológica relativamente profunda sobre a qual se desenvolvem as atividades humanas. No Semiárido Brasileiro, enquanto área de exceção no cenário de tropicalidade brasileira, o quadro parece se confirmar, mas inversamente, sendo privilegiados estudos e atividades ligadas à mineração e menos aos solos devido às limitações físicas.

No tocante à localização, os recursos naturais apresentam padrões de integração e interrelação espacialmente identificáveis, a ponto de se poder afirmar que têm endereço espacial. Assim, por exemplo, uma reserva de petróleo, de carvão, ou uma paisagem turisticamente atraente não são removíveis (AUGUSTIN, 2008).

Em regiões secas do globo, por exemplo, a deficiência hídrica torna a água um recurso natural de grande valor e geradora de muitos conflitos com relação ao controle dos corpos hídricos e a relação quantidade/qualidade das águas, para ficarmos apenas em dois exemplos. Da mesma forma, a dinâmica natural expõem os recursos minerais à superfície facilitando a exploração manual dos mesmos em ambientes quentes e secos, como citado anteriormente.

Num contexto espacial mais restrito, o das áreas urbanas, aspectos como a topografia, bem como a presença de áreas verdes, assumem a conotação de recurso natural acarretando nas diferenças de valor dos imóveis, pois, influenciam respectivamente, na redução dos custos e maior acessibilidade, além, de uma maior qualidade de vida, principalmente, em setores das cidades em que a deterioração da qualidade do ar são mais acentuadas.

Aspectos como o local de ocorrência, a abundância e a acessibilidade ao elemento natural, conferem ao mesmo condicionantes para um recurso natural de alto valor social, seja econômico ou cultural.

O processo de valoração da natureza também altera-se a partir da dimensão temporal, pois, por escassez ou surgimento de outras técnicas ou produtos, elementos ou aspectos naturais reduzem ou aumentam seu valor social, como é o caso da carnaúba, na área em estudo, onde na década de 1940, com poucas arrobas de cera de carnaúba comprava-se um automóvel. Na atualidade, após a substituição por produtos sintéticos o valor caiu consideravelmente, dificultando inclusive a preservação dos carnaubais ficando claro a relação entre a conservação do elemento natural e seu valor enquanto recurso natural no caso de uma atividade extrativista.

Outro aspecto teórico-metodológico importante do conceito de recurso natural é a sua aplicação a diversos contextos sociopolíticos e econômicos e não apenas com um viés do sistema capitalista de produção. Os recursos naturais podem ser explorados por sociedades sob diferentes regimes econômicos, como países socialistas ou tribos indígenas, por exemplo, apesar de serem realidades cada vez mais escassas.

Para Rodriguez e Silva (2013) existem pelo menos 04 tipos de desenvolvimento, particularmente, sobre o desenvolvimento sustentável: estilo neoliberal; estilo capitalista; estilo de pensamento comunitário, e; estilo ecossocialista. Estes dois últimos e, sobretudo, o Ecossocialismo compreende a ideia da apropriação social dos recursos naturais por meio das formas coletivas de organização social da produção.

O recurso natural pode ser explorado por indivíduos ou sociedades sem o viés econômico, mas para atender as necessidades de alimentação, vestuário ou moradia, por exemplo, muito embora sejam realidades cada vez mais raras dentro de uma lógica capitalista dominante no mundo, relevando um valor de uso muito maior do que o valor de troca que pode assumir uma identidade individual ou coletiva.

O grau de valoração econômica ou cultural confere uma outra característica ao recurso natural, que está associado diretamente a sua área de influência espacial, o que Venturi (2006) chama de valor local, afinal, a grandeza do valor social conferido ao elemento ou aspecto natural permite sua fluidez espacial ou a fluidez das pessoas que o buscam.

Os recursos minerais não-metálicos, principalmente, os utilizados diretamente pela indústria civil como calcário, argila e areia, possuem um rebatimento espacial muito menor que os metálicos (ferro, ouro, manganês, etc...) que embora mais utilizados diretamente pela população, possuem baixo valor local estando, portanto, seus deslocamentos muito mais restritos às suas áreas de ocorrência natural.

O uso dos recursos naturais também pode ocorrer de forma indireta. Nesse aspecto recai uma das principais contribuições de Venturi (2006) sobre a valoração do recurso natural enquanto aspecto (ar, relevo, paisagem natural, etc.), além da ideia clássica de elemento natural, o qual é apropriado indiretamente, muitas vezes valorado a partir de princípios culturais, dentre eles os religiosos.

"A inclusão das **necessidades culturais** permite-nos superar a relação recurso-necessidade e incluir a aproximação do recurso como satisfação de anseios, com motivação cultural, a exemplo da valorização da vista para o mar (não se trata de uma necessidade, mas de um anseio), da educação ambiental e recreação desenvolvidas nas unidades de conservação, entre outros" (VENTURI, 2012, p. 42).

Do ponto de vista do recurso natural enquanto aspecto, portanto, de uso indireto, há muitas vezes uma apropriação simbólica da natureza, gerando muitas representações míticas que, além do valor explicativo, segundo Vallejo (2002) tem um sentido territorial e conservacionista.

Dentro dessa lógica, territorialidades são criadas a partir da apropriação dos recursos naturais, aproximando diferentes concepções de território propostas por Haesbart (2006), por exemplo:

- *dimensão materialista* em que a ligação material entre território e natureza é explícita, ou seja, a natureza é antes de tudo uma fonte de recursos, "*meios materiais de existência*".
- *dimensão não-material*, ou seja, a existência de poderes invisíveis implícitos (ideal-simbólica).

Assim, em nome de princípios religiosos, recursos naturais são conservados como é o caso do Baobá (*figura 09*), árvore considerada sagrada na África. No Oriente Médio, por exemplo, é comum as noivas casarem-se com vestido preto fazendo alusão à fertilidade do solo, pois, a cor branca significa esterilidade das areias do deserto, um simbolismo da época grega em que o casamento representava a vida e a entrega para a fertilidade e também é um rito de morte simbólica (FERNANDES, 2013).

Do ponto de vista sagrado, a água assume um valor de recurso natural muito importante para os hindus que banham-se no poluído rio Ganges, a personificação da deusa Ganga Kalighat, dada a sacralidade de suas águas (*figura 08*). No geral, a maior parte das religiões do mundo cultuam a água como elemento sagrado de rituais, principalmente, no batismo.



**Figura 08.** Baobá, árvore sagrada dos africanos, símbolo de Madagascar e mergulho sagrado dos hindus no rio Ganges após enxurrada de lama.

Fontes: <<http://netnature.wordpress.com/2011/10/20/a-origem-e-a-caracterizacao-biogeografica-de-madagascar/>>. Acesso em: 20 novembro 2014.

<<http://oglobo.globo.com/blogs/pagenotfound/posts/2013/06/18/hindus-dao-mergulho-sagrado-em-enxurrada-de-lama-no-rio-ganges-500409.asp>>. Acesso em: 07 julho 2013;

A apropriação do recurso natural, independente do grupo social ou da finalidade, sempre ocasionará alteração do ambiente, seja na exploração, apropriação ou no uso dos recursos naturais gerando impactos ambientais, sejam eles, negativos ou positivos.

Dessa forma, o impacto ambiental é um subproduto dessa relação (AUGUSTIN, 2008). Por isso, os conceitos de recurso natural e impacto ambiental estão diretamente ligados. "A elaboração do conceito de impacto ambiental requer mudanças na noção de sistemas dinâmicos, através da concepção dos sistemas complexos, não-lineares e longe do equilíbrio" (COELHO, 2001, p. 21).

Os impactos ambientais negativos ocorrem nos sistemas naturais quando há uma superexploração direta dos recursos naturais acima da sua capacidade de suporte e, nos sistemas sociais, quando há uma superexploração de uma determinada classe sobre outra recaindo os efeitos dos impactos ambientais sobre todos e o benefício sobre poucos.

A incorporação de questões teórico-metodológicas como a relação elemento/aspecto, diversidade de sistemas socio-políticos e econômicos, critérios de valoração diferenciados pelas classes sociais e a dinamicidade temporo-espacial conferem ao conceito de recurso natural uma maior amplitude, "livre" de amarras ideológicas e universalmente aplicável.

Diante do exposto, concebemos o recurso natural como um conceito híbrido capaz de integrar os sistemas naturais e sistemas sociais na análise dos sistemas ambientais (sistemas superiores), concebendo a dimensão econômica e cultural expressas na organização espacial, além de entender que os recursos naturais criam territorialidades mutáveis no tempo e no espaço.

Ao nível da aplicação do conceito de recurso natural, alguns indicadores podem operacionalizar a dimensão da relação entre os sistemas sociais e naturais detalhando as características que tornam o sistema ambiental socialmente vulnerável e naturalmente suscetível para fins de planejamento e gestão ambiental do território.

Entre as características dos recursos naturais, podemos diferenciar e classificar o elemento e o aspecto natural a partir dos seguintes parâmetros:

- Forma de apropriação: direta ou indireta;
- Periodicidade: constante ou esporádica;
- Intensidade do uso: maciço ou seletivo;
- Valor agregado: baixo, médio ou alto;
- Consequência do uso: degradação, conservação ou preservação;
- Grupo social que mais valoriza: interno, externo ou setores x ou y;
- Critério de valoração: propriedade mineral, beleza cênica, volume, etc.
- Mobilidade espacial: alta ou baixa;

A utilização desses indicadores permite estabelecer o grau de relação e apropriação dos aspectos e elementos naturais pela sociedade de um determinado espaço/tempo, bem como os impactos ambientais ocasionados, sendo muitas vezes motivos de conflitos ambientais os quais precisam ser conhecidos e geridos pelas políticas públicas de uso e conservação dos recursos naturais.

## **2.5. A GEOGRAFIA APLICADA AO ORDENAMENTO TERRITORIAL: UMA APROXIMAÇÃO ENTRE CIÊNCIA E POLÍTICA**

Embora a Geografia, enquanto escopo do campo científico esteja “limitada” ao universo acadêmico, a mesma é instigada a responder a sociedade com a aplicação dos seus conhecimentos enveredando-se assim, em alguns momentos, pelo campo da política, a qual estrutura-se numa outra lógica fazendo da ciência também uma prática social.

Dessa forma, ciência e política, mesmo em lados opostos, convivem em busca de uma complementariedade, mesmo reconhecendo a dualidade de suas dimensões, a fim de pensar pesquisas/projetos e torná-los políticas públicas que propiciem a melhoria de vida da sociedade.

Após compreender a organização espacial, ou seja, a estrutura, a composição e a disposição dos componentes na superfície, bem como suas funções e as relações espaciais, etapa essa que enquadra-se no âmbito científico, o próximo passo é o do planejamento ambiental, na esfera política, mesmo não sendo objeto principal da ciência, cabe-nos discutir níveis e/ou categorias do planejamento ambiental que assumem um contexto eminentemente geográfico.

Para Rodriguez e Silva (2008), o planejamento ambiental apresenta várias categorias organizadas em diferentes níveis, sendo a avaliação estratégica e a gestão e ordenamento, com expressiva dimensão espacial, as que possuem uma maior interface com a ciência geográfica (*figura 09*). De forma mais específica, a avaliação ambiental estratégica (AAE):

é um procedimento sistemático e contínuo de avaliação da qualidade do meio ambiente e das consequências ambientais decorrentes de (...) alternativas de desenvolvimento, (...) como a formulação de políticas, planos e programas, de modo a assegurar a integração efetiva dos aspectos biofísicos, econômicos, sociais e políticos, o mais cedo possível, aos processos públicos de planejamento e tomada de decisão (PARTIDÁRIO, 1999, p. 15 *apud* MMA, 2002).



**Figura 09.** Categorias e níveis de planejamento ambiental e territorial  
Fonte: Rodriguez e Silva (2013).

A Geografia com suas teorias, métodos e categorias de análise possui bagagem capaz de contribuir com a gestão e ordenamento do território, otimizando a estrutura espacial, determinando a apropriação dos recursos naturais, a situação ótima de uso dos sistemas ambientais mantendo ao máximo indicadores de diversidade (bio, geo e sociodiversidade) (RODRIGUEZ e SILVA, 2013).

Dessa forma, focaremos no ordenamento territorial por entender que não devemos fazer a gestão do território, além do mesmo enquadrar-se enquanto categoria numa perspectiva espacial, colocando-se, portanto, como um importante instrumental técnico e político de atuação da Geografia, uma vez que, segundo Sanchez e Silva (1995), o processo de ordenamento territorial envolve estratégias para disciplinamento das relações entre os aspectos ecológicos e socioeconômicos dos sistemas ambientais.

Segundo Ruckert (2007), a concepção do ordenamento territorial é transladada da Europa do pós-guerra, porém, enquanto em Portugal a política de ordenamento territorial é concebida em paralelo ao planejamento do desenvolvimento urbano (escala local) pelo Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e Energia (MAOTE), no Brasil a mesma articula-se com a política de desenvolvimento regional entre os Estados (escala regional) pelo Ministério da Integração Nacional (MIN) revelando diferenças na escala de intervenção, na abordagem e órgão executor.

Na perspectiva regionalizada de ordenamento territorial, escala de análise da presente pesquisa, Egler *et al.* (2013) apresentam 03 diretrizes para o desenvolvimento regional compreendendo nesse contexto o ordenamento territorial como instrumento integrante:

- *coesão territorial* – parte do princípio de que os agentes sociais que atuam em determinado território podem colaborar em torno de programas e projetos comuns, reduzindo, por meio de negociações pactuadas, os custos de transações inerentes ao processo de desenvolvimento;
- *policentralidade* – está associada a idéia de redes, segundo a qual os núcleos urbanos formam os nós que são conectados por arcos, por onde circulam fluxos materiais e imateriais, seguindo uma hierarquia definida por sua complexidade funcional;
- *sustentabilidade* – está associada à inclusão da dimensão ambiental no processo de planejamento.

Do ponto de vista oficial, o Ministério da Integração Nacional (BRASIL, 2005) define o ordenamento territorial como um “instrumento de planejamento, como elemento de

organização e de ampliação da racionalidade espacial das ações do Estado”, concepção esta aplicada ao Plano Nacional de Ordenamento Territorial (PNOT).

Sanchez e Silva (1995), por sua vez, complementam a definição destacando as relações entre os sistemas sociais e naturais e seus desdobramentos espaciais, ao entender o ordenamento territorial como processo de planejamento envolvendo estratégias para resolver distorções, divergências ou mesmo conflitos nas relações entre os atributos ecológicos ou naturais e os aspectos socioeconômicos, tendo por objetivo o desenvolvimento sustentável.

Vale ressaltar que na perspectiva sistêmica, a desorganização também é uma forma de organização, divergindo da origem da palavra ordem (do latim *Ordo, dinis*: boa disposição das coisas). A desordem no sentido da má disposição dos objetos configura-se também como uma ordem/organização, porém, que não contempla as características apontadas por Egler *et al.* (2013) para um ordenamento territorial e seu desenvolvimento regional.

A organização, por sua vez, é entendida como o “encadeamento de relações entre componentes ou indivíduos que produz uma unidade complexa ou sistema, dotada de qualidades desconhecidas quanto aos componentes ou indivíduos” (MORIN, 2008, p. 133). Três termos estão implícitos na organização: *interrelação*, *organização* e *sistema* remetendo a idéias distintas, mas inseparáveis (MORIN, 2008, 134):

- idéia de interrelação – remete aos tipos e formas de ligação entre elementos ou indivíduos, entre esses elementos/indivíduos e o Todo;
- idéia de sistema – remete à unidade complexa do todo inter-relacionado, às suas características e propriedades fenomenais;
- idéia de organização – remete à disposição das partes dentro, em e por um Todo.

Trazendo para o âmbito geográfico, a “desorganização” espacial, o crescimento “desordenado”, dentre outras expressões muito utilizadas nada mais são do que formas de concepção da organização e da ordem, respectivamente, mas a serviço de uma outra lógica de construção espacial. Nessa perspectiva teórica, o quadro da degradação de terras no Semiárido Brasileiro não significa necessariamente uma desordem, mas uma ordem a favor da degradação que beneficia alguns agentes sociais ou fixos geográficos específicos.

Nesse contexto político-científico, os zoneamentos ambientais das mais variadas escalas e recortes espaciais, enquanto instrumentos preconizados pela Política Nacional de Meio Ambiente, de 1981, colocam-se como uma ferramenta de ordenamento ambiental territorial, onde as características, potencialidades e fragilidades dos sistemas naturais e sociais, em consonância com a legislação ambiental vigente possibilitam a identificação de

áreas com usos e ocupações que garantam a qualidade e o equilíbrio do sistema ambiental como um todo como é o caso do zoneamento ecológico-econômico (ZEE).

O ordenamento territorial com fins de proteção ambiental passou a ser conhecido como Zoneamento Ecológico-Econômico, ganhando força a partir dos anos de 1990 e foi regulamentado pelo Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002 (SANCHÉZ, 2008).

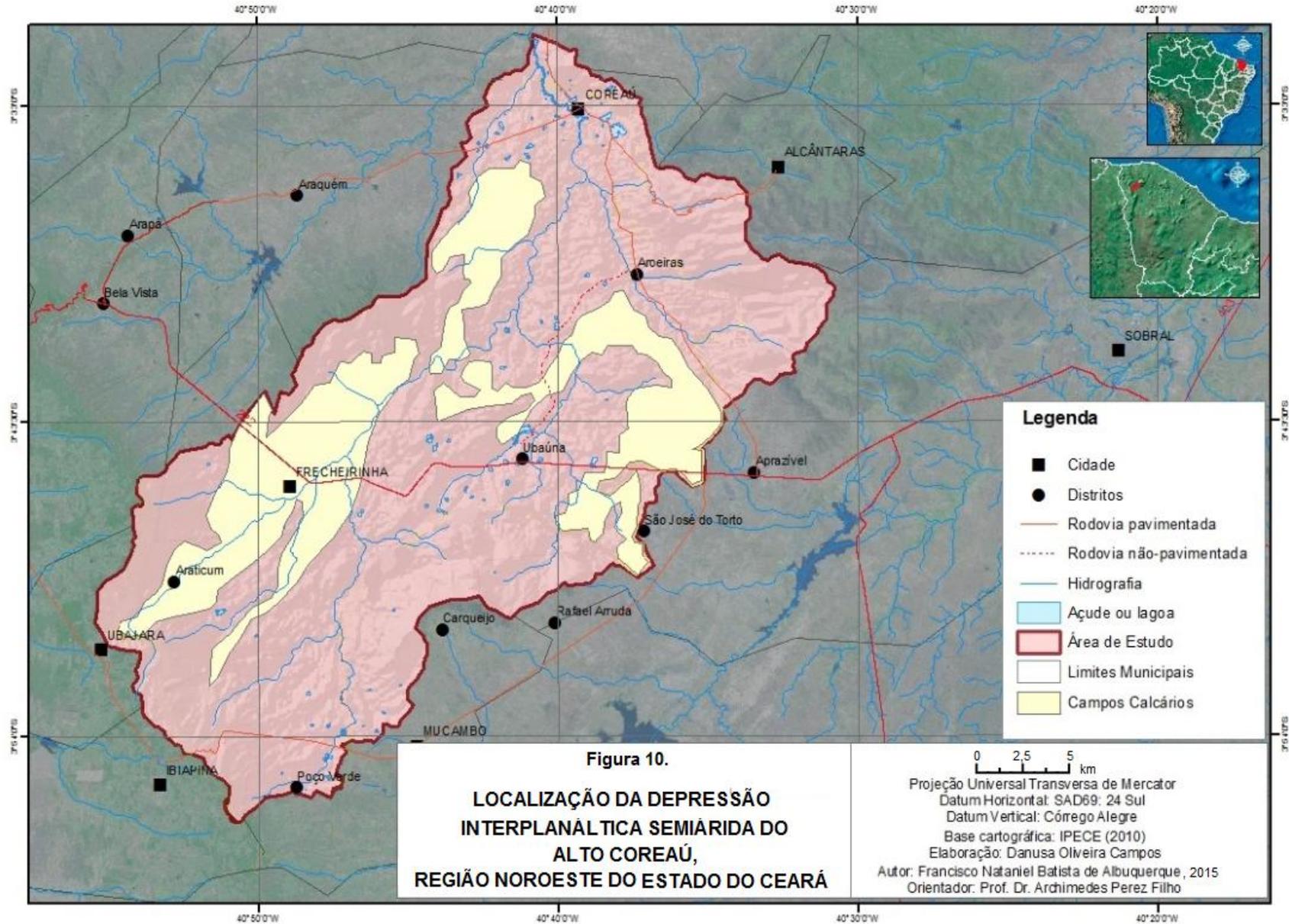
## **2.6. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E TÉCNICO-OPERACIONAIS**

### **2.6.1. Breve localização e caracterização da área de estudo**

A área de estudo, a depressão interplanáltica semiárida do Alto Coreaú (DISAC), situa-se na porção noroeste do Estado do Ceará, entre as coordenadas geográficas de 03°30'40"; 03°55'45" S e 40°31'12"; 40°55'05" W compreendendo parte do território dos municípios de Alcântaras, Coreaú, Frecheirinha, Ibiapina, Mucambo, Sobral, Tianguá e Ubajara, totalizando uma área de 979 km<sup>2</sup>, o equivalente a 29% da área total da bacia hidrográfica do rio Coreaú (3.377 km<sup>2</sup>), além de uma ínfima área na bacia hidrográfica do rio Acaraú.

Do ponto de vista natural, a presente área situa-se no extremo norte da poligonal do Semiárido Brasileiro, na zona de contato entre as províncias geológicas da Borborema (E) e Parnaíba (W), no contexto da depressão Sertaneja, com altitudes médias de 100 a 200 m bordejada pelos enclaves úmidos do maciço da Meruoca-Rosário (E) e do planalto da Ibiapaba (W) onde as altitudes chegam aos 900 m (*figura 10*).

A DISAC está submetida a variações pluviométricas que vão de 700 a 1.500 mm anuais, originando, na parte depressional, os Neossolos Litólicos em sua maior parte, os quais são revestidos por diferentes estágios e portes da vegetação de Caatinga, além de rios intermitentes com destaque para o rio Coreaú, principal coletor de drenagem da bacia homônima e o açude Trapiá III, o principal reservatório.



Do ponto de vista socioeconômico, a área pertence a zona de influência da cidade de Sobral, pólo da região Norte do Estado, distante 30 km e a qual está interligada pela rodovia federal BR-222. Nas áreas úmidas, predominam atividades ligadas a fruticultura e ao turismo ecológico e, nas terras semiáridas, a pecuária extensiva, a agricultura de subsistência, o extrativismo da carnaúba (*Copernicia prunifera*) e, por fim, a cadeia produtiva da mineração do calcário para fabricação de cal pelas caieiras, unidades de produção rudimentares e artesanais e, de cimento, pela unidade fabril do Grupo Votorantim. Mais recentemente, na perspectiva da reestruturação produtiva do território, destaca-se o pólo de confecção de moda íntima da cidade de Frecheirinha, atualmente o maior empregador na área de estudo.

### 2.6.2. Procedimentos metodológicos

O geossistema da DISAC é uma entidade espacial natural que configura-se como o principal táxon de análise, a partir do qual escalas superiores e inferiores serão definidas. O geossistema é, portanto, uma escala de transição entre os níveis superiores de domínio das paisagens naturais e, os inferiores, onde a intervenção dos sistemas sociais mediante a apropriação dos recursos naturais caracteriza tais níveis escalares (*tabela 02*).

*Tabela 02 – Escalas espaciais e conceitos norteadores adotados na tese.*

<b>Escala Espacial</b>	<b>Conceito norteador</b>	<b>Critério de Classificação</b>	<b>Nível Hierárquico</b>	<b>Dimensão Aprox. (km<sup>2</sup>)</b>
Escala superior	Paisagem	Climático	1º nível	21.000.000
		Morfoclimático	<i>n</i> níveis	<1.000.000
Geossistema	Paisagem e Recurso natural	Formações carbonáticas da Depressão Interplanáltica Semiárida do Alto Coreaú		1.000
Escala inferior	Recurso natural	Campo calcário Aroeiras	1º nível	100
		Afloramentos calcários do Campo Aroeiras	2º nível	<1

Elaboração: Nataniel Albuquerque, 2015.

No contexto do geossistema e das escalas inferiores (geofácia e geótopo), a identificação do recurso natural calcário permite estabelecer um elo concreto, mas também conceitual entre os sistemas naturais e sociais, este último, exercendo uma influência cada vez mais direta à medida que a escala de análise torna-se mais local compreendendo os fixos e os fluxos por eles gerados.

Na escala do geossistema, o recurso natural é analisado a partir das formações carbonáticas identificadas nos 3 campos calcários da DISAC; na escala do geofácies, do Campo Calcário Aroeiras, e; na escala do geótopo, dos afloramentos calcários explorados no referido campo.

Do ponto de vista do recorte espacial, não optou-se exclusivamente pela bacia hidrográfica como unidade de estudo como na maioria dos estudos ambientais. Tal decisão deve-se ao fato do relevo semiárido, em linhas gerais, assumir uma conformação aplainada definindo, portanto, divisores de água rebaixados a ponto de não se perceber as delimitações de bacias hidrográficas contíguas. Além disso, o calcário, enquanto recurso natural norteador da pesquisa possui uma disposição espacial fragmentada e diferenciada que ultrapassa os limites do sistema hidrogeomorfológico em alguns pontos.

Do ponto de vista temporal, foram adotadas duas escalas, de médio e curto prazo segundo propõe González-Bernáldez (1981) (*figura 11*). Adotou-se os meados da década de 1950 e a década de 1960, período de instalação de grandes fixos “consumidores” do recurso natural calcário no geossistema, como ponto de partida da nossa análise de médio prazo. Na escala de curto prazo, por sua vez, foi analisado o grau de influência da sazonalidade e semiaridez anual do clima na dinâmica dos sistemas sociais.

NÍVEL ESCALAR TEMPORAL	TÉCNICA DE ANÁLISE
CURTO PRAZO	ANÁLISE DAS DINÂMICAS ESTACIONAIS
MÉDIO PRAZO	ANÁLISE COMPARATIVA DE FOTOGRAFIAS AÉREAS, IMAGENS DE SATÉLITE E/OU MAPAS DE USO DA TERRA
LONGO PRAZO	ANÁLISE PALINOLÓGICA

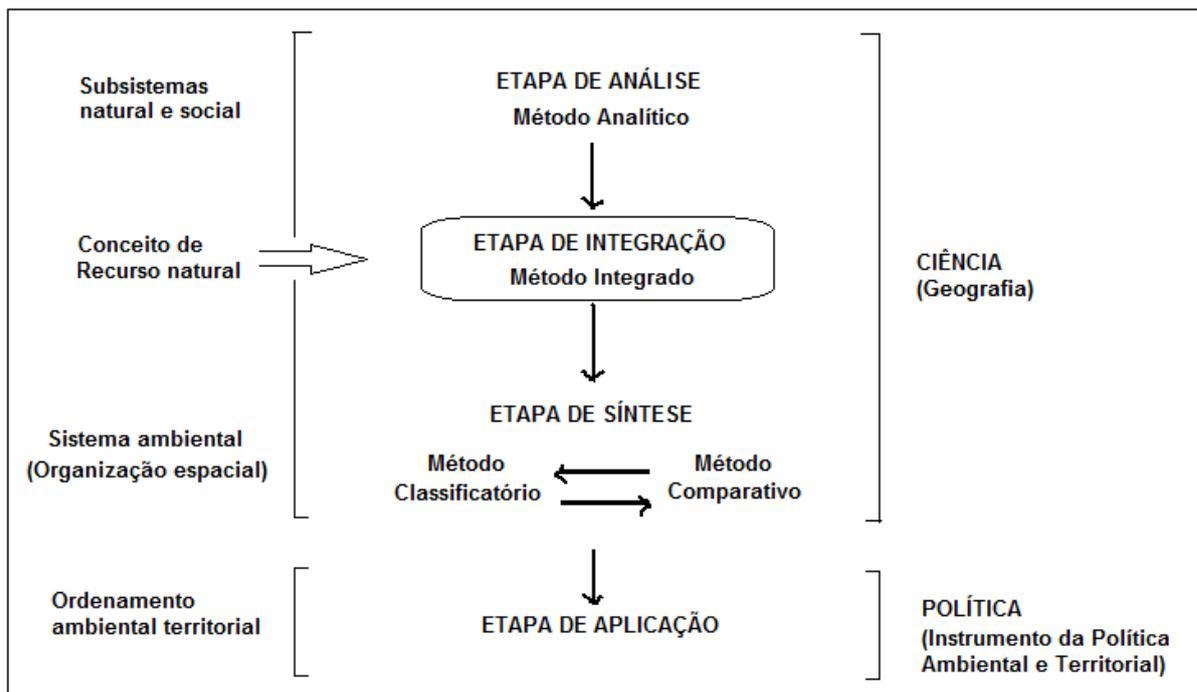
ESCALAS DE ANÁLISE DA PESQUISA

**Figura 11.** Escalas temporais de análise da pesquisa.

Fonte: Adaptado de González-Bernáldez (1981).

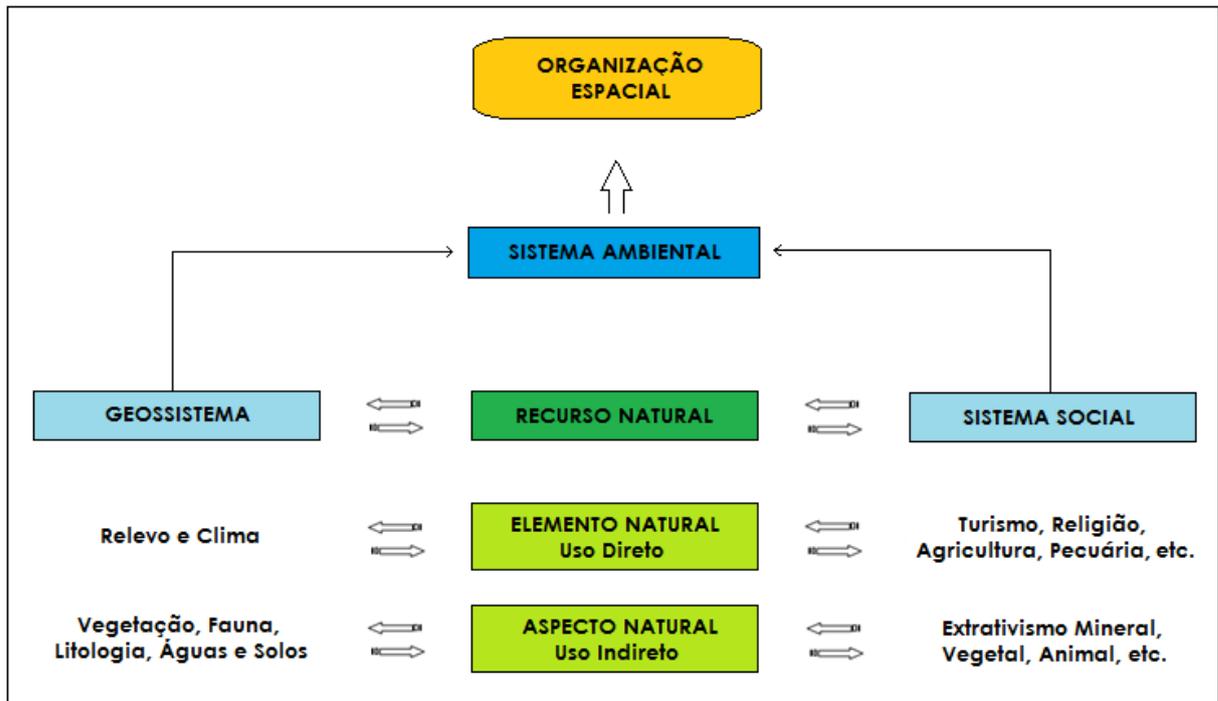
Numa perspectiva aplicada, a presente pesquisa foi composta por uma sucessão complementar de “métodos” com base nas etapas de Monteiro (2001), ficando assim estruturada (*figura 12*):

- etapa análise – estudo das variáveis “naturais” e “sociais” em diferentes escalas nos respectivos subsistemas;
- etapa integração – fusão dos subsistemas a partir dos "recursos naturais" e “impactos ambientais”;
- etapa síntese – definição de “unidades homogêneas” do sistema ambiental, assumindo papel primordial na organização espacial;
- etapa aplicação – proposição de medidas para o ordenamento territorial.



**Figura 12.** Escopo do método da análise integrada ou geográfica adotado na pesquisa.  
Elaboração: Nataniel Albuquerque, 2015.

A etapa de integração dos subsistemas natural e social foi concretizada a partir do conceito de recurso natural, entendido como elemento e/ou aspecto natural, passíveis, respectivamente, de serem apropriados pela sociedade de forma direta e indireta (*figura 13*).



**Figura 13.** Recurso natural – elo conceitual de integração entre os sistemas sociais e naturais. Elaboração: Nataniel Albuquerque, 2015.

A interrelação entre os subsistemas natural e social formam o sistema ambiental, um metassistema, produto da conjugação que, ao nível teórico-metodológico só será possível com conceitos que permitam essa ponte. O forte componente espacial do sistema ambiental permitiu a compreensão de sua organização espacial, entendido aqui como a expressão geográfica do metassistema.

A análise integrada será fundamentada pelo diálogo teórico-metodológico das abordagens sistêmica e dialética, respectivamente, através dos conceitos de organização espacial e ordenamento territorial numa perspectiva multiescalar, este último, fundamentado na Teoria dos Dois Circuitos da Economia Urbana de Milton Santos (2008).

### 2.6.3. Procedimentos técnico-operacionais

Inicialmente, os procedimentos operacionais concentraram-se nos levantamentos teórico-metodológicos e empíricos da tese objetivando a fundamentação da relação teoria – método e a caracterização do universo do objeto de estudo, conferindo base a conceitos e/ou

temas como semiaridez, recurso natural, mineração, degradação de terras e ordenamento territorial.

O próximo passo da pesquisa constitui-se na etapa analítica de caracterização e classificação dos sistemas naturais e sociais nas escalas espaciais e temporais adotadas como recortes da pesquisa.

Os sistemas naturais foram identificados a partir de material cartográfico de diferentes escalas e fontes secundárias, dada as diferentes escalas espaciais situadas entre o geossistema e o nível escalar superior, porém, concentrando-se em mapeamentos morfoclimáticos existentes nas escalas superiores e, nas escalas inferiores, nos mapas geológicos da Companhia de Pesquisa de Recurso Mineral (CPRM) e do Projeto RADAMBRASIL. Vale ressaltar a escassez de material cartográfico e a incompatibilidade das escalas dos mapas e imagens disponíveis limitando a análise multiescalar do ponto de vista cartográfico.

Para elaboração dos mapas foram utilizadas geotecnologias como o Sistema de Informação Geográfica (SIG) e o Sensoriamento Remoto, para a elaboração e análise da base de dados da área de estudo. Para operacionalização dos dados foi utilizado o programa ArcGis 9.2 e seus módulos (*Analysis Tools, SpatialAnalyst Tools, SpatialStatistics Tools*).

Os mapas foram elaborados utilizando a projeção cartográfica *Universal Transversa de Mercator* e datum SAD69. Ainda foram levantadas documentações cartográficas como mapas temáticos do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará(IPECE) e da Companhia de Produção de Recursos Minerais (CPRM), imagens de satélite (*Landsat*) e imagens de radar (*SRTM*).

O limite do geossistema foi delimitado com base na extensão dos campos calcários e da sub-bacia do Alto Coreau. Esta, por sua vez, foi obtida da rede de drenagem extraída a partir dos Modelos Digitais de Elevação, da folha 03S405SR, da imagem de radar *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), adquirida do banco de dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), com qualidade e resolução de 90 m.

O geofácies do campo Aroeiras foi delimitado com restrições a partir da carta geológica da CPRM (2004) e do mapa metalogenético do Projeto RadamBrasil (1981), disponíveis apenas na escala 1:1.000.000, sendo que este último identifica as 03 fácies carbonáticas da DISAC com suas respectivas denominações. Os geótopos dos afloramentos calcários do campo Aroeiras, por sua vez, foram identificados a partir das imagens do *software Google Earth* e checagem de campo com auxílio do *Global Positioning System* (GPS).

Dada a dimensão da área pesquisada e a complexidade de variáveis do fenômeno foi realizado um recorte espacial para caracterização dos níveis inferiores. A investigação na

segunda escala foi concentrada, especialmente, no campo calcário Aroeiras considerando sua dimensão espacial, a densidade das atividades socioeconômicas e o grau de degradação ambiental identificado na escala do geossistema. Na escala de maior detalhe, foram identificadas as áreas mais degradadas do referido campo calcário, especialmente nas áreas de uso direto dos recursos naturais como as áreas de exploração mineral.

Os sistemas sociais da área de estudo, por sua vez, foram identificados com base na adaptação da Teoria dos Dois Circuitos da Economia Urbana, de Santos (2008), porém, numa escala regionalizada do geossistema e tendo como foco os circuitos constituídos em torno do recurso natural calcário, afim de caracterizar suas dinâmicas e conflitos. A caracterização do sistema social ocorreu mediante levantamento de informações secundárias, realização de entrevistas e aplicação de questionários com os agentes sociais dos circuitos econômicos identificados e as áreas de ocorrência dos referidos processos.

As unidades de produção de cal, principais fixos em análise, foram classificadas conforme sua tipologia em *caieira* e *forno de cal* e, segundo o estágio de funcionamento e conservação, foram classificadas em *ativa*, *desativada* ou *destruída*, as quais foram agrupadas em zonas denominadas de núcleos de produção de cal (NPC) e, as áreas de exploração manual da rocha agrupadas em núcleos de exploração de calcário (NEC) mediante visitas de campo com auxílio do GPS.

Após a identificação e qualificação dos sistemas naturais e sociais, efetuou-se a fase de integração dos respectivos subsistemas para o entendimento da organização espacial da área de estudo. Do ponto de vista teórico-metodológico, a integração foi realizada a partir do conceito de *recurso natural* no que tange a apropriação, uso e ocupação dos elementos e aspectos naturais, mas também, a partir do conceito secundário de *impacto ambiental* ao fazer referência às consequências da relação sociedade-natureza explicitada no processo de degradação das terras do geossistema.

A degradação das terras do geossistema foi constatada a partir de uma análise temporal de mapas de uso da terra de 1985 e 2011, temporalidades estas escolhidas em função da qualidade das imagens. Os mapas foram elaborados por meio da classificação supervisionada das imagens *Landsat* dos respectivos anos cedidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) no software ArcGis. Posteriormente a classificação da imagem, foram realizadas idas a campo para coleta de pontos de amostra com o auxílio do GPS para averiguação da assertividade da classificação, a partir da qual foram identificadas áreas “homogêneas” denominadas de núcleos de terras degradadas (NTD) ao nível do geofácies do campo calcário Aroeiras e adjacências e, nos demais níveis (geossistema e geótopo), foram

apenas identificadas as principais variáveis sociais e naturais influenciadoras e/ou determinantes dos processos de degradação/conservação nos referidos táxons.

Uma vez caracterizado os sistemas naturais e sociais, seus usos e os impactos ambientais, realizou-se a análise da organização espacial, a expressão geográfica do sistema ambiental regional, a partir dos reflexos espaciais da apropriação do recurso natural, a distribuição espacial dos fenômenos em questão, as interações (fluxos) entre as áreas e atividades, definindo assim padrões de organização espacial da área de estudo.

Por último, com base na análise da organização espacial definiu-se a fase propositiva da tese, estabelecendo a ligação entre as searas científica e política, na perspectiva do ordenamento territorial. Nesta etapa foram formuladas propostas de ordenamento territorial com base nas 03 diretrizes propostas por Egler *et al.* (2013), a fim de promover o desenvolvimento regional/local compatível com as 03 escalas de abordagem do fenômeno da degradação de terras no geossistema considerando, além dos fixos geográficos propostos, os existentes e os projetados para a área de estudo.

#### **2.6.4. Trabalho de campo**

A metodologia do trabalho de campo consistiu, inicialmente na espacialização aproximada dos campos calcários, especialmente, do campo Aroeiras a partir de material cartográfico e elementos visuais representativos do sistema natural, como afloramentos nas vicinais e adjacências e mudanças de solo na paisagem. Na perspectiva social, a presença de cavas, de caieiras e fornos de cal, além de restos de calcários em áreas de transbordo ao longo das vicinais foram elementos espaciais, a partir dos quais o trabalho de campo foi nortado.

No estágio final da pesquisa, outro elemento da paisagem, a presença do arbusto Pinhão-Bravo (*Jatropha mollissima*), auxiliou-nos na identificação das demais áreas de exploração ou transbordo de calcário, configurando-se, portanto, como indicador natural de áreas degradadas pela mineração de calcário.

Após a delimitação do campo, deu-se início a identificação de caieiras, fornos e áreas de exploração manual de calcário em funcionamento principalmente, as quais foram passíveis de identificação nas imagens de satélite do *Google Earth*, dada a resposta espectral singular das unidades produtivas (branco da cal depositada nos pátios a céu aberto) e das áreas de

exploração (cinza-azulado das cavas e ramificações deixadas pelos caminhos que ligam as cavas às principais vicinais da região).

As caieiras destruídas e as áreas de exploração inativas, por sua vez, foram identificadas a partir de observações minuciosas de campo e relatos orais obtidos em entrevistas.

Tomando a distância e as principais vias de escoamento da matéria-prima (calcário) e do produto acabado (cal) como critério, agrupou-se as pequenas áreas de exploração manual em unidades espaciais denominadas de Núcleos de Exploração de Calcário (NEC) e, as unidades produtivas em funcionamento, desativadas e destruídas, nos Núcleos de Produção da Cal (NPC), colocando-se, portanto, como importantes elementos da organização espacial do circuito produtivo da cal.

No tocante à degradação das terras, analisou-se a área a partir de interpretação de imagem de satélite de escala regional, a partir da qual foram identificadas as áreas *core* com maiores níveis de reflectância espacial em função da ausência total de cobertura vegetal e sua posterior, distribuição espacial.

Após os resultados obtidos em gabinete, a constatação em campo teve como ponto de partida a ausência de cobertura vegetal, aliado à presença de superfícies com presença de pavimento detrítico, erosão laminar e formação de crosta na paisagem, características essas que apontam o esgotamento do sistema solo-planta-água, a partir das quais foram identificadas 03 grandes áreas denominadas de Núcleos de Terras Degradadas (NTD).

### **3. MINERAÇÃO, DEGRADAÇÃO DE TERRAS E ORGANIZAÇÃO ESPACIAL NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

#### **3.1. MINERAÇÃO E UNIDADE DE CONSERVAÇÃO COMO INDUTORAS DA ORGANIZAÇÃO ESPACIAL SERTANEJA**

No contexto do Semiárido Brasileiro (SaB), ambiente de exceção na tropicalidade nacional, os arranjos espaciais possuem uma relação muito próxima com as características da natureza regional, produtos, em parte, da sazonalidade e semiaridez do clima no processo de formação e dinâmica das paisagens naturais de forma direta, mas também de forma indireta, à medida que muitas atividades desenvolvidas pela sociedade dependem de tais processos naturais, como a disponibilidade e espacialização dos recursos naturais.

Vale ressaltar que a adoção do termo Semiárido Brasileiro e não Nordeste Brasileiro vai de encontro não a uma visão naturalista ou determinista dos fatos, mas ressalta que as características climáticas que tanto conferem uma identidade regional, não caracterizam toda a região Nordeste, da mesma forma que não está restrita a mesma, afinal, registra-se a exclusão do Estado do Maranhão e a incorporação do norte do Estado de Minas Gerais, conferindo assim a ideia de um fenômeno de dimensões nacionais e não regionalizadas, na perspectiva político-administrativa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

A organização espacial do SaB é, em grande parte, resultado das estratégias utilizadas no processo histórico de ocupação dos *sertões*, principalmente, por meio da pecuária aliado a apropriação dos elementos e aspectos da natureza, transformando-os em recurso natural. Como afirma Venturi (2006, p. 15), se "por um lado, os recursos naturais ocorrem e distribuem-se no estrato geográfico segundo uma combinação de processos naturais, por outro, sua apropriação ocorre segundo valores sociais".

As primeiras cidades do mundo, por exemplo, originaram-se no entorno de significativos recursos hídricos em regiões secas como é o caso dos aglomerados populacionais da antiga Mesopotâmia ao longo dos rios Tigre e Eufrates (MUMFORD, 1998). Tal processo também ocorreu em certa medida no Semiárido Brasileiro com destaque para

algumas cidades sertanejas como Sobral e Icó (CE), Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), onde os rios constituíram-se em estradas naturais de ligação entre o litoral e o interior do continente, em pontos de dessedentação humana e animal, além do aproveitamento da fertilidade das margens para pecuária e agricultura.

Do outro lado, a mineração coloca-se numa escala de tempo mais recente, como uma atividade importante na organização espacial do SaB, principalmente das pequenas e médias cidades, onde a dependência econômica direta dos recursos naturais se faz mais presente. Apesar da grande informalidade do setor da mineração, 26% dos 1.133 municípios do SaB registraram atividade formal no setor em 2007, com destaque para os Estados da Bahia, Ceará e Paraíba que respondem, respectivamente, por 70,3%, 7,7% e 6,2% da participação do valor da produção mineral da região. Da participação do Estado do Ceará na produção mineral, a comercialização/transferência de calcário corresponde a 45,5%, o minério com maior percentual (PARAHYBA, 2009).

Segundo Cavalcanti (2009), muito embora, o SaB não seja a maior região produtora do país no que tange ao setor mineral, é a que possui a maior geodiversidade, com grande variedade de litologias, padrões e cores, tendo o Estado da Bahia como maior produtor, seguido do Ceará e Paraíba.

Dentre os fatores que colocam a mineração em posição de destaque estão os intensos processos de metamorfismo e denudação ao qual a região foi submetida ao longo do seu processo evolutivo, expondo alguns jazimentos minerais à superfície, principalmantede rochas e minerais aplicados diretamente na construção civil como areias, argilas, calcários e granitos, além do baixo desenvolvimento pedogenético, produto da semiaridez climática numa escala de tempo mais próxima da atual.

Esse quadro natural também reflete no desenvolvimento das pesquisas acadêmicas, pois, segundo Botelho (1999) a maior ênfase ao estudo dos solos em detrimento das rochas em regiões tropicais, como é o caso do Brasil, talvez esteja relacionada à presença de uma cobertura pedológica relativamente profunda sobre a qual se desenvolvem as atividades humanas. No Semiárido Brasileiro, ambiente de exceção no contexto da tropicalidade, a litologia aflorante estimula as pesquisas e a apropriação dos minerais nas mais variadas escalas.

No processo de pediplanação da superfície sertaneja, maciços cristalinos e morros testemunhos de maiores dimensões que resistiram ao intenso processo erosivo evoluíram para ambientes de exceção no contexto sertanejo, dando origem a enclaves úmidos e subúmidos

com formações florestais, em alguns casos constituindo-se em refúgios de Mata Atlântica como afirmam Tabarelli e Vicente (2004).

Nas chapadas e maciços residuais úmidos e subúmidos concentram-se as principais nascentes das bacias sertanejas, uma grande diversidade de flora e fauna, além de feições cársticas no caso de estruturas sedimentares como é o caso das registradas na Chapada Diamantina, na Bahia e do Planalto da Ibiapaba, na divisa entre Ceará e Piauí constituindo-se nas áreas prioritárias para conservação ou preservação natural no contexto da semiaridez da Caatinga.

Segundo Pádua (1978), as primeiras unidades de conservação no Brasil foram criadas sem nenhum tipo de critério técnico e científico, ou seja, foram estabelecidas meramente em razão de suas belezas cênicas, como foi o caso do Parque Nacional de Itaguaçu; ou por algum fenômeno geológico espetacular, como o Parque Nacional de Ubajara; ou ainda, por puro oportunismo político como o Parque Nacional da Amazônia, revelando um ineficiente processo de criação e gestão das unidades, seja quanto à consecução de suas finalidades, confusão de regimes, como ainda a uma sobreposição de unidades.

Nas primeiras unidades de conservação do Brasil a consciência da necessidade de conservar a vida silvestre ainda era incipiente, pois, privilegiavam-se as paisagens extraordinárias (MITTERMEIER *et al.*, 2005).

No caso mais específico do Bioma Caatinga, apenas 8,4% do território são protegidos em unidades de conservação federais e estaduais, dos quais apenas 1,4% estão em áreas de proteção integral (HAUFF, 2010; TABARELLI; VICENTE, 2004). Além disso, a maior parte das unidades de conservação federais de proteção integral estão em enclaves úmidos elevados, como é o caso das chapadas do Araripe e da Ibiapaba no Ceará, não representando na verdade a geodiversidade das áreas secas do domínio morfoclimático. Além disso, 72% das áreas das unidades de conservação da Caatinga são de uso sustentável (RYLANDS e BRANDON, 2005).

Vale ressaltar que a Caatinga é o único bioma exclusivamente brasileiro, além de ser a região semiárida mais populosa do mundo e com baixos índices de desenvolvimento humano, além dos núcleos de desertificação existentes, fatores esses que por si só justificam a necessidade da maior conservação dos refúgios e recuperação de áreas degradadas da Caatinga.

No Ceará, por exemplo, as primeiras unidades de conservação federais foram o Parque Nacional de Ubajara (PNU), criado em 1959; e, a Floresta Nacional do Araripe, em 1946, localizadas, respectivamente, nos planaltos sedimentares da Ibiapaba e Araripe, principais

enclaves úmidos de altitude do Estado, além do Parque Nacional de Jericoacoara e da Reserva Extrativista do Batoque, no litoral cearense, compondo as principais áreas de valoração dos aspectos e elementos naturais na depressão Sertaneja Setentrional.

Nesse contexto, tanto as unidades de conservação quanto a mineração, indutoras do processo de organização espacial, apropriam-se de elementos e aspectos naturais, respectivamente, trazendo à tona, em linhas gerais, o conflito entre degradação e conservação da natureza no sentido *stricto* das palavras, pois, à medida que a atividade mineradora extrai o elemento da natureza, as áreas naturais protegidas conservam em seu lugar e estado originais.

Como exemplo da espacialização dessa relação, o Parque Nacional de Kakadu, situado em região semiárida da Austrália vivenciou um conflito entre a instalação de um empreendimento minerário de urânio na sua zona de amortecimento e os aborígenes que utilizavam as escarpas areníticas da unidade de conservação para cultuarem os espíritos sagrados. Nesse caso, o conflito conservação – degradação é um reflexo da apropriação econômica *versus* cultural dos recursos naturais da área (SÁNCHEZ, 2008).

Muito embora a mineração seja apontada como uma das principais atividades responsáveis pela degradação de terras (KOPEZINSKI, 2000), outros estudos apontam a mineração como alternativa ao combate à desertificação no Semiárido Brasileiro (DNPM, 2009) revelando as várias facetas da relação degradação x conservação dos recursos naturais, porém, ratificando a mineração como geradora de grandes *inputs* do processo de organização espacial.

A organização espacial pode ser resultado de diferentes formas de apropriação do mesmo recurso natural a partir da coexistência de dois circuitos econômicos distintos, um superior e outro inferior. No caso da mineração do calcário, um exemplo é a coexistência de dezenas de fornos artesanais para produção de cal no município de São Julião e da fábrica do cimento Nassau, do Grupo João Santos, no município vizinho de Fronteiras, ambos no Estado do Piauí, compondo, respectivamente, os circuitos inferior e superior da economia regional (*figura 14*). Vale destacar, quena década de 1980, a área produtora tradicional de cal de São Julião/PI possuía o maior número de caieiras da região Nordeste conforme BNB (1987).



**Figura 14.** Caieira rudimentar e artesanal (São Julião/PI) e fábrica de cimento (Fronteiras/PI) coexistindo na área de produção tradicional de cal São Julião (BNB, 1987).

Fonte: [www.frenteirasonline.blogspot.com.br/2010/10/novo-cimento-da-nassau-sera-produzido.html](http://www.frenteirasonline.blogspot.com.br/2010/10/novo-cimento-da-nassau-sera-produzido.html). Acesso em: 21 dezembro 2014.

Na mesma linha de raciocínio, Ricardi-Branco *et al.* (2008) ao estudarem amostras de fósseis em estruturas calcárias em pedreiras na Depressão Periférica Paulista, destaca a importância das frentes de lavras abertas pela atividade mineradora para o processo de coleta de fósseis, pois expõe um material que ainda não sofreu ação intempérica diferente dos cortes de estrada, oferecendo assim novas oportunidades para a pesquisa fossilífera. Percebe-se neste exemplo, que a futura conservação dos fósseis encontrados pode ser possibilitada diretamente pela “degradação” do recurso litologia.

A relação entre degradação de terras e conservação dos recursos naturais sempre foi muito próxima ao longo da história. Um exemplo dessa relação é o surgimento das indústrias de base como as fábricas de cimento, grandes consumidoras de recursos naturais; as grandes obras e os impactos ambientais de grande magnitude; e, a necessidade de criação das primeiras áreas para proteção dos recursos naturais.

A criação da primeira fábrica de cimento e da primeira unidade de conservação do país são contemporâneas, respectivamente, das décadas de 1920 e 1930. A primeira fábrica de cimento, a Santa Helena, foi inaugurada em 1936 na cidade de Votorantim (SP); sendo a primeira fábrica com capital 100% nacional (VOTORANTIM CIMENTOS, 2012), um ano antes da primeira unidade de conservação, o Parque Nacional do Itatiaia, na divisa dos Estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro, em 1937.

Do ponto de vista espacial e dos rebatimentos ambientais causados pelos fixos em análise, tanto a mineração quanto as unidades de conservação possuem 02 (duas) tipologias

importantes para a presente discussão, respectivamente, quanto à densidade técnica de exploração mineral e o grau de restrição ao uso das áreas naturais protegidas.

A mineração pode ser classificada como de alta densidade técnica quando os processos de exploração e beneficiamento minerais ocorrem mediante a incorporação de tecnologias modernas, devido a fatores como o alto valor do recurso natural, o risco social da exploração, a capacidade de investimento de capital, além da grande jazida e concentração espacial do minério. A mineração desenvolvida nessa tipologia ocorre geralmente com minerais metálicos, geralmente, de maior valor econômico e com grande aporte de capital.

A atividade desenvolvida com baixa densidade técnica é denominada por Parahyba (2009) como *mineração de subsistência*, dado o elevado emprego de mão-de-obra, em detrimento do baixo capital investido, exploração muitas vezes manual, aplicação direta do minério *in natura* nas atividades antrópicas e ocorrência mais comum na natureza e dispersa espacialmente, além do alto grau de informalidade da atividade, geralmente, sem licenciamento minerário e ambiental.

Nesse último grupo estão os minerais da construção civil como as areias, argilas, caulim, gipsita e calcários, principalmente. Entre os exemplos, podemos destacar a mineração de caulim em Junco do Seridó, na Paraíba (AVELINO *et al.*, 2013), gipsita no pólo gesseiro do Araripe, Pernambuco (CAVALCANTI, 2009; ARAÚJO; MARTINS, 2012) e argila em Russas, Ceará, maior pólo produtor de telhas do Norte – Nordeste (PARAHYBA, 2009). No tocante a mineração do calcário, foco da pesquisa, merecem destaque os municípios de Coreaú, Sobral (ALBUQUERQUE, 2008) e Frecheirinha (ANDRADE, 2005) no Estado do Ceará, além de Governador Dix-Sept Rosado no Rio Grande do Norte (PARAHYBA, 2009).

Vale destacar que o consumo de gipsita para fabricação de cimento é restrito à região Nordeste, exceto no caso da produção de cimentos especiais. Isso se deve ao elevado custo do frete em função da grande distância que separa o pólo gesseiro do Araripe (PE) das fábricas de cimento de outras regiões do país, afinal a principal área produtora do país é a maior reserva mundial do minério (BALTAR *et al.*, 2005).

As unidades de conservação, enquanto fixos também definem arranjos espaciais, à medida que as estratégias conservacionistas são espacializadas e territorializadas a partir da apropriação da natureza enquanto elemento e aspecto. Segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) (BRASIL, 2000), as unidades podem ser classificadas em áreas de uso sustentável ou de proteção integral, sendo esta última a categoria de enquadramento dos parques nacionais, foco do nosso estudo.

Do ponto de vista do recurso natural enquanto aspecto, portanto, de uso indireto, há muitas vezes uma apropriação simbólica da natureza, gerando muitas representações míticas que, além do valor explicativo, segundo Vallejo (2002) têm um sentido territorial e conservacionista evidenciando as várias dimensões que influenciarão em maior ou menor grau a organização espacial de uma região que possui uma unidade de conservação.

As unidades de conservação de uso sustentável como são os casos da Área de Proteção Ambiental (APA) da Serra da Ibiapaba e da Floresta Nacional do Araripe, no caso do Estado do Ceará, permitem a exploração direta dos recursos associada a conservação dos mesmos, configurando geralmente na apropriação de elementos naturais em grandes áreas em comparação às unidades de proteção integral.

As unidades de proteção integral, por sua vez, apresentam, em linhas gerais, áreas mais reduzidas devido à preservação de aspectos que compõem a paisagem natural, além da dificuldade de manter o uso mais restritivo por meio da fiscalização em áreas de maior dimensão. No contexto da depressão Sertaneja, a unidade de conservação que mais representa as características do geossistema regional é a Estação Ecológica de Aiuaba, situada no Sertão dos Inhamuns, porção sudoeste do Ceará, uma das áreas mais secas e degradadas do Estado.

A relação entre a mineração e unidades de conservação estreita-se ainda mais à medida que algumas cadeias produtivas de mineração no Semiárido Brasileiro ainda utilizam as plantas da Caatinga como matriz energética no processo de combustão de fornos para beneficiamento da rocha.

Nos primeiros anos da ditadura militar é instituído o Código Florestal que passa a ter um caráter mais conservacionista. No entanto, como herança desse período, segundo Sánchez (2008), a política ambiental atual ainda registra uma profunda desarticulação entre os órgãos competentes, o que pode ser ilustrado nos conflitos entre as normas propostas pelo Código de Mineração e o Código Florestal, onde era comum a concessão de autorização de pesquisa e lavra mineral em unidades de conservação, revelando a incompatibilidade e incoerência das políticas ambientais.

Essa relação conflituosa ganha um capítulo importante no ano de 1973 em função da crise mundial do petróleo, pois, com a liberação por parte do governo federal do uso de lenha pelas cimenteiras de todo o país exercendo uma pressão aos recursos naturais fitogenéticos da Caatinga (MENDES, 1997). Contraditoriamente, em 1973 inicia-se um ciclo importante da política ambiental brasileira com a criação da Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA) e o conseqüente aumento do número de unidades de conservação culminando anos mais tarde na institucionalização da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), em 1981.

Nesse momento configura-se a ação do Estado, estimulando a degradação das terras mediante apropriação descontrolada de recursos naturais, influenciado diretamente por conta de uma crise de nível mundial, revelando as diversas escalas de compreensão da organização espacial e seus agentes indutores, nesse caso dos sistemas sociais de escalas superiores, além das contraditoriedades e ciclos do processo à medida que o mesmo Estado que estimula a degradação ambiental em prol da economia, décadas depois cria o SNUC (BRASIL, 2000).

Diante da relação dicotômica e ao mesmo tempo dualista entre degradação e conservação da natureza, a mineração e a unidade de conservação, como exemplos empíricos da teoria, deixam marcas na organização espacial em função das tipologias que as caracterizam, pensando na perspectiva do desenvolvimento regional que, segundo Egler *et al.* (2013), deve seguir os conceitos de coesão territorial, policentralidade e sustentabilidade.

A tipologia de mineração mais impactante em termos espaciais parece ser a dos minerais utilizados diretamente na indústria civil que, por sua facilidade de ocorrência e/ou exploração, muitas vezes manual, além do beneficiamento simplificado com uso de fornos e tendo a lenha como matriz energética definem novas organizações espaciais, embora precárias, pouco coesas territorialmente, centralizadas e ambientalmente impactantes.

No caso das unidades de conservação, Diegues (1996) destaca os problemas de ordem social e ambiental criados a partir da ruptura entre a sociedade excluída e a natureza intocada no caso, principalmente, das áreas protegidas integralmente.

Tanto as áreas de algumas fábricas de alta densidade tecnológica como de algumas unidades de conservação de proteção integral configuram-se na maior parte dos casos e do tempo como verdadeiras “ilhas fortificadas e intocadas” ratificando a ideia do mito moderno da natureza intocada de Diegues (1996) ao referir-se às unidades de conservação ou a ideia do não-lugar em relação a empreendimentos que possuem pouca ou nenhuma interação com o seu entorno.

Dessa forma, as fortalezas intocadas e/ou os não-lugares colocam-se como fixos que compõem circuitos sociais completamente isolados em relação as estruturas e os fluxos internos ao nível escalar do sistema do qual pertence, mas que ao mesmo tempo estão superconectados a sistemas sociais de escalas espaciais superiores, seja na esfera das políticas públicas de “degradação” ou conservação dos recursos naturais, portanto, fora do geossistema.

O fato de muitas unidades de conservação colocarem-se como “ilhas” territoriais, nem sempre implica na conservação de seus recursos naturais, pois, as restrições internas às fronteiras da unidade de conservação, pode implicar na degradação humana na área de

entorno acarretando numa grande pressão sobre os recursos da unidade de conservação, fato este comprovado em várias áreas protegidas brasileiras (ARAÚJO, 2004; SILVA *et al.*, 2013).

Para Rylands e Brandon (2005), as unidades de conservação embora sejam a chave para conservação dos recursos naturais, enfrentam vários desafios: alguns intrínsecos a cada unidade; outros do sistema; e, ainda, outros em oposição ao conjunto de ações humanas que as unidades de conservação são destinadas a bloquear.

Dessa forma, tanto as unidades de conservação, quanto as atividades de mineração determinam *inputs* consideráveis na disposição e relações dos objetos existentes numa determinada região influenciando consideravelmente sua organização espacial. Esta relação ocorre especialmente no período de estiagem no SaB quando aumenta a procura por trabalhadores da agropecuária por ocupações temporárias nas atividades econômicas mais dinâmicas neste período do ano. Alguns casos foram registrados por Araújo e Martins (2012), com relação ao trabalho na calcinação da gipsita no pólo gesseiro do Araripe, Estado de Pernambuco, sendo uma característica importante para compreender as organizações espaciais sertanejas.

### 3.2. MINERAÇÃO E DEGRADAÇÃO DE TERRAS SEMIÁRIDAS

A degradação ambiental ocorre em toda parte do planeta com intensidades diferentes, dependendo das técnicas utilizadas pela sociedade para exploração dos recursos naturais e da preocupação local com a conservação dos mesmos. A palavra *degradação* pode ser entendida como o conjunto de “processos resultantes de danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais” (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO, 1980).

Entre as formas de degradação ambiental, está a degradação das terras. Entende-se por *terra* uma área delineável da superfície sólida da Terra, cuja características incluem todos os atributos da biosfera, verticalmente acima ou abaixo dessa superfície, incluindo os elementos naturais, o modelo de assentamento humano e os resultados físicos da atividade humana (ARAÚJO *et al.*, 2005).

A *United Nations Convention to Combat Desertification* (UNCCD) (DAVIES, 2012) define a degradação de terras (*land degradation*) como:

*"reduction or loss in arid, semi-arid and dry sub-humid areas, of the biological or economic productivity and complexity of rain fed crop land, or large, pasture, forest and woodlands resulting from land uses or from a process or combination of processes, including processes arising from human activities and habitation patterns".*

A degradação das terras é um problema de escala mundial, porém, nas regiões áridas, semiáridas e sub-úmidas do globo assume algumas especificidades, as quais são resultantes de fatores de ordem natural, como as irregulares e limitantes precipitações e de atividades humanas que tem como uma das características o consumo direto de grande volume de recursos naturais, principalmente, pela agricultura, pecuária e extrativismo vegetal e mineral, caracterizando a degradação de terras denominada *desertificação*.

No presente trabalho, adotamos as definições propostas por Ballais (1994) ao estudar a Ziban Range (Argélia), que utiliza o termo *desertificação* para se referir a transformações históricas do uso da terra e *aridificação*, para se referir à mudanças oriundas de uma morfogênese natural.

No SaB, algumas áreas apresentam um índice maior de aridez assumindo, portanto, um grau de suscetibilidade maior ao ressecamento natural das terras as quais foram chamadas por Ab'Saber (1977) de geótopos áridos. Aliado às características do geossistema semiárido estão as áreas com graves problemas de conservação dos recursos naturais, as quais o Ministério do Meio Ambiente (MMA) (SILVA *et al*, 2003) denominou de núcleos de desertificação, com destaque para os núcleos de Irauçuba (CE), Seridó (RN/PB) (*figura 15*), Cabrobó (PE) e Gilbués (PI).

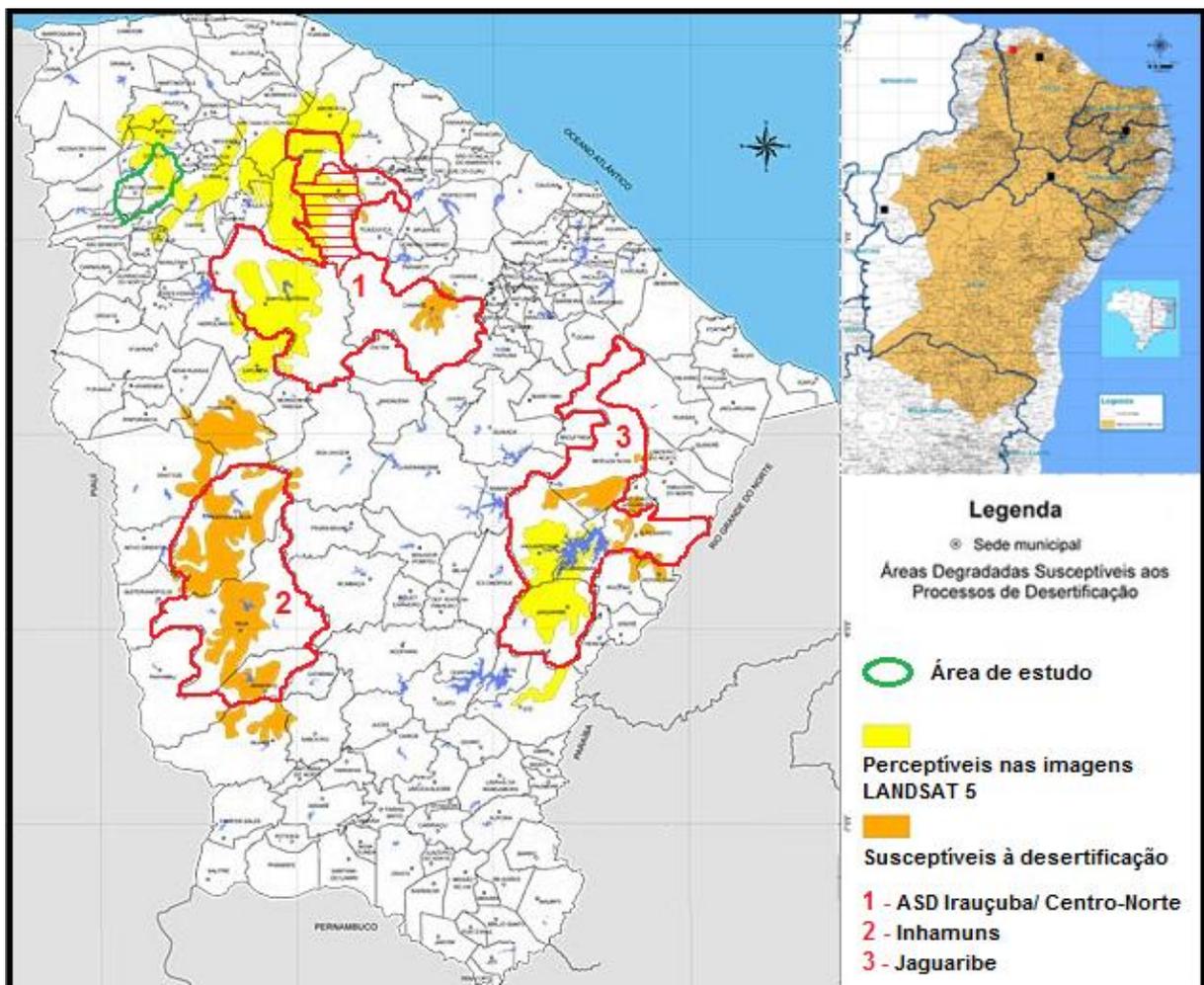
No Estado do Ceará, onde 92% do território encontra-se sob condições de semiaridez, três estudos na escala estadual norteiam as investigações mais detalhadas e as políticas públicas estaduais. O primeiro, realizado pela Funceme (1994), aponta áreas suscetíveis à desertificação identificando 2 eixos latitudinais, o eixo leste, que estende-se pelo Vale do Médio Jaguaribe e, o eixo oeste, que estende-se desde os Inhamuns até o Vale do Acaraú, com um prolongamento a noroeste até o AltoCoreaú, área de estudo (*figura 16*).

O segundo estudo, por sua vez, realizado pelo Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (Pae-CE) (2010), definiu 03 áreas suscetíveis à desertificação (ASD), elegendo o município como recorte espacial e não a extensão do fenômeno, com vistas às políticas públicas do referido programa. Os núcleos são

Irauçuba/ Centro Norte, Inhamuns e Jaguaribe, ficando a porção referente ao AltoCoreaú de fora, justamente a área onde se encontra o presente objeto de estudo (figura 16).



**Figura 15.** A pecuária no núcleo de desertificação de Irauçuba e o desmatamento no núcleo de desertificação do Seridó. Fonte: Nataniel Albuquerque, 2015.



**Figura 16.** Áreas suscetíveis à desertificação e prioritárias do PAE no Estado do Ceará. Fonte: Adaptado de Funceme (1994) e CEARÁ (2010).

Outro estudo diz respeito a existência de um eixo aproximado de Nordeste-Sudoeste, denominado por Conti (2002) de Diagonal Árida do Ceará, estendendo-se desde Itapajé, a sotavento do maciço de Uruburetama, no norte, até Campos Sales, no sopé da chapada do Araripe, no sul desse Estado. Os respectivos estudos configuram nos principais levantamentos da degradação de terras no Estado do Ceará, porém, em escalas de pouco detalhe.

Dentre os fatores apontados pelo processo de degradação de terras semiáridas estão principalmente, a pecuária e a agricultura (SÁ *et al*, 1994; MATALLO JÚNIOR, 2001). A mineração aparece como fator de degradação no estudo sobre o Núcleo de Gilbués (PI), realizado por Ferreira *et al*. (1994). No entanto, na maior parte dos estudos a atividade não configura enquanto causa por se tratar talvez de uma ação antrópica composta por várias e complexas etapas, porém, de forma indireta vários indicadores relacionados como o percentual da cobertura vegetal, erosão hídrica, contaminação de efluentes e migração, por exemplo, são passíveis de serem afetados diretamente pela mineração.

Tal fato pode ser explicado pelo caráter pontual da exploração mineral, do ponto de vista espacial, dado o alto grau de tecnificação que permite explorar grandes quantidades de minérios de áreas relativamente pequenas, além das exigências requisitadas pelos órgãos mineral e ambiental competentes. Todavia, os diversos tipos de minérios, as formas de exploração e de comercialização dos produtos fazem da atividade um setor muito complexo dos pontos de vista econômico e ambiental.

A mineração assume contornos de importância decisiva para o desenvolvimento, pois observa-se que o minério extraído da natureza está em quase todos os produtos utilizados. Entretanto, esta dependência gera um ônus para a sociedade, ou seja, o surgimento de imensas áreas degradadas que, ao final da exploração, na maioria das vezes, não podem ser ocupadas racionalmente (KOPEZINSKI, 2000).

O empreendimento minerário é extremamente complexo do ponto de vista ambiental, pois em todas as etapas da atividade (*tabela 03*) são muitos os impactos ambientais positivos e, principalmente, negativos.

Tabela 03 – Etapas de um empreendimento minerário.

<b>Processos</b>	<b>Fases Envolvidas</b>	<b>Operações</b>
Implantação	- pesquisa mineral - abertura de vias de acesso - instalação de equipamento	- processo de desmatamento, estaqueamento e escavação
Funcionamento	- decapeamento - desmonte - transporte - beneficiamento - disposição de rejeitos - estocagem do produto - operações auxiliares	- remoção, desagregação, transferência, purificação, armazenagem, construção e manutenção.
Desativação	- restauração - reabilitação - recuperação	- poder usufruir

Fonte: Fornasari Filho *et al.* (1984).

De acordo com Sánchez (2008), entre os principais impactos ambientais causados pela atividade de mineração em todas suas fases estão:

- aumento das taxas de erosão;
- aumento da carga de sedimentos nos corpos d'água;
- consumo de água;
- geração de resíduos sólidos;
- geração de efluentes líquidos;
- geração de ruídos;
- geração de material particulado;
- geração de gases de combustão;
- perda de áreas de cultura e pastagem;
- perda de fragmentos de vegetação nativa;
- diminuição da produção agrícola;
- aumento da demanda de bens e serviços;
- geração de impostos e contribuições;
- criação de postos de trabalho;
- aumento da arrecadação tributária.
- incremento das atividades comerciais;
- alteração da qualidade do ar;
- alteração da qualidade das águas superficiais;

- alteração da qualidade do solo;
- alteração da topografia hidrográfica;
- impacto visual.

Para a mineração de grande porte, as fases de implantação, funcionamento e desativação ocorrem ordenadamente, afinal os mecanismos de controle ambiental e minerário são mais rigorosos e mais eficientes. Na fase de funcionamento, por sua vez, os processos de exploração e beneficiamento do mineral, bem como de comercialização ocorrem simultaneamente.

Entretanto, na mineração de subsistência, a informalidade da atividade conduz a inexistência das etapas descritas por Fornasari Filho *et al.* (1984), afinal, não há autorização minerária e nem ambiental para a atividade, além da atividade ocorrer dispersa espacialmente.

Na fase da exploração mineral, o desmonte das rochas nas frentes de lavra de pequeno porte geralmente é realizado por explosivos sem nenhum tipo de cuidado por parte do operador e fiscalização por parte do órgão competente. Vale ressaltar que, segundo normas reguladoras de mineração (DNPM, 2009) o transporte e a utilização de material explosivo deve ser efetuado por profissional treinado, obedecendo o plano de fogo da mina, procedimentos esses que são fiscalizados pelo Ministério da Defesa.

Fornasari Filho *et al.* (1984), relatam que outro aspecto problemático relacionado às explorações de pedras ornamentais como o calcário, no Estado de São Paulo, refere-se aos rejeitos, que se constituem nos materiais de capeamento e nos finos resultantes do beneficiamento. Os materiais de capeamento, constituindo solo superficial e de alteração contendo matacões, são depositados em corpos de bota-fora. Estes corpos ficam expostos aos agentes erosivos que transportam os materiais e provocam o assoreamento dos cursos d'água.

Os rejeitos são gerados após vibrações engendradas pelo desmonte de rocha com explosivos, que ilustram o uso de extrapolções a partir de ensaios de campo *in situ*. A energia em excesso, sempre presente na detonação, propaga-se por meio de ondas elásticas, similares às ondas de som propagando-se pelo ar. Essas vibrações podem causar danos a residências e outras construções, dependendo de sua intensidade (SÁNCHEZ, 2008), gerando a exclusividade espacial da mineração em relação às demais atividades.

Na fase de beneficiamento dos minérios, a matéria-prima de combustão dos fornos, ou seja, a matriz energética da produção e o lançamento de gases tóxicos e material particulado na atmosfera são os principais impactos ambientais (SÁNCHEZ, 2008).

Algumas cadeias produtivas de mineração no Semiárido Brasileiro ainda utilizam as plantas da Caatinga como matriz energética no processo de combustão de fornos para calcinação do calcário na bacia do rio Itacoatiara no Ceará (ALBUQUERQUE, 2008) e na região de Governador Dix-Sept Rosado no Rio Grande do Norte (PARAHYBA, 2009), além da gipsita no Sertão de Araripina em Pernambuco (ARAÚJO e MARTINS, 2012), sem contar os usos urbanos como os fornos de padarias e pizzarias, por exemplo, revelando um descompasso entre a inserção de tecnologia no processo produtivo e as políticas ambientais. Segundo Sebrae/RN (2012), algumas caieiras do polo de Apodi chegam a consumir 350 m<sup>3</sup> de lenha por fornada.

Algumas propostas de substituição de matriz energética já estão em prática como a do pólo do Apodi, onde 54% dos fornos já utilizam o uso da poda de cajueiro e da casca de castanha de caju associado ao uso da lenha (SEBRAE/RN, 2012). Fora do Semiárido Brasileiro, mas na mesma atividade, o polo de fabricação da cal dos municípios de Colombo, Almirante Tamandaré e Rio Branco do Sul, no Paraná, inseriram a serragem que já respondia por 45% do total há 15 anos (SEID/MINEROPAR, 1999). O material é oriundo da indústria moveleira, de Santa Catarina, revelando assim uma coesão territorial entre as atividades de produção de móveis e cal.

Na contramão, algumas caieiras ainda apresentam indícios que utilizam pneus ou sobras de borracha no processo de combustão no município de Apodi/RN (SEBRAE/RN, 2012).

No tocante à transferência de tecnologia para o rurícola, as regiões semiáridas oferecem muito mais obstáculos do que as áridas, pois a população se adapta melhor a permanente ausência de água (MENDES, 1985). Além disso, alguns fatores socioeconômicos contribuem para tal quadro de desertificação, como:

- as populações das regiões semiáridas estão entre as mais pobres do mundo;
- as tecnologias utilizadas não se adequam, em muitos casos, às restrições de recursos naturais características dessas áreas;
- a inserção das regiões secas aos mercados nacionais e internacionais vem estimulando a super-exploração dos recursos dentro de sistemas produtivos tradicionais e com baixo nível tecnológico.

A poluição do ar, por sua vez, é uma tônica em unidades de beneficiamento rudimentares, pois, não possuem filtros anti-poluição e nem barreiras naturais ou artificiais para conter a dispersão do material particulado para área de entorno do pátio de produção.

A maior parte das calcinadoras do Pólo gesseiro do Araripe, por exemplo, não dispõe de um sistema eficiente que capte os gases e poeiras provenientes da calcinação, havendo reações da água ( $H_2O$ ) com o óxido de enxofre ( $SO_x$ ), resultando em gás sulfídrico ( $H_2S$ ) e ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) (ARAÚJO; MARTINS, 2012).

Outro grupo de efeitos da mineração são aqueles ligados à saúde de trabalhadores (envolvidos diretamente) e residentes próximos (envolvidos indiretamente) revelando problemas do ponto de vista social e trabalhista, mas também do ponto de vista da organização espacial e da necessidade do ordenamento territorial mediante zoneamentos que condicionem a localização das unidades de produção em pontos distantes das residências.

Segundo Medeiros *et al.* (2010) as causas do absenteísmo no trabalho do polo gesseiro de Araripina são: bebidas alcoólicas (38%), doenças comuns (35%) e atividades agrícolas (22%). Entre as denominadas “doenças comuns”, as mais referidas (50%) estão relacionadas ao aparelho respiratório (SANTOS; SARDOU, 1996). Casos de óbitos são registrados no município de Gov. Dix-Sept Rosado/RN, por conta do trabalhador ser atingido por destroços do forno em função de rompimento de suas estruturas.

Andrade (2005), em pesquisa sobre a saúde dos trabalhadores nos fornos de calcinação de calcário em Frecheirinha (CE), também destaca uma exposição excessiva por parte dos trabalhadores ao pó calcário e ao dióxido de carbono, lançado pelas caieiras, podendo ocasionar doenças respiratórias como a tuberculose. No pólo gesseiro do Araripe, Araújo e Martins (2012) destacam o fato de ser comum a possibilidade de inalação de fumaça, poeira e gases nas unidades calcinadoras, principalmente naquelas em que a mudança tecnológica não foi verificada.

Todo esse quadro descrito gera um ambiente insalubre para os trabalhadores que lidam diretamente com a calcinação, provocando problemas pulmonares, pois ficam sujeitos aos gases e materiais finos os quais penetram no sistema respiratório, atingindo os alvéolos, o que é altamente prejudicial à saúde. A incidência de doenças do trato respiratório é alta, no entanto, muitas não são computadas pelo sistema de saúde (ARAÚJO; MARTINS, 2012).

A relação entre mineração e degradação das terras no Semiárido Brasileiro possui várias dimensões, desde o ponto ambiental até o econômico, passando pelo social, além dos rebatimentos espaciais deixados pela atividade, mas também ao nível da degradação do indivíduo que, ao mesmo tempo que degrada, é vítima do processo de expropriação das políticas públicas, principalmente, sociais no campo.

Com relação a essa questão, Coelho (2001) destaca algumas ideias equivocadas nos estudos de impactos ambientais em áreas urbanas, mas que se aplicam perfeitamente a um contexto regional de caráter mais rural:

- os seres humanos são, por natureza, depredadores, transformando muitas vezes as vítimas em culpados;
- a degradação ambiental cresce na proporção em que a concentração populacional aumenta.

As relações existentes entre os fixos e os fluxos dos sistemas sociais e naturais muitas vezes são compreendidas a partir de uma ótica linear de causa – efeito dentro de um microuniverso escalar de espaço e tempo, mascarando a complexa teia de interações e, conseqüentemente, a participação de cada circuito do sistema social no processo de degradação de terras e da organização espacial de uma região.

## **4. NÍVEIS ESCALARES SUPERIORES E INFERIORES DAS PAISAGENS DO GEOSSISTEMA DA DEPRESSÃO INTERPLANÁLTICA SEMIÁRIDA DO ALTO COREAÚ (CE)**

O geossistema da depressão interplanáltica semiárida do Alto Coreaú (Ceará) enquadra-se entre as escalas superiores e inferiores de paisagem, colocando-se ao mesmo tempo como resposta a uma dinâmica climática e geológica de maior ordem espacial e temporal, mas também como definidora de dinâmicas naturais de menor escala de espaço-tempo revelando assim uma hierarquização das unidades de paisagem em diferentes táxons numa perspectiva da Geografia Física Global, proposta por Bertrand (1972).

A multiplicidade escalar da análise da paisagem precisa ser compreendida no sentido de perceber em que escalas fenômenos como a degradação das terras se manifestam e, conseqüentemente, quais fatores naturais e sociais interagem de forma mais direta em cada contexto de análise facilitando a compreensão da organização espacial e as propostas do ordenamento territorial.

Elegemos a depressão interplanáltica como geossistema, pois, além de apresentar uma integração e dinâmica dos elementos naturais que o compõem, estabelece uma interface direta com o uso e ocupação das terras, principalmente, a partir dos campos de calcário como recurso natural.

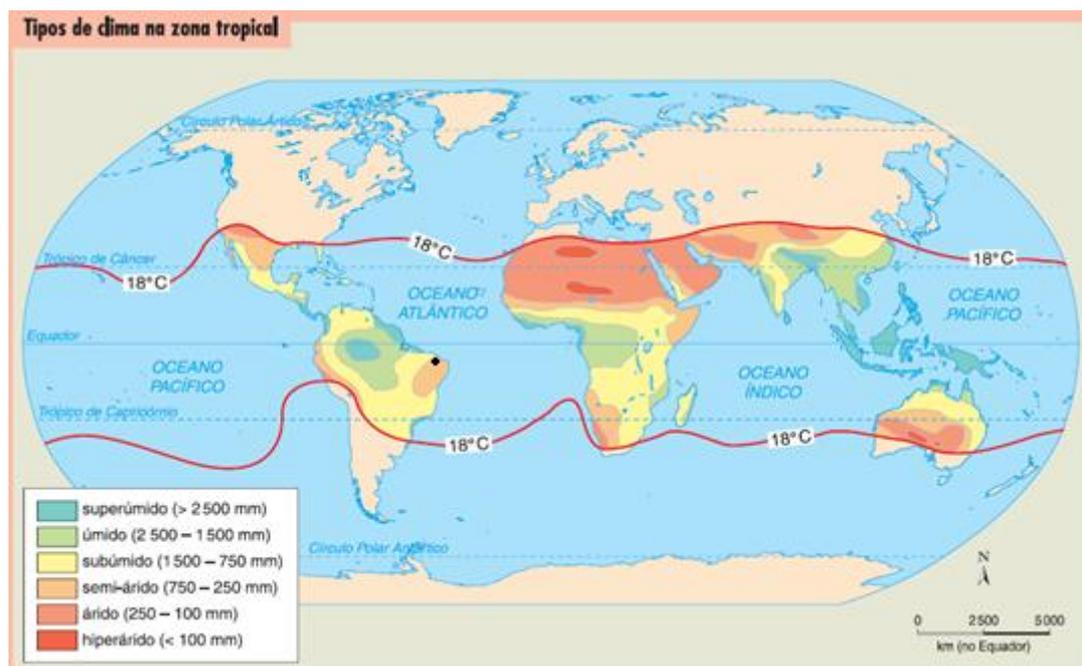
Vale ressaltar que, em se tratando de regiões quentes e secas, especialmente as semiáridas, a bacia hidrográfica coloca-se como táxon importante de transição entre as escalas superiores e inferiores (*tabela 04*), uma vez que sua delimitação temporo-espacial impõe limitações ao desenvolvimento do sistema natural e influencia diretamente o sistema social e, de forma, conjunta, o ordenamento territorial.

Dessa forma, a DISAC responde perfeitamente a um conjunto integrador espacial (depressão interplanáltica e sub-bacia) e de ocorrência de recursos naturais (água e calcário).

## 4.1. ESCALAS SUPERIORES DA PAISAGEM

### 4.1.1. 1º Nível – Zona Intertropical do Globo

O primeiro nível escalar espacial da paisagem é resultante da circulação geral da atmosfera a qual define as zonas climáticas do globo, influenciando na formação dos grandes tipos climáticos. Portanto, o elemento clima, mais exatamente o macroclima e suas derivações determinam este nível escalar da paisagem, definindo a Zona Intertropical do Globo, entre os paralelos de 25° N e S, com características semelhantes, porém, com muitas variações e descontinuidades latitudinalmente (*figura 17*).



**Figura 17.** Zona tropical do globo delimitada pela isoterma de 18°C.

Fonte: Sene e Moreira (2013).

Nessa faixa do globo, mais especificamente entre os paralelos de 10° N e S, localiza-se a Zona Equatorial com peculiaridades climáticas ainda maiores. No mundo, essa zona caracteriza-se pela presença de florestas úmidas e chuvosas, como é o caso da Amazônica e

do Congo, na África, porém paisagens secas também são registradas como é o caso do Semiárido Brasileiro revelando paisagens de exceção.

A importante concentração energética na zona Intertropical explica parte da natureza tropical, uma vez que tornam os processos naturais muito mais agressivos e incontroláveis (CONTI, 2010). Nessa faixa do globo, segundo Conti (2010) a isotermia está presente, sendo portanto, a sazonalidade determinada pela variação da precipitação, e não da temperatura, sendo essa a segunda característica da tropicalidade.

Num contexto mais global, Conti (1995) aponta 03 condições necessárias para a formação de um deserto ou áreas semiáridas: subsidência atmosférica (células de alta pressão permanente); presença de corrente fria na linha de costa (desestimula o processo de convecção, formação de chuva); situações de sotavento, este último apenas em casos como localidades à sotavento de grandes barreiras orográficas como os Andes e o Himalaia.

Na porção desta zona climática que corresponde ao Semiárido Brasileiro registra-se a presença de um importante fator natural inibidor de chuva, pois, o fim da corrente fria de Benguela, proveniente da África, se dá na costa do Ceará e Rio Grande do Norte, acarretando na formação de um bolsão de águas frias, que dá origem a um anticiclone regional, provocando estabilidade ao nível da superfície, projetando-se pelo continente chegando até o vale do São Francisco (CONTI, 1995).

Essa especificidade, produto da interação oceano-atmosfera, gera um balanço hídrico negativo em significativa parte do ano, devido a fenômenos mais restritos especialmente no contexto da zona climática intertropical, configurando-se numa unidade de paisagem inferior.

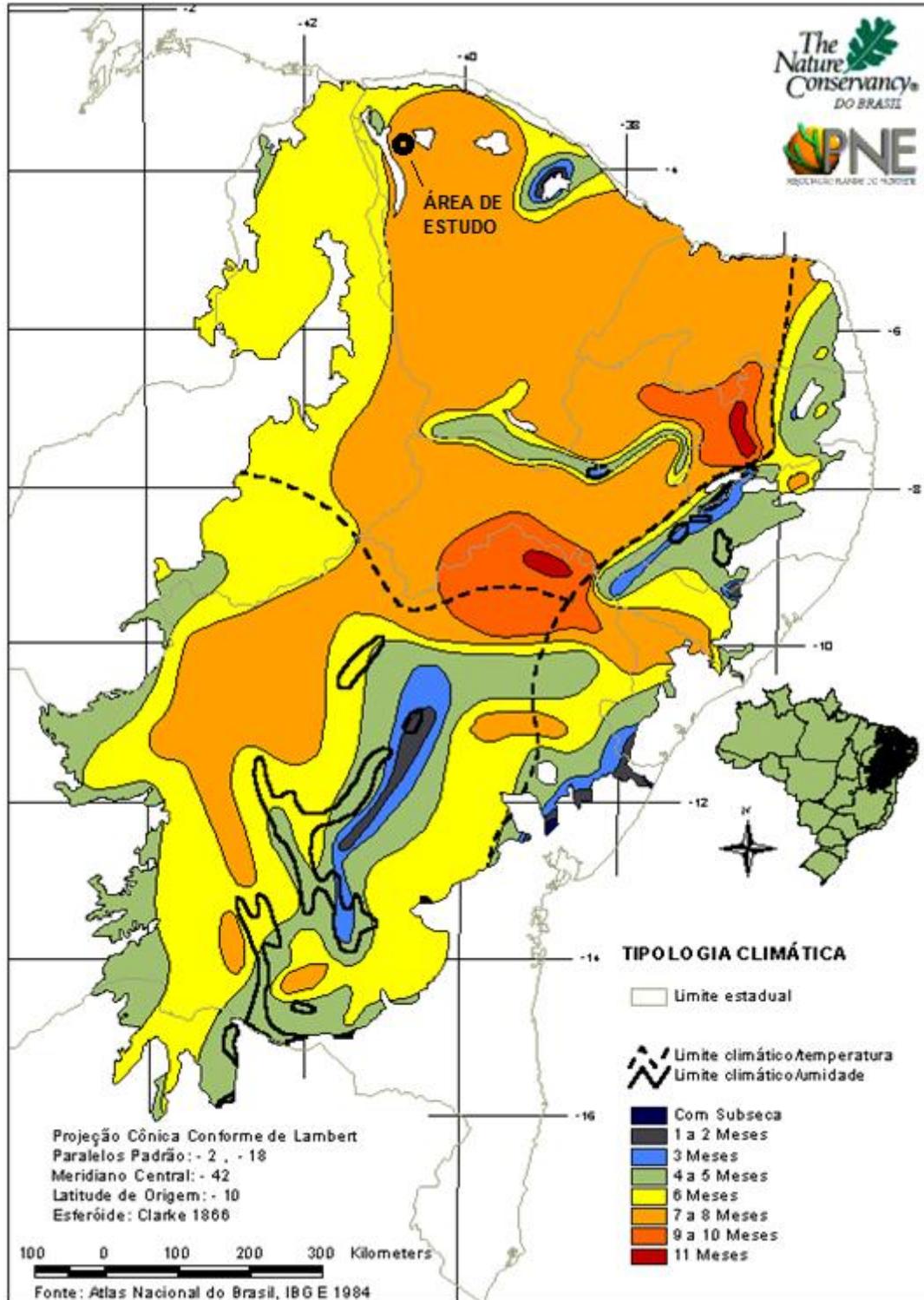
#### **4.1.2. 2º Nível – Depressões Interplanálticas Tropicais Semiáridas Brasileiras**

A diversidade de paisagens naturais comprova a enorme variação dos sistemas atmosféricos atuantes nessa Zona Intertropical do globo, como é o caso das Depressões Interplanálticas Tropicais Semiáridas Brasileiras. Em linhas gerais, esse nível de grandeza de paisagem corresponde ao domínio das Depressões Intermontanas Semiáridas pontilhadas de inselbergs, dotadas de drenagem intermitente e recobertas por caatingas extensivas proposto por Ab'Saber (2003) a qual configura-se como a região semiárida mais homogênea do ponto de vista fisiográfico e ecológico da América do Sul.

As feições geomorfológicas são controladas pelas condições de semiaridez impostas pelo regime de chuvas do Clima Tropical Semiárido, bastante concentrado temporalmente, resultado da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), sistema responsável pela ocorrência da quadra chuvosa, a qual se faz sentir mais precisamente segundo Nimer (1989 *apud* SILVA *et al.*, 2002), a partir de meados do verão (dezembro), atingindo sua maior frequência no outono (março/abril), quando o sistema alcança sua posição mais meridional no Hemisfério Sul. O Domínio encontra-se na escala do clima regional proposta por Ribeiro (1993).

A área corresponde principalmente às grandes províncias geológicas da Borborema e do São Francisco, onde predominam solos pouco evoluídos como os Neossolos Litólicos recobertos por Caatingas de diferentes fisionomias e densidades, as quais caracterizam-se principalmente por árvores e arbustos baixos muitos dos quais apresentam espinhos, microfilia e algumas características xerofíticas (PRADO, 2003). Destacam-se na paisagem semiárida, os *inselbergs*, testemunhos do intenso processo de denudação dos pediplanos, além das áreas de exceção, os enclaves úmidos, como as chapadas do Araripe e Diamantina, no centro e o planalto da Ibiapaba e da Borborema, nas extremidades.

O Semiárido Brasileiro apresenta uma particularidade importante, pois, está situado em uma região sub-equatorial entre os 3° e 16° de latitude Sul, enquanto os desertos e regiões semiáridas se localizam, em geral, nas regiões tropicais de onde partem massas de ar secas em direção ao Equador, como ocorre em vários continentes, sobretudo, na África. No Nordeste, o semiaridez se expande até o litoral, nas costas do Ceará e do Rio Grande do Norte (*figura 18*), enquanto os desertos e semi-desertos não tropicais se localizam a grande distância do oceano (ANDRADE, 2006).



**Figura 18.** Mapa de tipologias climáticas do Semiárido Brasileiro.  
Fonte: PLANTAS DO NORDESTE (2012).

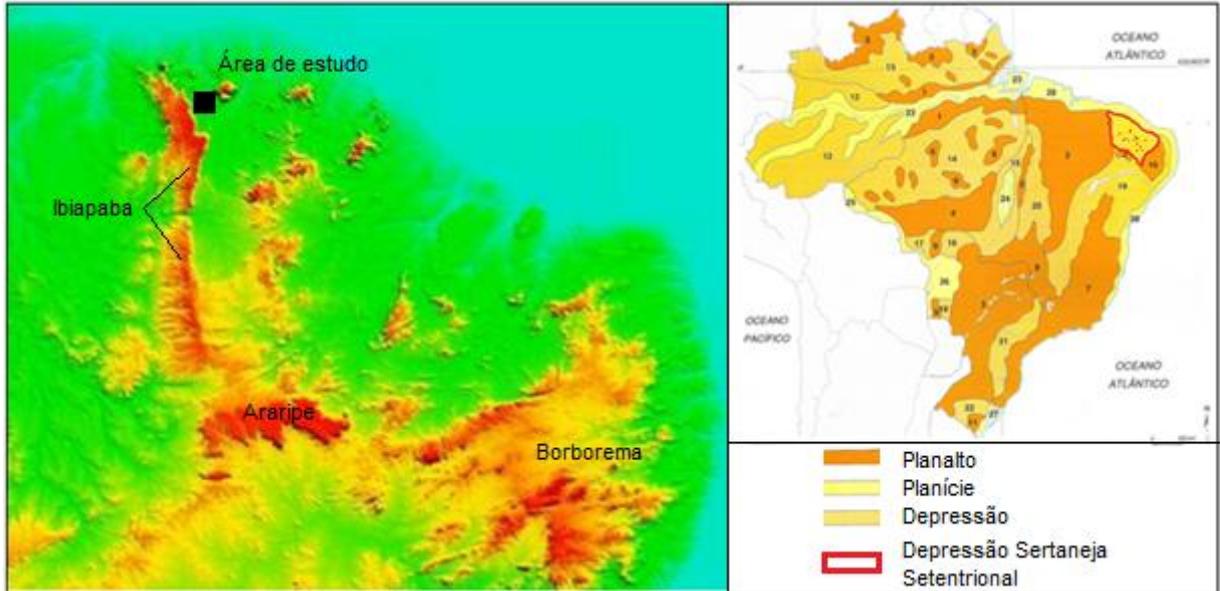
#### 4.1.3. 3º Nível – Depressão Sertaneja Setentrional

No contexto das Depressões Interplanálticas Tropicais Semiáridas Brasileiras, está a Depressão Sertaneja Setentrional, porção norte da unidade de paisagem superior, classificada por Ross (1992) como depressão Sertaneja, enquanto a porção sul é denominada de depressão do São Francisco. Outros autores distinguem-as entre depressão Sertaneja Setentrional e Meridional, tendo como limite divisor a chapada do Araripe, entre os Estados do Ceará e Pernambuco.

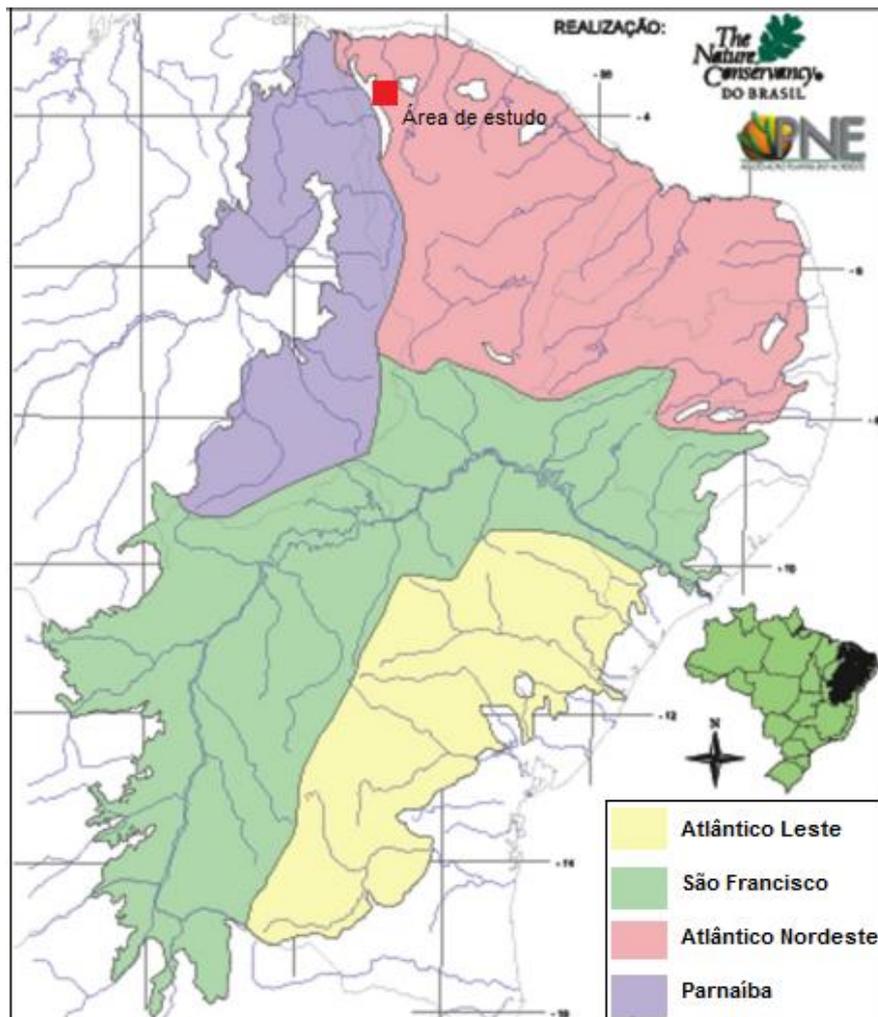
A depressão Sertaneja está localizada entre o planalto da Borborema (leste) e a borda do planalto da Ibiapaba (oeste), e no sentido latitudinal entre a chapada do Araripe (sul) e o oceano Atlântico (norte), uma vez que as condições de semiaridez nos Estados do Ceará e Rio Grande do Norte chegam muito próximo ao litoral.

Geologicamente, a área corresponde a província da Borborema e é constituída por redes de drenagem que escoam para o litoral norte, todas de regime temporário e de menor dimensão, em comparação com as grandes bacias do rios São Francisco e Parnaíba.

A depressão Sertaneja é contornada por grandes estruturas de relevo que condicionam os regimes climáticos e suas variações locais, como o planalto da Borborema e os maciços úmidos de grande elevação do Estado do Ceará como Baturité, Meruoca e Uruburetama, formando barreiras que impedem a entrada de massas úmidas de ar para áreas abrigadas e deprimidas a sotavento. No outro extremo, está o *front* do planalto da Ibiapaba e da chapada do Araripe, onde no contexto da semiaridez, apresentam índices pluviométricos mais elevados e boas condições de recarga dos aquíferos em suas estruturas sedimentares (*figura 19*).



**Figura 19.** Depressão Sertaneja Setentrional formada por anfiteatro aberto entre a bacia do Parnaíba (oeste) e o planalto da Borborema (leste). Fonte: adaptado de Maia *et al.* (2010).



**Figura 20.** Regiões hidrográficas do Semiárido Brasileiro, com destaque para o Atlântico Nordeste onde encontra-se a depressão Sertaneja Setentrional. Fonte: PLANTAS DO NORDESTE (2012).

O planalto da Borborema, um vasto conjunto estrutural de maciços ou blocos falhados modelados em rochas graníticas, migmatitos, gnaisses, micaxistos, filitos e quartzitos constitui a mais notável feição geomorfológica do Nordeste oriental, com altitudes médias entre 700 e 800 m, chegando a 1.175 m, estendendo-se do Rio Grande do Norte à Alagoas (IBGE, 1977).

Do ponto de vista hídrico, ao contrário da depressão Meridional, a depressão Setentrional não possui rios permanentes, mas há a presença importante de corpos d'água temporários (rios e lagoas). Nesse setor localizam-se as bacias da região hidrográfica do Atlântico Nordeste, com uma área de 287.348 km<sup>2</sup>, o equivalente a 3% do território brasileiro, uma das 12 regiões hidrográficas brasileiras (*figura 20*).

Na porção oeste da região hidrográfica, localizam-se as maiores bacias com nascentes em áreas interioranas e com semiaridez acentuada, a exemplo das bacias do Jaguaribe, Apodi-Mossoró e Piranhas-Açu, bem diferente da porção leste, onde predominam bacias menores e litorâneas. Compõe juntamente com as bacias do São Francisco, as sub-bacias do Rio Parnaíba (drenagem para o norte) e as bacias litorâneas do sul e leste do São Francisco (drenagem para o leste), os grandes compartimentos hidrográficos do Semiárido Brasileiro (*tabela 04*).

*Tabela 04 – Disponibilidade hídrica e vazões médias e de estiagem nas regiões hidrográficas inseridas no Semiárido Brasileiro.*

<b>Região hidrográfica</b>	<b>Vazão média (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Disponibilidade hídrica (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Estiagem (m<sup>3</sup>/s)</b>
Parnaíba	767	379	294
<b>Atlântico Nordeste</b>	<b>774</b>	<b>91</b>	<b>32</b>
São Francisco	2.846	1.886	852
Atlântico Leste	1.484	305	252

Fonte: ANA. MMA (2011).

As chuvas nesta ecorregião ocorrem de maneira mais concentrada e as secas ocorrem de forma mais prolongada – 7 a 8 meses – do que no restante das Depressões Interplanálticas Tropicais Semiáridas Brasileiras. De um modo geral, as precipitações médias anuais ficam em torno de 500 a 800 mm, chegando a 350 mm no Cariri Paraibano, área mais seca da Caatinga devido a barreira orográfica do Planalto da Borborema (PLANTAS DO NORDESTE, 2012).

Do ponto de vista hidrogeológico, a depressão Sertaneja Setentrional coincide com a Província Hidrogeológica do Nordeste Oriental, que segundo o DNPM (2009) apresenta um potencial hidrogeológico fraco, pois os aquíferos estão restritos às zonas de fraturas, devido a

predominância de rochas cristalinas. Soma-se a este fator geológico restritivo o agravante das altas taxas de evaporação que provocam a salinização das águas.

Outro aspecto importante é o risco de seca maior que 60%, tomando-se por base o período entre 1970 e 1990, um dos três critérios definidos pelo Ministério da Integração Nacional (BRASIL.MIN, 2005) para delimitação da poligonal do Semiárido Brasileiro. O indicador e seu respectivo parâmetro reforça o maior índice de aridez na porção norte da região (*figura 21*), a depressão Sertaneja Setentrional que, em alguns casos é dividida pela chapada do Araripe e, em outros, pela calha do rio São Francisco.

Em parte, o maior risco de seca se atribui ao fato da faixa equatorial apresentar índices de insolação inferiores aos tropicais, porque a nebulosidade mais intensa reduz a quantidade de radiação solar que atinge o solo (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007), porém a porção norte do SaB configura-se como uma área de exceção num contexto equatorial, pois, registra baixos níveis de nebulosidade dada a reduzida oferta de água disponível no sistema reduzindo as taxas de umidade e, conseqüentemente, a geração de chuvas.

O nível de incidência das secas está diretamente relacionado e influencia os sistemas naturais, mas especificamente as ecorregiões do Bioma Caatinga, propostas por Velloso (2002) (*figura 22*). Nesse contexto temático, é possível distinguir mais uma vez a depressão Sertaneja Setentrional, dada sua singularidade paisagística e funcional. As ecorregiões podem ser agrupadas mediante critérios paisagísticos, morfoclimáticos e por dimensão espacial (*tabela 05*).

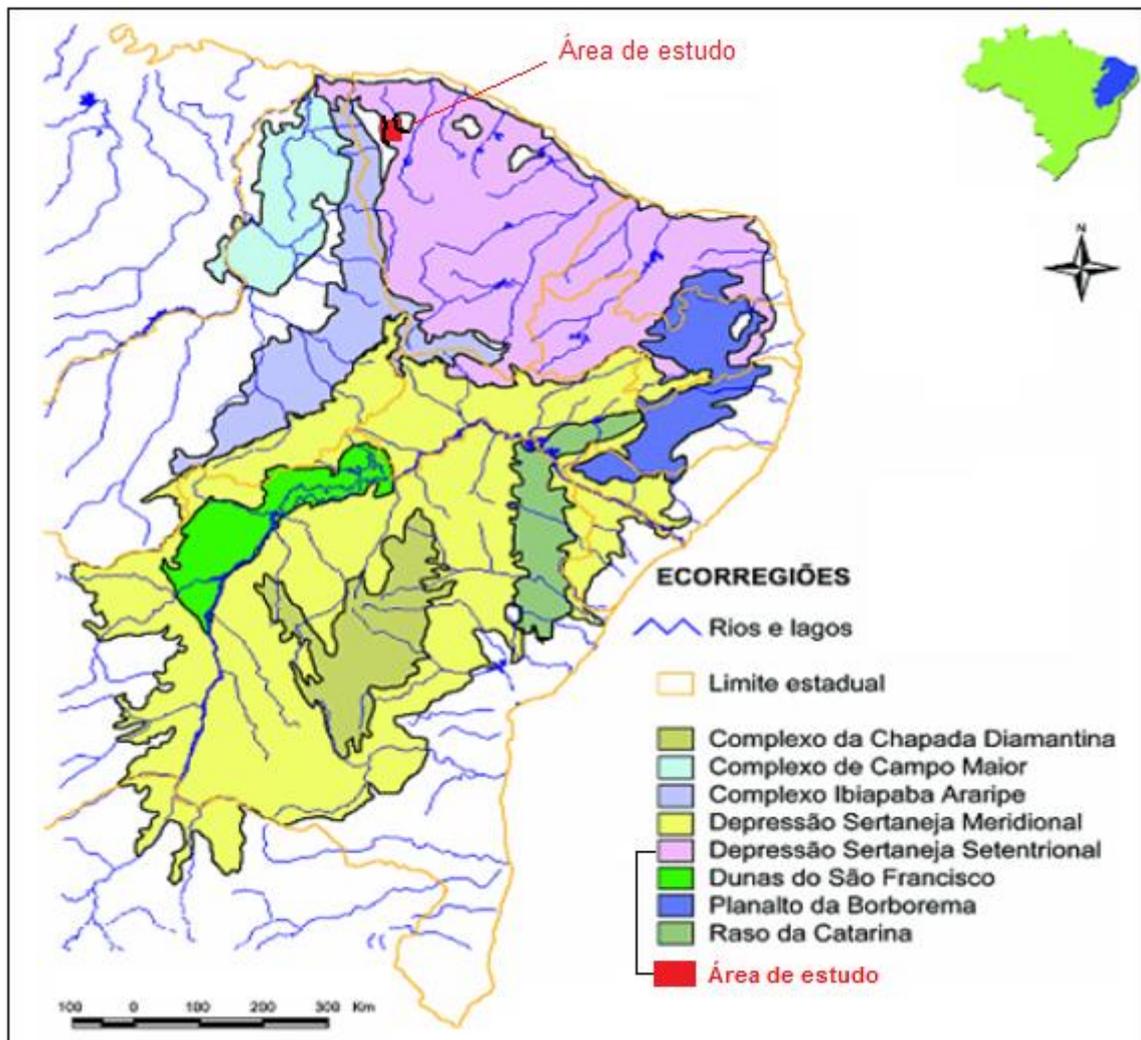


**Figura 21.** Incidência de secas no Semiárido Brasileiro.  
 Fonte: Santana (2007).

Tabela 05 – Ecorregiões do Bioma Caatinga.

Ecorregião	Área (km <sup>2</sup> )	Descrição
Depressão Sertaneja Setentrional	206.700	Áreas semiáridas clássicas, que ocupam a maior parte da região, sendo dividida no sentido norte-sul pela Chapada do Araripe.
Depressão Sertaneja Meridional	373.900	
Ibiapaba – Araripe	65.510	Planaltos cristalinos e sedimentares de grande altitude que se configuram como enclaves úmidos.
Chapada Diamantina	50.610	
Planalto da Borborema	41.904	
Campo Maior	41.420	Áreas de menor dimensão territorial, registros de paleoclimas em paisagens muito específicas como dunas e boqueirões.
Dunas do São Francisco	36.170	
Raso da Catarina	30.800	

Fonte: Velloso *et al.* (2002).



**Figura 22.** Ecorregiões do Bioma Caatinga.

Fonte: Velloso *et al.* (2002).

Das 8 ecorregiões propostas, as depressões Sertanejas Meridional e Setentrional representam a área *core* da Caatinga. Segundo os autores, as depressões Sertanejas são as ecorregiões mais típicas da Caatinga e, juntas, somariam 293 espécies, sendo 148 para Setentrional e 145 para a Meridional. Segundo eles, estes números indicam uma similaridade relativa, pois são áreas semelhantes climática e pedologicamente, porém muito amplas e com uma diversidade de condições particulares. Segundo Fernandes (2003), a separação entre elas se dá mais precisamente pela delimitação do rio São Francisco e não por barreiras geográficas como séries de serras.

No que tange ao recurso natural alvo da pesquisa, o calcário, nessa escala de análise já é possível identificar os campos de rochas carbonáticas metassedimentares com destaque aos localizados no Estado do Ceará (*tabela 06*).

*Tabela 06 – Campos de rochas carbonáticas sedimentares e metassedimentares do Ceará.*

<b>Áreas</b>	<b>Áreas de rochas carbonáticas metassedimentares</b>
M1	Serra do Purgatório
<b>[M2]</b>	<b>[Frecheirinha – Aprazível]</b>
M3	Forquilha
M4	Crateús – Ipú
M5	Miranda
M6	Novo Oriente
M7	Independência – Itatiaia – Umirim
M8	Redenção – Aratuba – Catuana
M9	Quixeramobim
M10	Arneiroz – Zorra
M11	Orós
M12	Farias Brito – Umari
M13	Antonina do Norte
<b>Áreas</b>	<b>Áreas de rochas carbonáticas sedimentares</b>
M1	Quixerê – Limoeiro
M2	Nova Olinda – Barbalha

Fonte: RADAMBRASIL (1981).

Dentre as rochas classificadas como sedimentar, o calcário aparece como uma das mais representativas no Estado. Segundo Moraes (2003), entre as rochas carbonáticas existentes em território cearense estão o calcário, dolomita, magnesita e margas. Salienta-se a ocorrência de calcário nas chapadas do Araripe e do Apodi, os calcários metamórficos de Sobral, Itatira, Redenção e Farias Brito, as fácies de algas calcárias da plataforma continental submarina, além da pedra Cariri.

#### 4.1.4. 4º nível – Depressão Periférica Ocidental do Ceará

No âmbito da depressão Sertaneja Setentrional encontra-se a *Depressão Periférica Ocidental do Ceará (DPOC)*, que corresponde a área de contato entre as litologias do escudo cristalino da Província da Borborema e sedimentares da Bacia do Parnaíba, na divisa entre os Estados do Ceará e Piauí.

Segundo Ross (2006) destaca-se no relevo brasileiro compartimentos esculpidos em bacias sedimentares Fanerozóicas soerguidas e coroadas por depressões marginais ou periféricas que se interpõem a planaltos e serras esculpidos em estruturas cristalinas ou mesmo sedimentares rígidas e antigas (maciços antigos).

O relevo dissimétrico em forma de *cuesta* é marcado por uma área deprimida esculpida em terreno cristalino em contato com o *front* do Planalto da Ibiapaba ligando ao reverso da *cuesta* de topografia suave com altitude que variam em torno de 800 e 900 m, marcando grandes desníveis em relação a depressão periférica onde as altitudes ficam em torno de 100 a 300 m.

A DPOC estende-se por todo o limite com o Estado do Piauí por aproximadamente 400 km de extensão, onde as precipitações são mais abundantes em função das altitudes do relevo regional, possibilitando o desenvolvimento de depósito de tálus consideráveis e solos mais profundos e férteis, extremamente valorizados pela agricultura comportando-se assim, como enclaves subúmidos no contexto da semiaridez onde a Mata Seca faz a transição entre a Caatinga Arbórea e a Floresta Plúvio-Nebular, principalmente na porção norte.

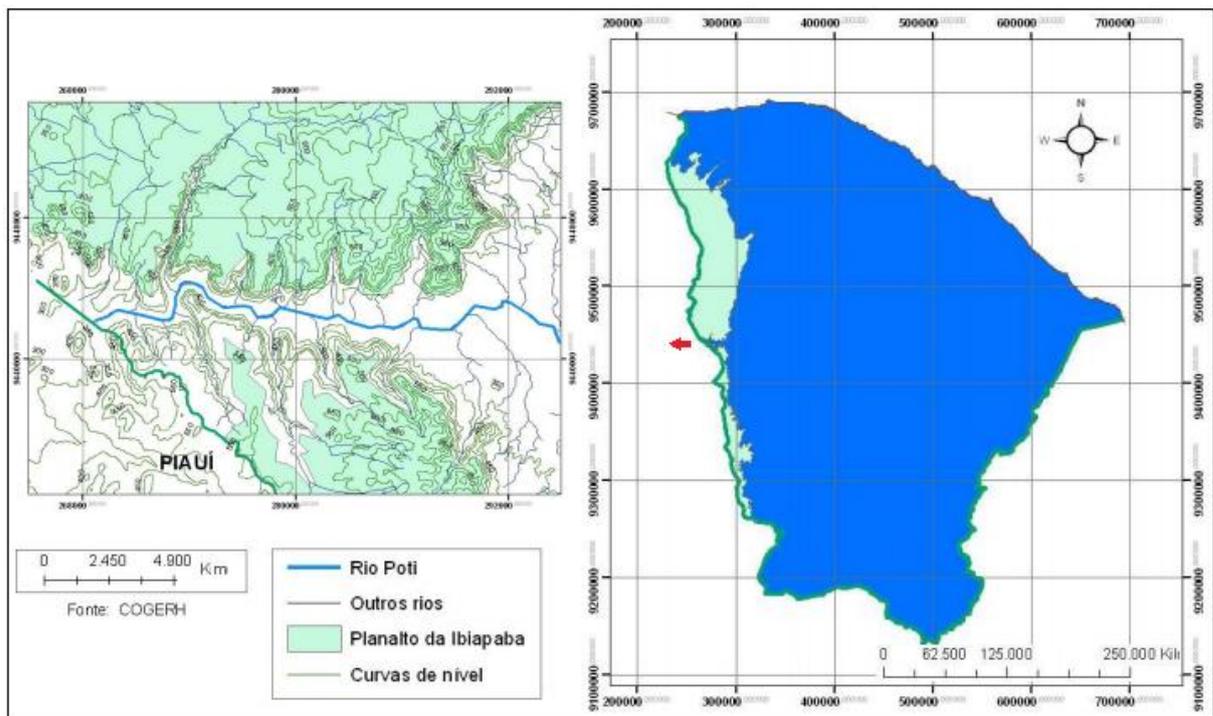
A DPOC pode ser dividida em 04 zonas distintas: zona do Coreaú, zona do Acaraú, zona do Parnaíba e zona do Jaguaribe, respectivamente, de norte para sul, entre o litoral e a chapada do Araripe no território cearense, as quais correspondem às cabeceiras de drenagem das respectivas bacias hidrográficas do oeste da depressão Sertaneja Setentrional.

Do ponto de vista natural, as 04 áreas podem ser agrupadas em 02 macrozonas: zonas do Coreaú e Acaraú (porção subúmida) e zonas do Parnaíba e Jaguaribe (porção semiárida), respectivamente, de norte para sul, produto em parte do longo período de denudação marginal sofrida pela borda da bacia do Parnaíba, responsável pela linha externa de *cuestas*, a qual apresenta-se bastante festonada ao longo de todo o setor oriental (divisa CE/PI), dividindo-se em 02 grandes conjuntos, separados pelo boqueirão do rio Poti (IBGE, 1977).

A DPOC estende-se da *cuesta* até os maciços descontínuos do Ceará central. Nos sertões de Ipu e Pires Ferreira (zona do Acaraú), por exemplo, a DPOC se estende até 18,5 km de largura (NASCIMENTO, 2006).

#### 4.1.5. 5º nível – Depressão Periférica Setentrional

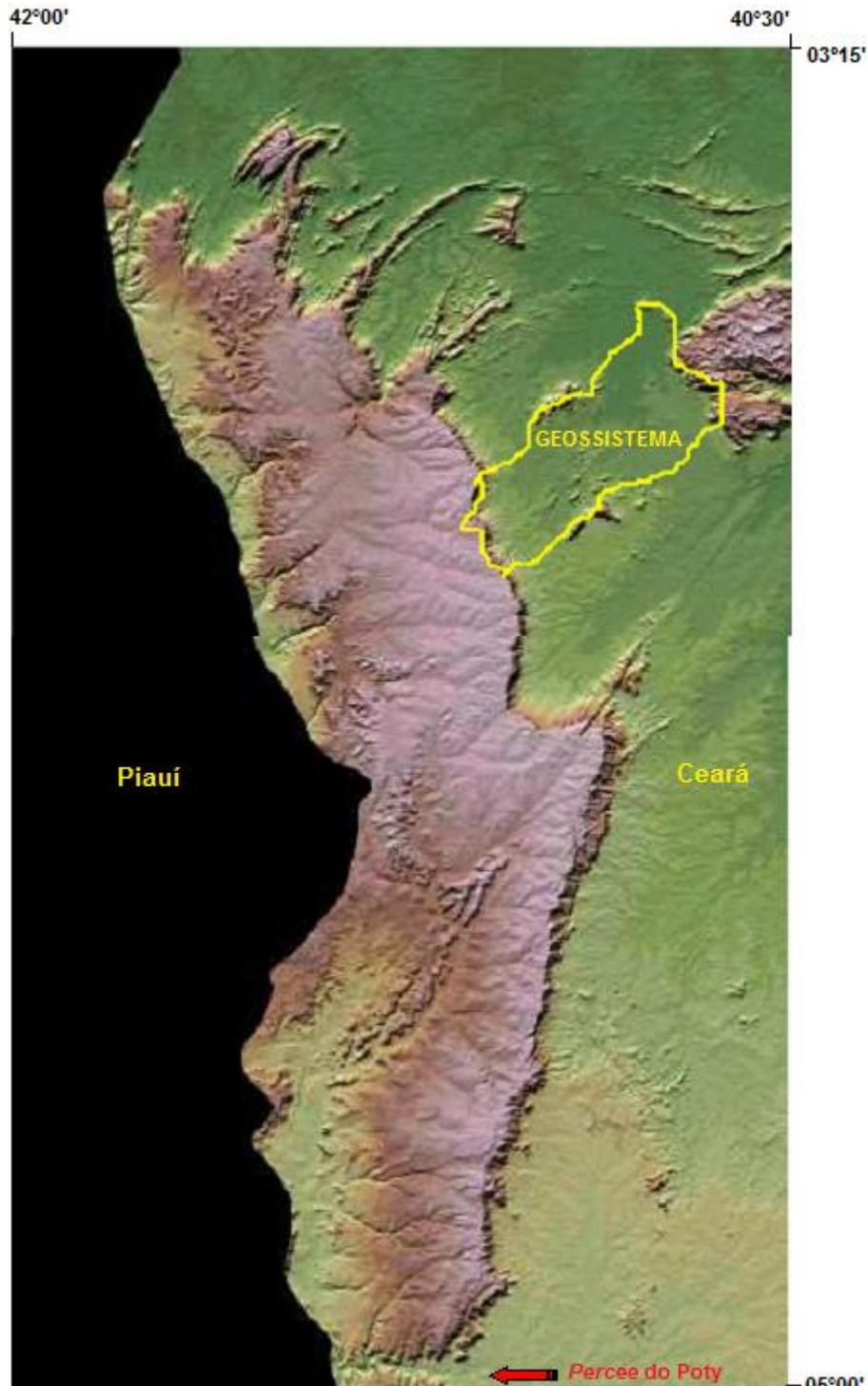
No contexto da unidade de paisagem da Depressão Periférica Ocidental do Ceará encontram-se dois segmentos, a porção meridional e setentrional, esta última dando origem à *Depressão Periférica Setentrional*, tendo como divisor o *percée* do rio Poty (*figura 23*), um boqueirão com desníveis altimétricos significativos, que permite a passagem da única drenagem de origem semiárida cearense que escoara o Estado do Piauí desaguando na bacia hidrográfica do rio Parnaíba, onde assume um caráter permanente.



**Figura 23.** Localização do *percée* do rio Poty no planalto da Ibiapaba, no contexto do Estado do Ceará, dividindo as porções setentrional e meridional do relevo cuestiforme.

Fonte: Santos e Souza (2012).

O *pérce* nas proximidades da cidade de Crateús divide significativas diferenças morfoclimáticas no contexto da depressão periférica, pois sua porção setentrional com altitudes mais significativas e mais próximas ao litoral, permitem índices pluviométricos mais significativos, além do fato de concentrar todos os municípios cearenses que possuem suas sedes no topo do planalto, mas que possuem territórios na depressão semiárida (*figura 24*).



**Figura 24.** A DISAC no contexto da depressão Periférica Setentrional.  
 Fonte: [www.relevobr.cnpm.embrapa.br/ce/hth2/ce03\\_02.htm](http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/ce/hth2/ce03_02.htm). Acesso em: 03 maio 2014.

Na porção meridional, os índices de aridez se acentuam, pois a maior distância do litoral e as menores altitudes dificultam a geração de chuva acentuando assim os meses secos nessa porção da depressão periférica, gerando áreas com sérios problemas de desertificação como o Sertão dos Inhamuns, na região sudoeste do Estado do Ceará.

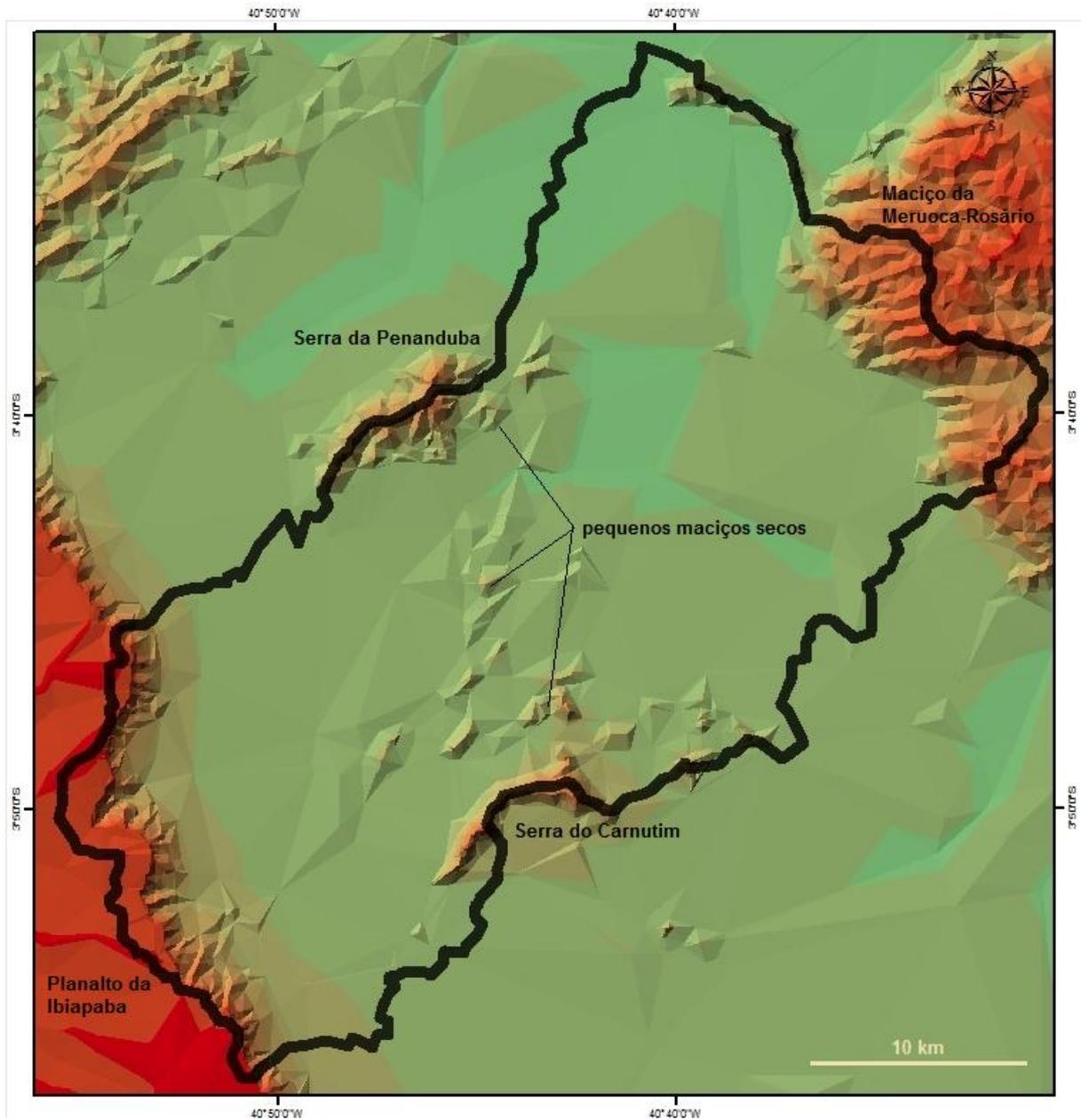
Segundo Santos e Souza (2012), o setor setentrional do planalto da Ibiapaba configura-se como um ambiente de exceção em relação ao domínio das caatingas semiáridas, pois o obstáculo topográfico proporciona a ocorrência de chuvas orográficas a partir da ascensão de ventos úmidos provenientes de sudeste. As condições climáticas úmidas permitem a fixação de uma expressiva mata de encosta caracterizando-se num verdadeiro brejo de altitude.

A depressão periférica Setentrional (DPS) é marcada por altas chapadas, enquanto a meridional é marcada por chapadas intermediárias e baixas segundo o Zoneamento Agroecológico do Nordeste (ZANe) (EMBRAPA, 2012), sendo a porção norte caracterizada do ponto de vista vegetacional pela presença da Mata Seca compondo a transição entre a Caatinga Arbórea da depressão semiárida e a floresta Plúvio-Nebular do topo da chapada. Na DPS também ocorrem interflúvios tabuliformes com problemas de voçorocamento como os registrados nas localidades de Chapada e Tabuleiro, município de Ubajara.

A cobertura vegetal destas áreas, caracterizada como floresta Ombrófila Aberta (IBGE, 2004), está restrita ao trecho setentrional do planalto da Ibiapaba, recobrando a sua face leste, cuja encosta acentuadamente íngreme (com quase 90° de declividade), ajudou a evitar o desmatamento (OLIVEIRA *et al.*, 2005).

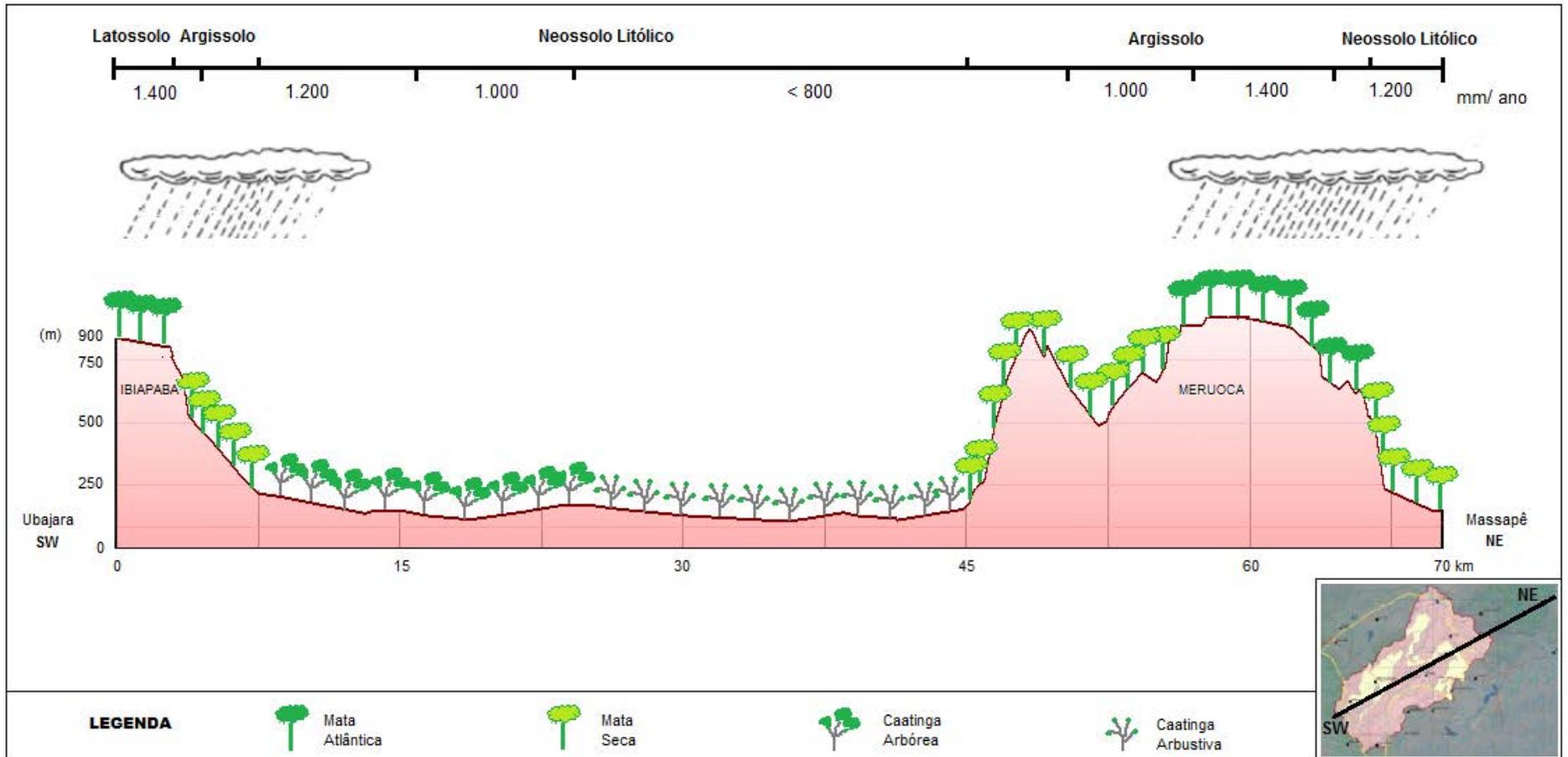
#### **4.2. GEOSSISTEMA DA DEPRESSÃO INTERPLANÁLTICA SEMIÁRIDA DO ALTO COREAÚ (CE)**

Na porção norte da unidade de paisagem da depressão periférica Setentrional, um pequeno setor com características morfológicas e climáticas singulares, identificado como um compartimento interplanáltico configura-se como a escala inferior da referida paisagem, o geossistema da Depressão Interplanáltica Semiárida do Alto Coreaú (DISAC) com uma área de 979 km<sup>2</sup> (*figuras 25 e 26*).



**Figura 25.** O Geossistema da Depressão Interplanáltica Semiárida do Alto Coreau (CE).

Fonte: [www.relevobr.cnpm.embrapa.br/ce/hth2/ce03\\_02.htm](http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/ce/hth2/ce03_02.htm). Acesso em: 20 abr 2015.



**Figura 26.** Perfil geoambiental do geossistema DISAC num contexto regional entre as cidades de Ubajara e Massapê.

Elaboração: Nataniel Albuquerque, 2015.

Nesse nível taxonômico, a dinâmica hidrogeomorfológica representada pelo recorte espacial da depressão interplanáltica regional aliada à bacia hidrográfica do Alto Coreau apresenta-se como uma variável que aproxima os sistemas naturais, preservados nas escalas superiores, dos sistemas sociais nas escalas inferiores, colocando a depressão interplanáltica semiárida como uma importante célula de ordenamento territorial, principalmente, em se tratando de uma região quente e seca.

Quanto menor espacialmente a unidade de paisagem, maiores são as influências do sistema social na paisagem, o qual valoriza na mesma aspectos ou elementos específicos, como é o caso do calcário, a ser tratado nas escalas do geossistema e inferiores a ele.

Geomorfologicamente, a unidade de paisagem está compreendida entre o maciço residual úmido da Meruoca-Rosário, a leste e o *front* do relevo em forma de *cuesta* do planalto da Ibiapaba, a oeste o qual marca o contato entre as litologias do embasamento cristalino da província da Borborema (leste) e da bacia sedimentar do Parnaíba (oeste) com altitudes que beiram os 900 m bordejando a depressão com altitude médias entre 100 e 200 m submetida ao clima Tropical Semiárido, porém, na sua transição para quadros climáticos menos severos rumo ao litoral (ao norte) e ao planalto (a oeste).

O geossistema semiárido em análise é resultado de um significativo ciclo de denudação erosiva, possivelmente em condições semiáridas que dissecou bastante a região, cujo resultado final foi a formação de três grandes unidades geomórficas, dois maciços residuais, um cristalino (Meruoca-Rosário) e outro sedimentar (Ibiapaba) de grandes altitudes separados por um pediplano (depressão do AltoCoreau) bastante marcado na paisagem sertaneja (*figura 27*).

O grande batólito da serra da Meruoca-Rosário é datado do fim do período Cambriano (RADAMBRASIL, 1981), sendo formado pelo granito Meruoca, constituído por granitos, biotita-hornblenda-granitos e granófiros, com passagem transicional para vulcânicas nos bordos. Associam-se diques de riolitos, granito pórfiro e quartzo diorito.

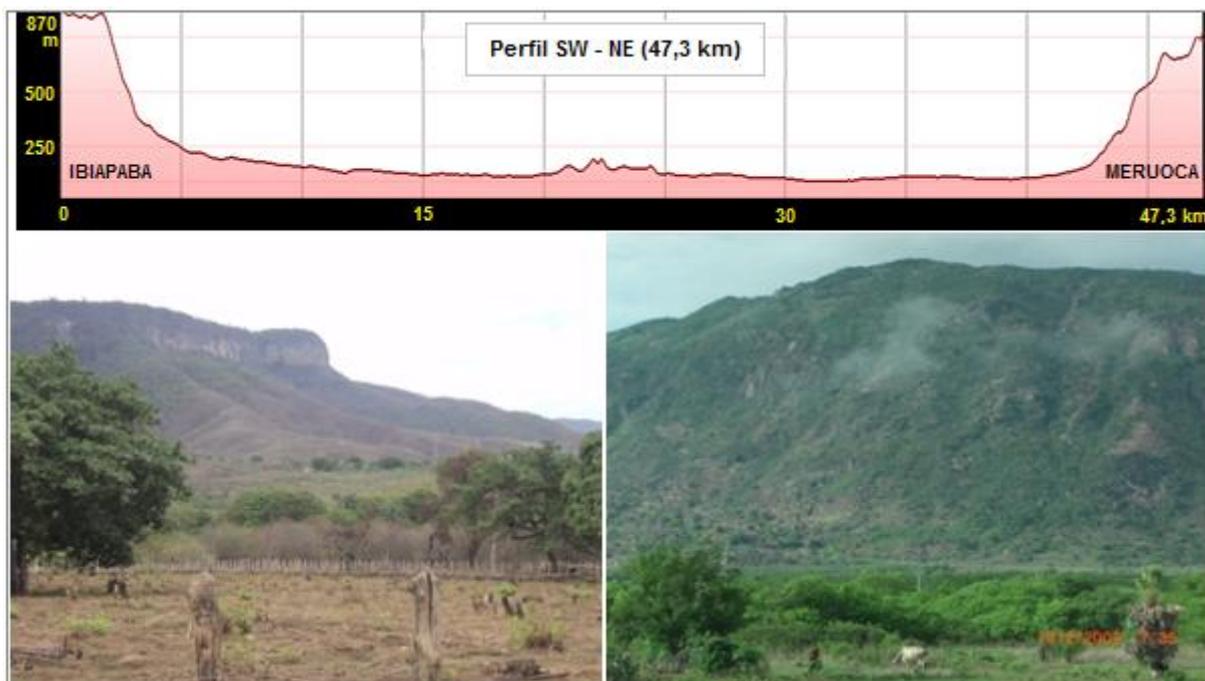
A morfologia tabular da chapada da Ibiapaba, de origem sedimentar mais recente, localiza-se na borda oeste da referida depressão, sendo formada por conglomerados e arenitos grosseiros, arcoseanos e ortoquartzíticos, intercalações de arenitos finos, micáceos, laminados, às vezes feldspáticos, estratificação cruzada da formação Serra Grande, datada do Siluriano-Devoniano Inferior, períodos do final do Paleozóico Inferior, período em que merece destaque a formação de bacias sedimentares entre escudos e sua submersão do mar, isso por volta de 30 a 50 milhões de anos (RADAMBRASIL, 1981).

A monotonia da paisagem semiárida do pediplano é rompida pela presença dos *inselbergs* ou maciços residuais secos merecendo destaque a serra da Penanduba, ao norte, e a serra Verde ou do Carnutim, ao sul, principais divisores de água do geossistema no sentido latitudinal (*figura 28*) com altitudes entre 600 e 700 m configurando-se em áreas de exceção também vegetacional, com a presença de espécies vegetais típicas da Mata Seca segundo Oliveira *et al.* (2007), principalmente, no caso da Serra da Penanduba.

Do ponto de vista geológico, merece destaque no geossistema o Grupo Ubajara com destaque para a formação carbonática Frecheirinha com a presença de 03 grandes campos calcários: Frecheirinha, Aroeiras e Penanduba (RADAMBRASIL, 1981), compondo aproximadamente  $\frac{1}{4}$  da referida área.

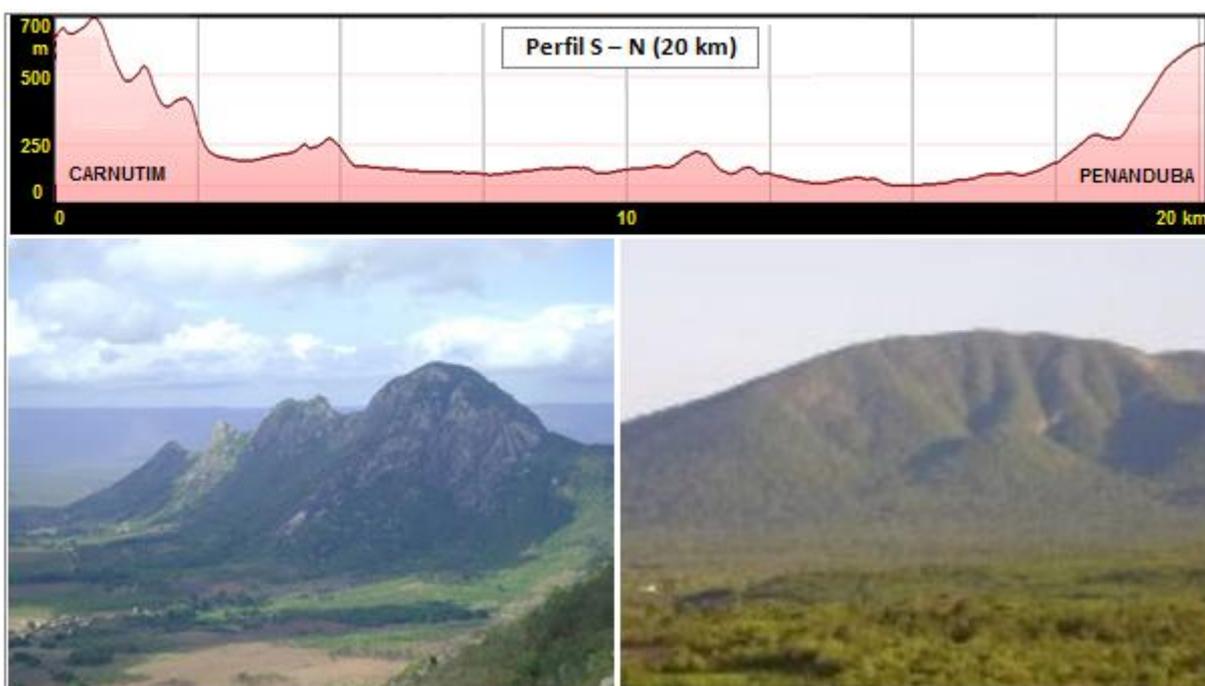
A área também guarda indícios em uma pequena mancha de colúvios a noroeste da serra da Penanduba, possivelmente transportados das encostas da Ibiapaba no período Holoceno, na era Cenozóica (RADAMBRASIL, 1981), completando o mosaico da geologia regional.

Tanto o planalto da Ibiapaba quanto a serra da Meruoca-Rosário determinam na escala de análise a definição da variação do quadroclimático regional em relação as áreas a barlavento e sotavento e, conseqüentemente, à dinâmica hidrogeomorfológica da bacia, pois, nessas estruturas estão localizadas as principais nascentes e os divisores de água das bacias do Coreaú e Acaraú.



**Figura 27.** Perfil topográfico SW – NE do geossistema e as paisagens do planalto da Ibiapaba e serra da Meruoca.

Fonte: Nataniel Albuquerque, 2015. Elaboração: Nataniel Albuquerque, 2015.



**Figura 28.** Perfil topográfico S – N do geossistema e as paisagens da Serra do Carnutum e Serra da Penanduba.

Fonte: Nataniel Albuquerque, 2015. Elaboração: Nataniel Albuquerque, 2015.

O rio Coreaú, principal coletor de drenagem do geossistema, é um rio obsequente, pois, drena no sentido inverso ao mergulho das camadas sedimentares do planalto da Ibiapaba onde se encontra duas nascentes cortando as litologias do Grupo Ubajara, especialmente, a fácies carbonática da formação Frecheirinha.

Com relação à cobertura vegetal, o geossistema é marcado pela ocorrência da Caatinga Arbustiva Aberta na porção leste e, um mosaico transicional na porção oeste, formado pela Floresta Caducifolia Espinhosa (Caatinga Arbórea), a Floresta Subcaducifolia Tropical (Mata Seca) e a Floresta Subperenifolia Tropical Pluvio-Nebular segundo classificação do IPECE (2010) marcando a transição ecológica depressão – planalto suplantada por Argissolos nas encostas e Latossolos no platô da Ibiapaba.

A transição depressão – serra na porção leste ocorre de forma mais tímida dada a posição a sotavento da encosta sudoeste da Meruoca-Rosário, porém, apresentando mudanças significativas na paisagem sertaneja como a ocorrência de Argissolos em baixas altitudes, na faixa dos 270 m na seção cortada pela rodovia estadual que liga as cidades de Coreaú e Alcântaras.

Do ponto de vista da conservação dos recursos naturais, a área é de relevante interesse ecológico, pois está circundada por dois grandes fragmentos de vegetação de Mata Atlântica no Estado do Ceará, no planalto da Ibiapaba, a oeste com 25.893 hectares (13,8% do Estado) e a serra da Meruoca-Rosário, a leste, com 3.206 hectares (1,71%), correspondendo respectivamente, a primeira e quinta maior área de mata úmida na região semiárida cearense (SNE, 2002).

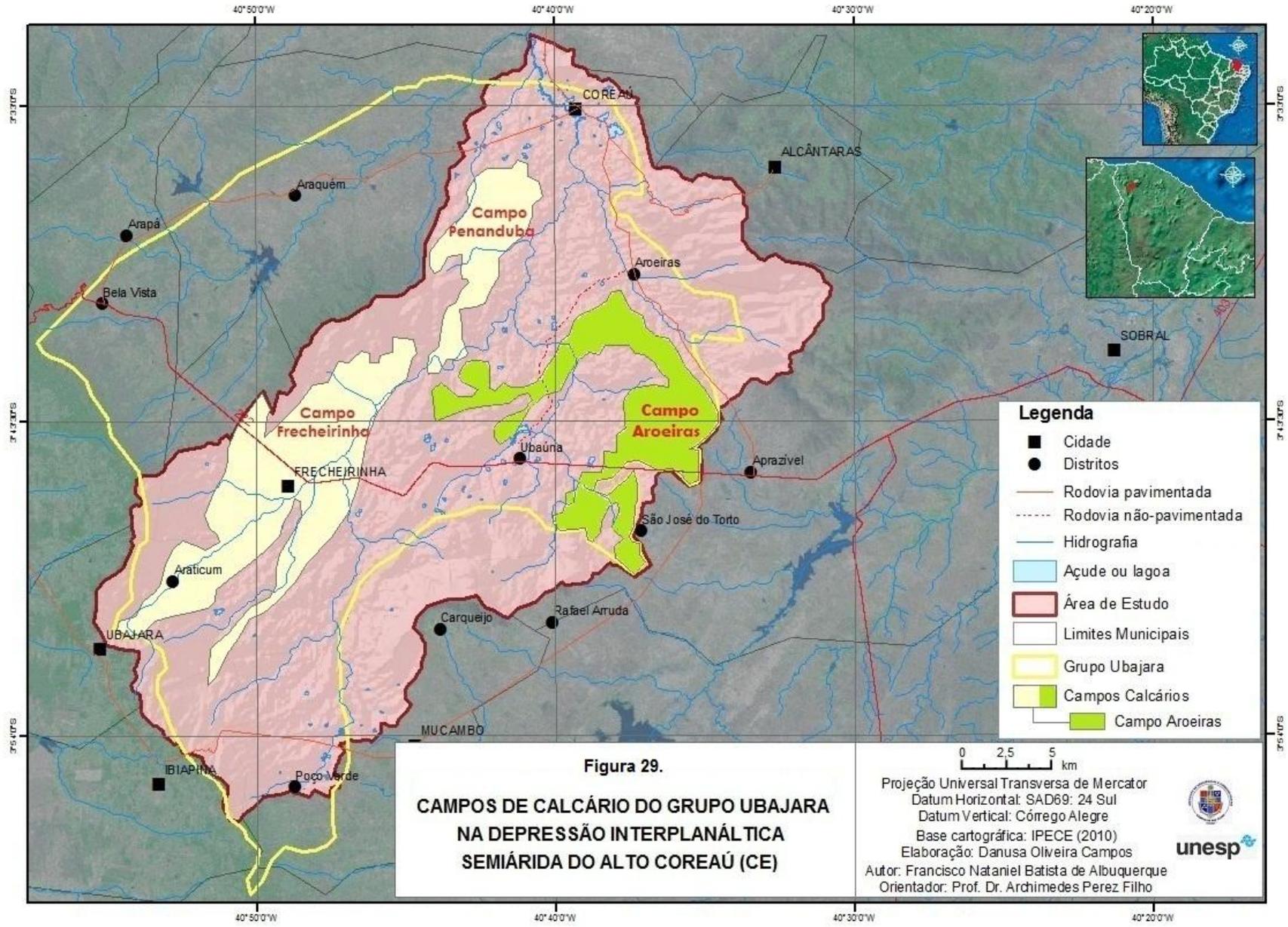
Na serra da Penanduba, a presença de depósitos recentes na sua vertente norte configura-se como um aquífero local onde localizam-se várias nascentes que drenam para os rios Coreaú e seu principal afluente na margem esquerda, o rio Juazeiro.

A serra da Penanduba registra ainda a ocorrência do macaco Guariba (*Alouatta ululata*) (OLIVEIRA *et al*, 2007) um dos maiores primatas neotropicais, que na região ocorre em ambientes de floresta Estacional Semi-Decidual em meio à Caatinga Arbórea, pois, até então se achava que a espécie estava restrita ao planalto da Ibiapaba testemunhando segundo Feijó e Langguth (2013) a expansão e retração das formações florestais durante um passado recente no continente sulamericano, pois, o Guariba, um dos animais de distribuição disjunta está presente no leste da floresta Amazônica (Maranhão) e na floresta Atlântica do Nordeste brasileiro (Ceará).

### 4.3. ESCALAS INFERIORES DA PAISAGEM

#### 4.3.1. 1º nível – Campo Calcário Aroeiras

No contexto da depressão interplanáltica semiárida do Alto Coreaú destaca-se o campo calcário Aroeiras com 79 km<sup>2</sup>, um dos 3 campos da formação carbonática Frecheirinha de expressiva ocorrência no geossistema juntamente com os campos Frecheirinha (115 km<sup>2</sup>) e Penanduba (37 km<sup>2</sup>) perfazendo uma área de 231 km<sup>2</sup> revelando-se como novas unidades de paisagem situadas no mesmo táxon das escalas inferiores ao geossistema em estudo (*figura 29*). O campo Aroeiras, por sua vez, destaca-se nesse contexto em função de sua dimensão territorial, da maior quantidade de unidades de produção de cal, da presença da fábrica de cimento, além do fato de encontrar-se parcialmente na área degradada apontada pela Funceme (1994).



As manchas de ocorrência da formação Frecheirinha correspondem a 03 grandes campos de calcário. Numa escala que compreende 04 tamanhos: indício, pequena, média e grande, esses jazimentos minerais caracterizam-se por serem de grandes dimensões espaciais (RADAMBRASIL, 1981).

As unidades de paisagem desenvolvidas sobre a litologia calcária da formação Frecheirinha (*tabela 07*) desenvolvem solos argilosos e mais escuros, além de coberturas vegetais de porte arbóreo diferenciadas no contexto da semiaridez.

*Tabela 07 – Características das formações do Grupo Ubajara.*

<b>Formação</b>	<b>Tipo de sedimento</b>	<b>Características</b>	<b>Ambiente de formação</b>
Coreaú ( <i>topo</i> )	Clastopelítico	Arenito arcoseano, grauvasca e conglomerado	Fluvial
<b>Frecheirinha</b>	<b>Carbonático</b>	<b>Calcário e marga, com intercalações de siltito e quartzito</b>	<b>Plataformal</b>
Caiçaras	Clastopelítico	Ardósia, arenito e siltito, anquimetamórficos	Marinho raso
Trapiá ( <i>base</i> )		Arenito grosso a conglomerático, anquimetamórficos	Flúvio-marinho

Fonte: CPRM (2004).

Segundo Fonseca (2014), no geral, os solos oriundos de calcários e margas (argilas calcárias) são normalmente muito férteis e procurados para exploração agrícola. Muitos deles são eutróficos (auto-suficientes, com alta saturação de bases) em vários sais minerais essenciais às diversas lavouras, além de possuírem um bom percentual de matéria orgânica e boa retenção de água em seus poros e microporos.

A cor vermelha é uma característica comum em solos desenvolvidos a partir de rochas carbonáticas e denotativa da presença de hematita, cuja formação é favorecida em condições de pH elevado e drenagem desimpedida (SCHWERTMANN; TAYLOR, 1989 *apud* SILVA *et al*, 2013).

O calcário é de tal relevância no geossistema em estudo que a primeira unidade geológica identificada na região Noroeste do Ceará, foi denominada por Willians (1926 *apud* RADAMBRASIL, 1981), de “Série Bambuí”, referindo-se ao calcário preto dos arredores da cidade de Frecheirinha, situada no campo calcário homônimo.

O campo Aroeiras, uma das unidades da formação carbonática, estende-se pela porção leste do geossistema, mais exatamente entre os distritos de Aroeiras (Coreaú) e São José do

Torto (Sobral), estendendo-se até os distritos de Aprazível (Sobral) e Ubaúna (Coreaú) acompanhando o eixo da rodovia CE-364.

O campo Frecheirinha, por sua vez, situa-se na porção oeste do geossistema, estendendo-se desde a localidade de Oiticica (Frecheirinha), passando pela cidade homônima até o distrito de Araticum (Ubajara) assumindo uma linearidade NE-SW.

O campo Penanduba, com apenas 37 km<sup>2</sup> de extensão está restrito ao município de Coreaú, distribui-se pelos distritos de Francisco Alves e São Vicente.

#### 4.3.2. 2º nível – Afloramentos Calcários do Campo Aroeiras

No contexto dos campos de calcário do geossistema, uma nova unidade de paisagem é identificada, são as áreas onde afloram a litologia calcária, as quais estão concentradas na porção centro-leste da bacia, principalmente nos campos Aroeiras e Penanduba, enquanto os calcários do campo Frecheirinha não estão na superfície devido a proximidade do *front* do planalto da Ibiapaba onde se desenvolveu um espesso depósito de tálus recobrando-os, associado a maiores índices pluviométricos, possuindo um pedogênese mais desenvolvida.

Entre os campos Frecheirinha e Aroeiras, de maiores dimensões, o Aroeiras apresenta uma quantidade mais significativa de afloramentos calcários, pois, se encontra numa área mais seca da bacia, onde o processo de denudação é mais intenso. Dessa forma, os afloramentos do campo Frecheirinha se restringem as grandes formações calcárias (*figura 30*), que chegam a 50 m de altura existentes nas imediações do distrito de Araticum com a presença de caneluras devido à dissolução do carbonato de cálcio.



**Figura 30.** Afloramentos calcários no Parque Nacional de Ubajara e nas imediações no distrito de Araticum (município de Ubajara). Fonte: Nataniel Albuquerque, 2014 e 2012.

Na porção leste, as áreas de exposição dos calcários do campo Aroeiras, são intercaladas por siltitos e quartzitos bastante fraturados, configurando-se na paisagem por meio dos “altos pelados” como afirma Ab’Saber (2003), ou seja, pequenas “ilhas quartzíticas/siltíticas” que, quando se apresentam em grande escala separam as formações calcárias das não-calcárias do geossistema (*figura 31*).



**Figura 31.** Pequenos afloramentos calcários presentes na paisagem, respectivamente, no meio da Caatinga nas imediações do distrito de São José do Torto (Sobral) e na vicinal na localidade de Mosquito (Coreaú). Fonte: Nataniel Albuquerque, 2014.

Nas áreas de ocorrência do calcário, desenvolvem-se solos pesados, mal drenados e com alto teor de argila, popularmente conhecidos como Massapê, em função do seu difícil manejo no período das chuvas (*figura 32*).



**Figura 32.** Características da rocha calcária e do solo argiloso oriundo da sua decomposição. Fonte: Nataniel Albuquerque, 2013.

Os solos que recobrem os campos calcários são oriundos, em linhas gerais, de rochas carbonáticas com composição química em torno de 69,1% de  $\text{CaCO}_3$  e apenas 1,8% de  $\text{MgCO}_3$ , além de um alto teor de resíduo insolúvel (19,8%) (SOUSA e VIDAL, 2005), configurando-se, em função do baixo teor de MgO, em calcários calcíticos, geralmente, de coloração cinza-escuro a azulada.

Andrade (2005), por sua vez, faz uma distinção entre os calcários explotados para produção de cal e supercal no campo Frecheirinha, revelando assim diferenças significativas nas suas composições. Enquanto o calcário calcítico (49,7% CaO e 1,6% MgO), é utilizado para produção de cal virgem e hidratada, o dolomio calcítico (32% CaO e 18,3% MgO) é utilizada para fabricação da supercal, sendo definidos tecnicamente como carbonatito e mármore cálcico, respectivamente.

## **5. ESPACIALIDADES E TEMPORALIDADES DOS SISTEMAS SOCIAIS NA APROPRIAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS**

As espacialidades e temporalidades dos sistemas sociais configuram juntamente com o sistema natural no pilar complementar da organização espacial. Na presente tese, abordamos o sistema social, a partir da apropriação de diferentes tipos de recursos naturais pelos circuitos espaciais da economia regional, em especial, àqueles formados pela atividade minerária no geossistema (perspectiva espacial) desenvolvidas pelas caieiras rudimentares, de um lado e, de outro, pela unidade fabril do Grupo Votorantim, situados historicamente no período posterior à instalação do Parque Nacional de Ubajara (unidade de conservação federal) e da cimenteira do Grupo Votorantim em meados da década de 1950 e início da década seguinte.

O processo de apropriação dos recursos naturais pelos diferentes circuitos da economia regional ao longo dos tempos permitiu-nos, tomando como ponto focal de análise a apropriação do calcário, a periodicização do sistema social da depressão interplanáltica semiárida do Alto Coreau (CE) em 04 recortes temporais:

1. Pré – anos 1950: A apropriação do recurso natural agroextrativista;
2. Anos 1950 – 1960: A apropriação do calcário pelo circuito superior da economia do parque nacional de Ubajara e da fábrica de cimento do grupo Votorantim;
3. Anos 1970 – 2000: A apropriação do calcário para produção da cal pelo circuito inferior da economia;
4. Pós – anos 2000: Apropriação dos recursos minerais, conservação da biodiversidade e a reestruturação produtiva do território.

Vale ressaltar que estes marcos históricos não são estanques e que, portanto, as linhas divisórias do tempo são tênues e, muitas vezes, sobrepõem-se em função de temporalidades complementares e/ou conflitantes dos fatos.

## 5.1. PRÉ – ANOS 1950: A VALORAÇÃO DO ELEMENTO NATURAL AGROEXTRATIVISTA

A ocupação das depressões intermontanas tropicais semiáridas brasileiras e, mais especificamente, do geossistema em análise até o século XVII resumia-se a poucas investidas e ocupações rarefeitas espacialmente, uma vez que a principal atividade econômica mantida pela Coroa Portuguesa na colônia, a monocultura da cana-de-açúcar e os engenhos para produção do açúcar localizavam-se no litoral leste da região Nordeste.

A ocupação mais efetiva do interior do continente ocorre após a Carta Régia do ano de 1701 que proibia a criação de gado numa faixa de 10 léguas (aproximadamente 60 km) a partir do litoral, tornando essa porção do território exclusiva para a expansão da cana-de-açúcar. Dessa forma, cabe à pecuária o processo de ocupação do interior semiárido e a posterior criação de um mercado interno.

Tanto a cana-de-açúcar quanto a pecuária expandiram degradando os recursos naturais, especialmente os fitogenéticos para abertura de novas áreas de cultivo e criação, além da madeira para o funcionamento dos engenhos. Dada a possibilidade de "competição" entre as atividades, Portugal impõe um modelo simplificado de "zoneamento agropecuário" definindo áreas específicas para cada atividade, induzindo assim a ocupação territorial do sertão através da doação de datas e sesmarias, uma espécie de primeiro ordenamento territorial de macroescala, embora de forma excludente e predatória.

No que tange ao geossistema daDISAC, mais especificamente, a doação das primeiras datas e sesmarias na região datam do início do século XVIII, mais exatamente no período compreendido entre 1702 e 1743. As terras doadas localizavam-se entre a serra da Meruoca e o rio Coreáú, mais exatamente nas proximidades entre o último e o rio Itacoatiara, próximo a serra das Rolas, além de áreas nas proximidades do distrito de Ubaúna e da cidade de Frecheirinha em 1722 (PILDAS, 2003).

As petições junto a Coroa requeriam as melhores terras para criação de *gados vacuns e cavalares* e demais *criasõins*, mas também tentavam livrar-se das *serras e terras inuteis* (PILDAS, 2003). Possivelmente o rio das Rolas trata-se do rio Itacoatiara, nas proximidades da serra das Rolas e também do distrito de Aroeiras (Coreáú). Percebe-se claramente nas petições, a pecuária como principal atividade econômica e, conseqüentemente, a seleção de áreas em função de suas características pedológicas e hidrológicas priorizando, por exemplo,

áreas de relevo plano e a exclusão de terras inúteis que podem ser entendidas como áreas detentoras de características dos geótopos áridos apontados por Ab'Saber (1977), revelando a influência do meio físico na ocupação e organização espacial regional.

O desenvolvimento da pecuária sertaneja caracterizava a economia da capitania no final do século XVIII, baseando-se na produção do charque nas oficinas e, mais tarde, na expansão da cultura do algodão para o mercado externo. A partir de 1740, a indústria do charque desenvolve-se nos centros de produção localizados nas embocaduras dos rios das capitanias do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte, agregando com ela a atividade saladeril (SANTOS, 2008).

Em 1792 o porto natural da atual cidade de Camocim, situado na foz do rio Coreaú começa a ser explorado ordenando o escoamento da produção da bacia do Coreaú. Apesar da distância de 90 km do geossistema em análise, com o passar dos anos o porto tornou-se o destino da produção agropecuária regional através dos comboios que conduziam sobre lombo de animais produtos como rapadura, mel e cachaça oriundos do planalto da Ibiapaba, além da carne seca e algodão do sertão e regressavam do litoral com os produtos da praia, como peixe e sal, tendo o geossistema como rota de passagem.

O início do século XIX é marcado pelos primeiros sinais da atividade minerária no Estado, mas, também no geossistema em análise com a exploração dos calcários das regiões do Apodi e de Sobral/Coreaú, além da magnesita no município de Iguatu e a gipsita da chapada do Araripe segundo Vidal *et al.* (2005). Vale ressaltar que todos esses minérios estão relacionados à formações sedimentares, especialmente de estruturas carbonáticas de fácil exploração e emprego imediato, principalmente na construção civil, sendo assim extremamente importantes no processo de ocupação e organização espacial das respectivas áreas.

O final do século XIX configura-se como um marco na economia e engenharia do território cearense, bem como do geossistema em análise com a instalação das primeiras indústrias têxteis em Fortaleza e Sobral e a construção de ferrovias ligando o interior à capital do Estado para escoamento da crescente produção de algodão dada a guerra da Secessão nos Estados Unidos entre 1861 e 1865, o qual, segundo Holanda (2007), alcançou o 2º lugar na pauta de exportação brasileira por uma década, entre 1861 e 1870, atrás apenas do café.

"O Ceará era, antes da entrada do Nordeste na divisão internacional do trabalho pela via da produção do algodão, um vasto e subpovoado curral de gado, com algumas exceções como a micro-zona do Cariri onde medrou a atividade açucareira e na porção norte do Estado, a extração da cera de carnaúba" (OLIVEIRA, 1977 *apud* HOLANDA, 2007, p. 55).

Segundo Girão (2001 *apud* ASSIS, 2012), a Estrada de Ferro Camocim – Sobral, construída entre 1878 e 1882, atendeu a dois fortes apelos:

- ordem econômica – por conta do aumento da produção de algodão no interior e a necessidade de meios de transporte mais eficazes para seu escoamento até os portos;
- ordem social – criação de frentes de trabalho que atenuassem os efeitos da seca de 1877 e do grande contingente de flagelados que já migravam do interior para o litoral e serras úmidas;

[...] Assim propõe não só resgatar a parte construída da via férrea de Baturité [primeira ferrovia – 1870] e as continuar, com a possível celeridade o que resta fazer, mas também levar a efeito outra via férrea que seguindo do Porto de Camocim passe pela cidade de Granja e, contornando a Serra da Meruoca, termine em Sobral, donde mais tarde se prolongará acompanhando a serra geral em direção ao Piauí (CONSELHO, 1878 *apud* CAPELO FILHO, 2010, p. 18).

Os efeitos sociais da falta de planejamento frente a suscetibilidade do sistema natural às secas e a crescente valorização do recurso natural solo para produção de algodão definiam a organização do sistema social regional provocando um reordenamento territorial.

Porém, uma questão no traçado chama atenção, pois, o projeto original visava a ligação entre o sertão e o litoral pela vertente ocidental do maciço da Meruoca cortando a região do geossistema do Alto Coreaú, onde a atual cidade de Coreaú (na época vila da Palma) era um dos pontos obrigatórios do traçado, pois havia a intenção da construção de um ramal ligando também o planalto da Ibiapaba (denominada de serra Geral) para escoamento da produção agrícola, porém, por questões políticas e não técnicas o traçado foi desviado para a vertente oriental do maciço.

"... os importantes pontos de Palma (atual Coreaú) e Santana foram sumariamente suprimidos, devendo-se essa supressão arbitrária a uma simples carta enviada por Francisco de Paula Pessoa, Senador do Império, homem possuidor de grande fortuna e enorme influência política na província por intermédio de cujas relações distintas e seletas desviou-se o traçado do projeto inicial da Estrada de Ferro de Sobral" (OLIVEIRA, 1994).

A decisão política revela como critérios técnicos (ciência) colocam-se em choque as opções pessoais (política) dos tomadores de decisão da época, influenciando outra vez, na organização espacial do setor oeste da serra da Meruoca. As secas se configuram ao longo da história como temporalidades de maior intervenção na organização espacial, principalmente, em obras hídricas e viárias.

Segundo Borzacchiello (2006 *apud* FIEC, 2010), a partir de 1891, no Estado do Ceará, foram criadas a Companhia Cearense de Curtume, pioneira na industrialização de couros e peles, a Companhia Fabril de Meia, e a Companhia Industrial do Ceará, que explorava as

pedreiras existentes no estado para fabricação de cal, tijolos, telhas, ladrilhos e azulejos. Percebe-se a valoração de recursos naturais animais, como couro; vegetais, como algodão; e, minerais, como calcário e argila, os quais necessitavam de baixa densidade técnica e de uso básico pela população.

Na escala regional, o ano de 1895 marca o início das atividades industriais sobralenses com a instalação da Fábrica de Tecidos Sobral, que fabricava fios e tecidos escoados para o exterior pela Estrada de Ferro de Sobral (SILVEIRA e SALES, 2009), tornando-se o principal centro coletor da produção algodoeira da região do geossistema.

A mineração como atividade definidora da organização espacial também teve sua participação na bacia do Coreaú. São dignas de registro, a jazida de cobre de Viçosa do Ceará, com produção prevista de 25 mil t/ano que chegou a ser explorada até 1987 e os calcários de Frecheirinha, no sopé da Ibiapaba (SANTOS, 2008).

O início do século XX é marcado pela construção de rodovias ligando as principais cidades da região. Em 1909, a estrada Camocim – Viçosa, ligando o litoral ao planalto e, na seca em 1919, foram construídas as estradas de rodagem Sobral – Ibiapaba, Massapê – Coreaú e Massapê – Meruoca (SOUZA BRASIL, 1972 *apud* MARIA JÚNIOR, 2010). Espacialidades exteriores ao geossistema, mas que influenciaram na sua dinâmica, a serra da Meruoca e o planalto da Ibiapaba, como centros de produção agrícola e a cidade de Sobral, como centro comercial e industrial são interligados permitindo um maior fluxo.

Segundo Holanda (2007), o incremento do transporte rodoviário na década de 1940 consolida a circulação de produtos agrícolas como o algodão, sisal, mamona, entre outros, oriundos do Nordeste para alimentar as indústrias do Centro-Sul do país revelando a articulação entre diferentes regiões do país.

Um exemplo dessa função de polo regional da cidade de Sobral é a fundação da Companhia Industrial de Algodão e Óleo (Cidao), em 1921, beneficiando o algodão, a mamona e a oiticica, extraindo-lhes o óleo que era, posteriormente, exportado produzindo divisas para o desenvolvimento de Sobral e da zona Norte (SILVEIRA; SALES, 2009) uma vez que beneficiava toda a produção da região.

Dessa forma, até a década de 1950, toda a economia regional estava pautada no setor primário, principalmente na pecuária (gado bovino e a produção de couro), agrícola (algodão e culturas de subsistência como milho e feijão) e extrativismo vegetal (oiticica, mamona e carnaúba).

Além do algodão merece destaque na época, o extrativismo da carnaúba (*Copernicia prunifera*), que teve seu grande apogeu na região na década de 1940, como relata Albuquerque (1995, s/p.):

A respeito da carnaúba, até 1943, ela representou para os proprietários de terras da região, um dos maiores fatores econômicos. Basta dizer, que nesta época, com apenas 100 arrobas de cera, comprava-se um transporte. Sua palha nesta região tem muita valia, é que o artesanato da produção de chapéu de palha ocupou 70% da população, principalmente mulheres nesse trabalho, concorrendo para a vida própria da região.

A partir da década de 1960 ocorre a desvalorização da cera da carnaúba, seu principal produto, implicando no desmatamento gradual dos carnaubais nativos (D'ALVA, 2004). O recurso natural perde seu valor devido sua substituição no mercado por produtos sintéticos sucumbindo ao poder do grande capital e a desarticulação local, resumindo-se à ínfimas produções vendidas no comércio local revelando a fluidez temporal dos recursos naturais.

O caso específico da carnaúba demonstra como a apropriação direta de um recurso natural pode levar também a sua conservação ambiental, da mesma forma que a sua não-apropriação em função de uma desvalorização de preço no mercado pode levar à devastação dessas formações vegetais. A disponibilidade e a dinâmica de reprodução do recurso natural carnaúba não atendiam mais o volume e a rapidez imposta pelo mercado.

A mesma temporalidade da carnaúba é ressaltada por Joca (1993) para fazer referência ao algodão, pois, segundo o autor, até a década de 1960 o cultivo do algodão no Ceará se mantém e se reproduz sem conhecer nenhuma ruptura significativa, apesar de ter enfrentado inúmeras crises temporárias, como secas, pragas e preço. É somente a partir dos anos 1970 que o sistema começa a conhecer algumas rupturas e que tem início a sua desestruturação.

Na safra de 1976/77, por exemplo, o Ceará era o principal Estado do país em área cultivada de algodão, com 1,3 milhão de hectares, possuindo, portanto, a maior participação relativa dentre os Estados, representando 32% e a Região Nordeste 80% da área plantada em todo o País. A área deste cultivo compreendia uma extensão de aproximadamente 10% do território estadual, além da grande importância socioeconômica na geração de ocupação para uma grande parcela da população rural, uma vez que seu cultivo baseava-se na agricultura familiar (CAVALCANTE *et al*, 2007).

Na escala regional, neste mesmo período, no setor primário, o cultivo do algodão ainda configurava na paisagem e economia regionais entre os principais produtos agrícolas, fato esse observado pela participação do mesmo na produção agrícola de 1975 dos municípios de Frecheirinha, Coreaú e Sobral, por exemplo (*tabela 08*).

Tabela 08 – Participação percentual do valor da produção das lavouras e do extrativismo vegetal, segundo produtos, por municípios – 1975.

Produto agrícola (%)		Município*								
		COR	SOB	MOR	ALC	FRE	TIA	UBA	IBI	MUC
Lavouras	Algodão	17,9	31,2	-	-	7,7	-	-	-	-
	Arroz	22,9	-	26,8	-	34,6	-	6,8	-	12,5
	Banana	-	-	-	5,2	-	-	-	-	4,5
	Cafê	-	-	-	-	-	12,3	16,9	22,8	-
	Caju	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cana	-	-	-	-	-	22,0	27,5	31,6	-
	Feijão	13,2	21,2	17,1	18,8	11,6	9,3	4,5	15,9	9,4
	Forrageiras	-	9,3	-	-	-	-	-	-	-
	Mandioca	-	-	-	40,4	7,7	6,7	6,6	12,6	21,3
	Milho	26,0	20,8	10,5	17,3	19,8	5,7	5,1	-	36,6
	Tomate	-	-	-	-	-	24,8	16,8	-	-
Extrativismo Vegetal	Carnaúba	-	-	26,0	-	-	-	-	-	-
	Lenha	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Outro		20,0	17,5	19,6	18,3	18,6	19,2	15,8	17,1	15,7

Fonte: Silva (1985).

\*COR (Coreaú), SOB (Sobral), MOR (Moraújo), ALC (Alcântaras), FRE (Frecheirinha), TIA (Tianguá), UBA (Uabajara), IBI (Ibiapina) e MUC (Mucambo).

O cultivo do algodão no geossistema perdurou até meados dos anos 1970 com áreas significativas, mas a desestruturação com os impactos da seca de 1979-1983, aliada a entrada da praga do bicudo nos algodoads, acabou com as lavouras de algodão chegando a ser extinto completamente. Segundo Cavalcante *et al.* (2007), o Estado do Ceará manteve a maior área plantada até a safra de 1985/86 e a Região Nordeste, por sua vez, respondeu pela maior área plantada até a safra de 1996/97, auge da crise algodoeira iniciada na primeira metade da década de 1980 (CAVALCANTE *et al.*, 2007).

## 5.2. ANOS 1950 – 1960: A APROPRIAÇÃO DO CALCÁRIO PELO CIRCUITO SUPERIOR DA ECONOMIA DO PARQUE NACIONAL DE UBAJARA E DA FÁBRICA DE CIMENTO DO GRUPO VOTORANTIM

Os anos finais da década de 1950 e os primeiros da seguinte são marcados pela criação de novas territorialidades no geossistema, uma fábrica de cimento de grande porte e uma

unidade de conservação federal de proteção integral e, conseqüentemente, novas formas de exploração dos recursos naturais regionais, em especial, da litologia calcária.

Com a instalação do parque nacional de Ubajara em 1959, no planalto da Ibiapaba (compreendendo áreas de serra e sertão) e da fábrica de cimento do grupo Votorantim em 1964 na cidade de Sobral, mas com jazida no distrito de Aprazível, o segundo e o terceiro setores da economia tem seu pontapé, principalmente com a construção civil e o turismo e todo o desdobramento das políticas de conservação/preservação e degradação ambiental dos recursos naturais.

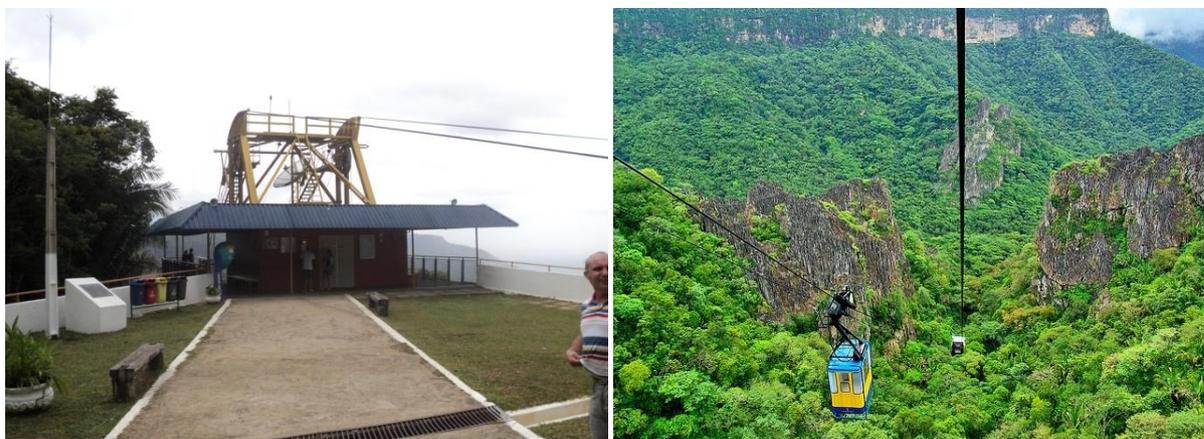
Nesse ínterim, o potencial mineral regional é ratificado acarretando na apropriação direta da rocha calcária, agora de forma tecnificada e em larga escala, além da apropriação indireta pelo turismo ecológico das feições calcárias na forma de espeleotemas e das paisagens naturais existentes no contato planalto da Ibiapaba – depressão Sertaneja. Assim, o geossistema que, até então, concentrava-se economicamente no agroextrativismo disperso espacialmente e de escala local, muito atrelada à sazonalidade climática regional passa por um processo de reordenamento territorial que implicará na consolidação de dois circuitos superiores da economia dos recursos naturais da região.

A criação da primeira fábrica de cimento e da primeira unidade de conservação do país são contemporâneas da década de 1930. A primeira fábrica de cimento foi inaugurada em 1936, na cidade de Votorantim (SP), sendo a primeira com capital 100% nacional (VOTORANTIM CIMENTOS, 2012), um ano antes da primeira unidade de conservação, o Parque Nacional do Itatiaia, na divisa dos Estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro, em 1937.

Na esfera local, o parque nacional de Ubajara (PNU), a primeira unidade de conservação do Estado do Ceará é criada em 30 de abril de 1959, no município homônimo, com uma área de 4.000 hectares (*figura 33*) e, em 24 de novembro de 1964, é instalada a primeira fábrica de cimento, no município de Sobral, com área de exploração mineral na localidade de Aprazível (distrito do referido município), a fábrica do cimento Poty da Companhia Cearense de Cimento Portland (CCCP) pertencente ao grupo Votorantim (*figura 34*).

O parque nacional de Ubajara é uma unidade de conservação federal de proteção integral administrada pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (Ibama) até 2007 e, a partir desta data, pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Atualmente, a unidade possui 6.288 hectares distribuídos pelos municípios de Ubajara, Tianguá e Frecheirinha, no Estado do Ceará, na

área de contato da Caatinga na depressão Sertaneja com a Mata Atlântica do topo do planalto da Ibiapaba.



**Figura 33.** Parque Nacional de Ubajara e a apropriação indireta do relevo e das formações calcárias no contexto da paisagem (aspectos naturais) no mesmo espaço.

Fonte: Nataniel Albuquerque, 2013.



**Figura 34.** Fábrica de cimento Poty na cidade de Sobral e a apropriação direta da rocha calcária (elemento natural) no distrito de Aprazível (Sobral), em espaços distintos.

Fontes: [www.worldtravelserver.com/travel/en/brazil/airport\\_sobral\\_airport/photo\\_33022639-fabrica-de-cimento-poty-sobral-ce.html](http://www.worldtravelserver.com/travel/en/brazil/airport_sobral_airport/photo_33022639-fabrica-de-cimento-poty-sobral-ce.html); Acesso em: 13 maio 2014.

[www.panoramio.com/photo/26753756?source=wapi&referrer=kh.google.com](http://www.panoramio.com/photo/26753756?source=wapi&referrer=kh.google.com). Acesso em: 13 maio 2014.

A chegada da fábrica de cimento na cidade de Sobral, distante 30 km do geossistema, configura-se, segundo Holanda (2007), como exemplo de uma nova forma de utilização da matéria-prima local, evidenciando a primeira fase do período técnico-científico-informacional vivenciada pela referida cidade e a segunda fase do processo de industrialização da região Nordeste, que inicia-se pós-década de 1950 com a forte atuação da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (Sudene).

Projetada na década de 1960 com a capacidade de 750 t/diária de cimento, a fábrica é inaugurada após a tensão dos primeiros anos do regime militar e o anúncio da realização de grandes obras públicas em todo o país. Meio século depois, a produção diária chega a 4.000 toneladas com perspectiva de aumento com a construção da segunda unidade fabril em 2016 no distrito de Aprazível, Sobral.

Já a criação do parque nacional de Ubajara, responde inicialmente a uma política isolada de proteção de paisagens naturais singulares do Brasil (PÁDUA, 1978; IBAMA, 2002), no caso, as feições geomorfológicas representadas pelas grutas mesmo antes do Código Florestal de 1965.

Com a consolidação da política ambiental brasileira através da criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação no ano de 2000, ganha destaque a ideia de conservação/preservação dos recursos naturais mediante seu valor ecológico para manutenção da flora, fauna e estoques hídricos, por exemplo, onde a unidade de conservação passa a responder pelos serviços ambientais, principalmente, para as áreas da depressão semiárida regional.

Tanto a unidade de conservação, quanto a fábrica de cimento consolidam-se como marcos temporais no processo de organização espacial do território regional, pois, além de apropriarem-se de um recurso natural estratégico e abundante como é o caso do calcário, os fixos configuram-se como instalações de grande porte e importância regional/nacional, uma de âmbito federal e outra ligada ao grande capital privado.

Dessa forma, as referidas instalações passam a orientar direta e indiretamente as formas de uso e ocupação das terras e recursos naturais do território a partir da década de 1960, sobretudo, por conta das potencialidades minerais descobertas no geossistema e das restrições espaciais do ponto de vista ambiental como resultado de estratégias de consolidação, respectivamente, do desenvolvimento econômico da região Nordeste e da política ambiental brasileira.

Conforme os dizeres de Santos, o espaço dos países subdesenvolvidos é submetido e pressionado por múltiplas influências e polarizações oriundas de diferentes níveis de decisão (SANTOS, 2008) como são os casos dos dois fixos em questão.

No entanto, tanto a unidade de conservação quanto a fábrica configuram-se na maior parte do tempo como áreas fortificadas e intocadas, ratificando o mito moderno da natureza intocada por Diegues (1996) ao referir-se às unidades de conservação ou ao não-lugar ao referir-se a empreendimentos que não possuem pouca ou nenhuma interação com o entorno, principalmente, no caso da fábrica, pois configura apenas como área de lavra onde o recurso

natural é transportado para Sobral sem nenhuma relação com o circuito inferior da mineração formado pelas rudimentares caieiras.

A criação do parque e a construção da cimenteira consolidam-se praticamente no mesmo momento histórico, pois ao passo que as indústrias que extraíam grande quantidade de recursos naturais do território se expandiam e aumentavam os sinais de degradação ambiental no país, era necessário estratégias de gestão ambiental para frear ou disciplinar as áreas a serem ocupadas, criando-se assim unidades de conservação em áreas de relevante interesse natural.

A própria apropriação dos recursos naturais pelos dois fixos evidencia essa relação, pois, o calcário apropriado indiretamente na forma dos espeleotemas no parque nacional de Ubajara, em linhas gerais, leva à conservação do recurso, enquanto, o calcário explorado diretamente pela fábrica de cimento Poty leva à sua degradação, não necessariamente no sentido de destruição, mas de retirada do ambiente.

Sem sombra de dúvidas, o parque e a fábrica nas décadas de 1950 e 1960 delinearão a organização espacial do território a partir da apropriação do calcário, seja, na forma de rocha bruta ou dos espeleotemas.

### **5.3. ANOS 1970 – 2000: A APROPRIAÇÃO DO CALCÁRIO PARA PRODUÇÃO ARTESANAL DA CAL NO CIRCUITO INFERIOR DA ECONOMIA**

O período posterior à criação dos dois importantes fixos no geossistema, mais exatamente a transição entre as décadas de 1960 e 1970, é marcado pela construção, de forma mais expressiva, das primeiras caieiras na região e, numa escala global, pela crise do petróleo afetando a matriz energética de vários setores da economia, inclusive da indústria cimenteira. No contexto da conservação da natureza, a redução da área do PNU e a inauguração do teleférico colocam-se como elementos com rebatimentos socioespaciais importantes.

Em 1973, a conservação dos recursos naturais do geossistema sofre um retrocesso com a redução da área do PNU em 86%, passando de 4.000 para 563 hectares, perdendo principalmente as áreas relativas ao sertão. No mesmo ano, em função da crise mundial do petróleo, o governo federal libera o uso de lenha pelas cimenteiras de todo o país (MENDES,

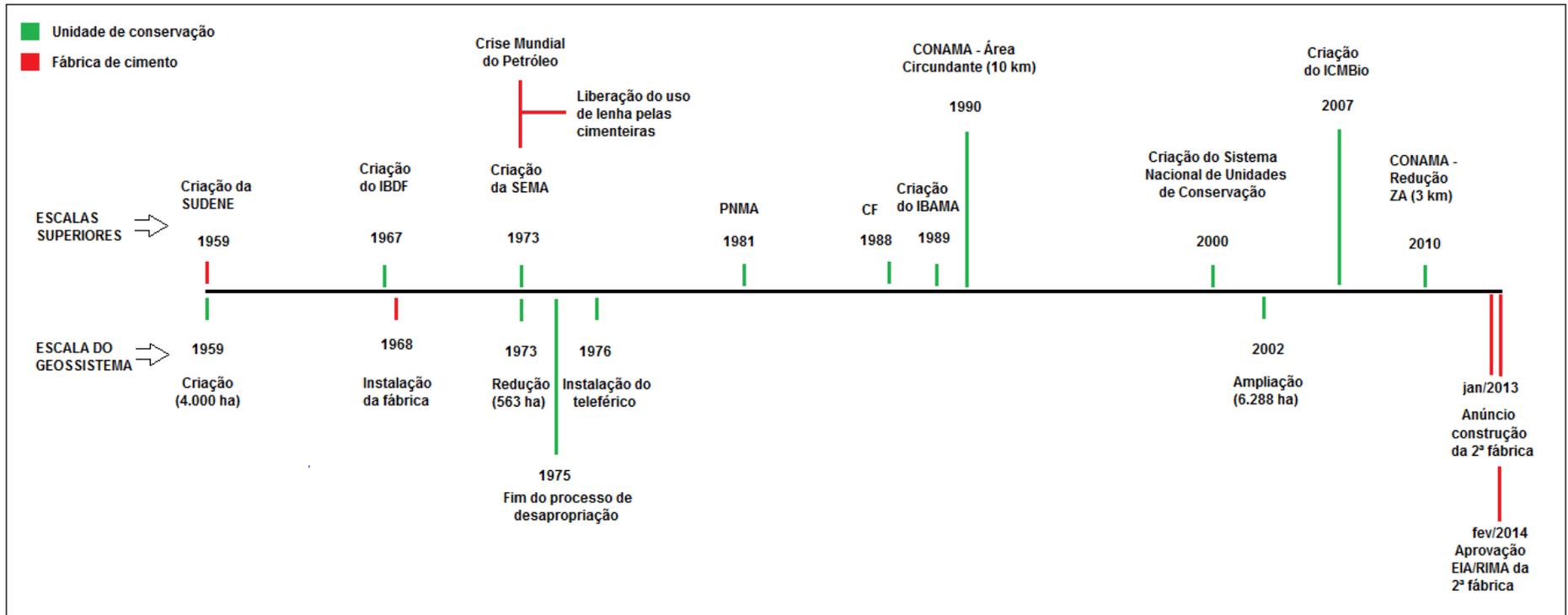
1997), exercendo uma pressão aos recursos naturais da unidade de conservação dada a maior oferta, principalmente de recurso fitogenético. Mais uma vez as histórias do parque e da fábrica se entrecruzam (*figura 35*).

No mesmo íterim, a inauguração do teleférico em 1976, principal equipamento turístico do Parque Nacional de Ubajara, a partir do qual o acesso à gruta, o principal atrativo, passou a ser facilitado e, portanto, massificado, consolida a valoração do aspecto natural calcário na forma dos espeleotemas.

Paralelo a decadência do binômio agroextrativista algodão-carnaúba em meados dos anos 1960 até o início dos anos 1980, ocorre o crescimento do número de caieiras artesanais no geossistema (BNB, 1987) (*tabela 10*), dado o potencial mineral revelado pela fábrica do grupo Votorantim que, em 1981, já registrava uma produção anual de 100.000 toneladas (RADAMBRASIL, 1981), concretizando a coexistência de dois circuitos produtivos da mineração do calcário na região: o circuito superior constituído pela fábrica de cimento do grupo Votorantim e o circuito inferior formado pelas dezenas de caieiras artesanais e fornos de cal.

As caieiras tão comuns na área de estudo são pequenos fornos rudimentares e tradicionais utilizados por pequenos produtores (caieiristas) para fabricação artesanal da cal em áreas onde afloram significativas reservas de calcário (*figura 36*). Segundo classificação adotada por BNB (1987), as caieiras do geossistema são do tipo barranco, pois, os blocos de calcário são arrumados de forma circular, junto a uma parede de alvenaria de tijolos, construída numa escavação de meia encosta a qual é envolvida por estacas e amarradas por cabos de aço.

Os fornos, por sua vez, são do tipo vertical primitivo, os quais configuram-se em corpos cilíndricos, com altura que chega a 24 m, construídos de alvenaria, revestidos internamente com um anel de tijolos refratários comportando uma maior quantidade de calcário e, conseqüentemente, de cal produzida (*figura 36*).



**Figura 35.** Políticas públicas e privadas ambientais nas diversas fases de evolução do parque nacional de Ubajara e da fábrica de cimento Poty.

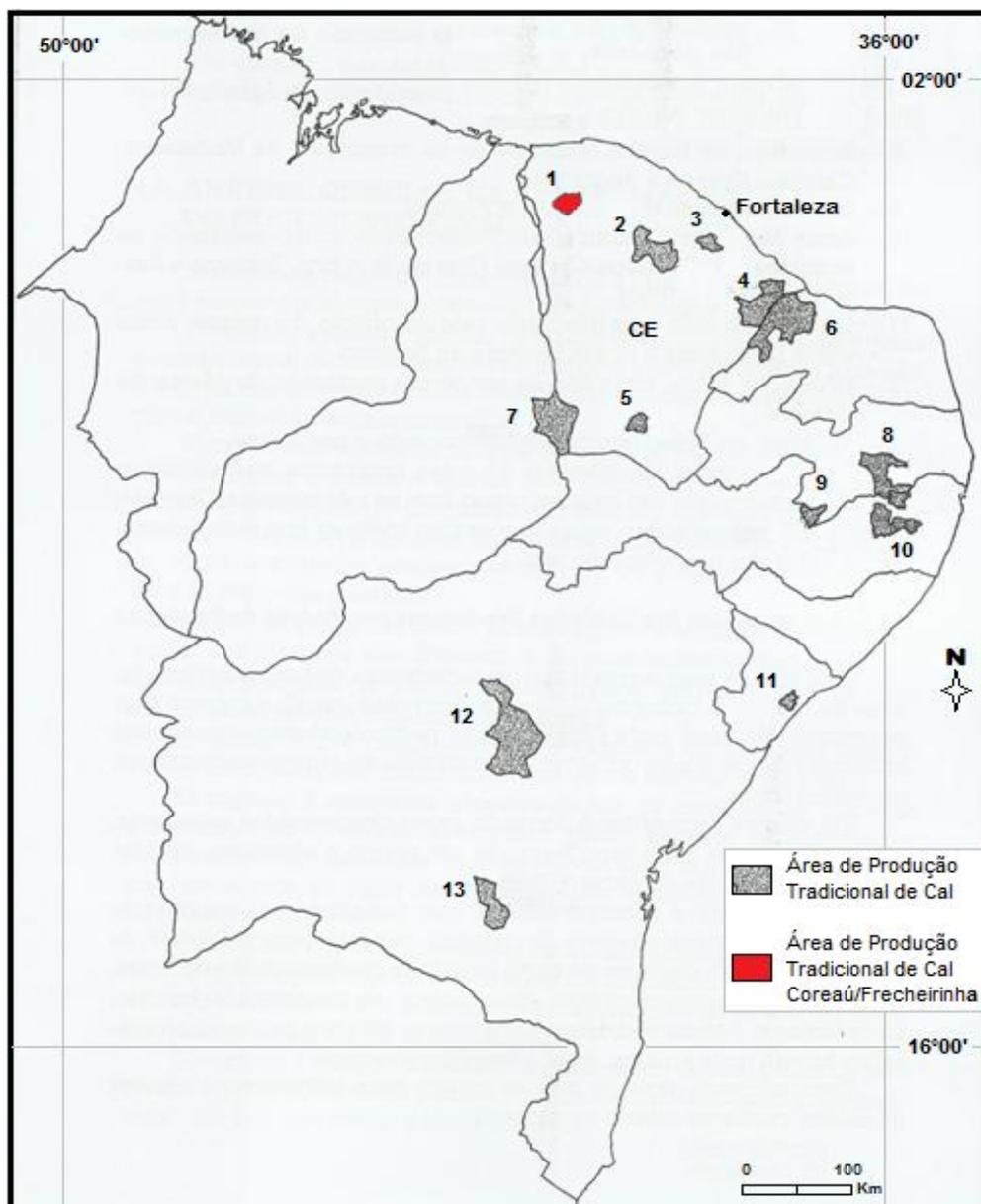
Elaboração: Nataniel Albuquerque, 2015.



**Figura 36.** Caieira e forno vertical para calcinação do calcário, respectivamente, nas localidades de Aroeiras (Coreaú) e Vazantes (Frecheirinha). Fonte: Nataniel Albuquerque, 2014.

Na escala regional das Depressões Intermontanas Tropicais Semiáridas Brasileiras, todos os Estados possuem reservas ponderáveis de calcário (BNB, 1987), porém, 80% concentram-se em apenas 03: Ceará (27,6%) e Rio Grande do Norte (26,9%), situados na depressão Sertaneja Setentrional e, Bahia (25,6%), na depressão Meridional as quais propiciam a formação de importantes áreas exploradoras e beneficiadoras do minério objetivando uma produção diversificada que vai da simples produção da cal à complexa produção do cimento.

Em 1984, o Banco do Nordeste do Brasil (1987) identificou as 13 principais áreas com a presença de indústrias de calcários e dolomitos no Nordeste denominadas de área produtora tradicional (APT), dentre as quais está a região formada pelos municípios de Coreaú e Frecheirinha (*figura 37*), que juntamente com as demais áreas do Ceará compõem o Estado com o maior número de unidades produtoras totalizando 32,6%, seguido da Paraíba com 17,2%. No Ceará, o calcário é encontrado em 21 municípios, sendo a maior concentração em Limoeiro do Norte e Sobral (AMARAL FILHO e SCIPPIÃO, 2004).



UF	Área Produtora Tradicional	Municípios
CE	1. Frecheirinha	Coreaú e Frecheirinha
	2. Canindé	Canindé
	3. Redenção	Redenção
	4. Apodi Cearense	Jaguaruana, Limoeirodo Norte, Quixerée Tabuleiro do Norte
	5. Farias Brito	Altaneira e Farias Brito
RN	6. Apodi Potiguar	Apodi, Governador Dix-Sept Rosado e Mossoró
PI	7. São Julião	Fronteiras, Pio IX e São Julião
PB	8. Boqueirão	Boqueirão, Campina Grande e Umbuzeiro
	9. São Sebastião do Umbuzeiro	São Sebastião do Umbuzeiro
PE	10. Santa Maria do Cambucá	Bezerros, Caruaru, Gravatá, Santa Maria do Cambucá, Surubim e Toritama
SE	11. Maruim	Laranjeiras, Maruim e Nossa Sra. do Socorro
BA	12. Utinga	Morro do Chapéu e Utinga
	13. Tanhaçu	Ituaçu e Tanhaçu

**Figura 37.** Áreas produtoras de calcários e dolomitos no Nordeste (1984). Fonte: BNB (1987).

Dentre as áreas produtoras identificadas na década de 1980, a APT formada pelos municípios de Frecheirinha e Coreaú era a 3ª com maior número de caieiras da região Nordeste, com 21 unidades, atrás apenas da APT São Julião/PI (36) e Apodi Cearense (29) (BNB, 1987).

Na escala espacial da DISAC, em 1973 duas conjunturas políticas, uma regional e outra global caracterizam o período produtivo do circuito superior da mineração. A fábrica de cimento recebe o maior percentual de incentivos, 34,8% da Lei 34/18, investimento maior que o setor têxtil e o setor de chapéu de palha que já viviam a decadência da produção de algodão e carnaúba, respectivamente. No âmbito global, por sua vez, a crise internacional do petróleo acarreta na liberação do uso da lenha como matriz energética do processo produtivo das cimenteiras.

No início da década seguinte, mais especificamente, em 1981 os relatórios do projeto RadamBrasil (1981, p. 155) ratificam a importância cada vez mais significativa da atividade minerária nos campos calcários Frecheirinha e Aroeiras, unidades de paisagem de escala inferior do geossistema:

“Os calcários deste campo metalogenético [Campo Frecheirinha] vêm sendo utilizados de forma ainda rudimentar em pequenas caieiras com vistas ao fabrico da cal”.

“[Campo Aroeira] é o segundo campo metalogenético de natureza calcária desta área. Do ponto de vista econômico é, atualmente, o mais importante. Seus calcários são utilizados para a fabricação de cimento pela Companhia Cearense de Cimento Portland cujas instalações têm capacidade de produção de 100.000 t/ano de cimento”.

No mesmo período, mais exatamente no ano de 1984 registra-se a presença de 22 unidades de produção de cal nos municípios de Frecheirinha e Coreaú (BNB, 1987). Com certeza, apenas as áreas com maior densidade de caieiras foram identificadas na pesquisa como na cidade de Frecheirinha e o entorno do distrito de Aroeiras, uma vez que inúmeras unidades já se distribuíam por áreas rurais da região dificultando o levantamento.

Nesse contexto, é possível constatar que a atividade de mineração no campo Frecheirinha caracteriza o circuito inferior da economia, enquanto que, no campo Aroeiras coexistem atividades típicas dos circuitos inferior e superior formados, respectivamente, pelas caieiras e pela fábrica de cimento.

A presença das caieiras como elemento da organização espacial regional torna-se significativa a partir da década de 1960 quando registra-se um crescimento linear do número de unidades até os anos 2000. Na cidade de Frecheirinha, a atividade assume uma importância

histórica maior devido ao fato da mesma estar assentada diretamente sobre a litologia calcária do campo homônimo.

Das 22 unidades de produção de cal catalogadas por BNB (1987), 20 eram caieiras (sem registro), das quais 12 localizavam-se em Coreaú e 08 em Frecheirinha. As únicas 02 empresas (pessoa jurídica), por sua vez, localizavam-se no município de Frecheirinha sendo uma aberta antes de 1960 e a outra na década de 1970, revelando assim, o baixo investimento e a informalidade do setor (*tabela 09*).

*Tabela 09 – Período de abertura (%) de caieiras e empresas por períodos na região de Coreaú/Frecheirinha e Estado do Ceará.*

Tipo de Unidade	Período do início de funcionamento				Total
	Até 1960	1961 – 1970	1971 – 1980	1981 – 1984	
Caieira	-	06	07	06	20*
Empresa	01	-	01	-	02
<b>Total de Unidades</b>	<b>01</b>	<b>06</b>	<b>08</b>	<b>06</b>	<b>22*</b>
Total Região (%)	4,8	28,6	38,0	28,6	
Total Ceará (%)	11,4	17,6	43,2	27,0	

\*Uma caieira não foi entrevistada.

Fonte: Adaptado de BNB (1987).

As principais jazidas calcárias das unidades produtoras de cal segundo BNB (1987) no município de Frecheirinha situavam-se nas localidades de Caieiral, Lapa e Salgado, atualmente bairros inseridos no perímetro urbano da cidade, além da localidade rural do Barril e, no município de Coreaú, destacavam-se as jazidas dos distritos de Aroeiras e das localidades próximas de Martins e Calissas. Vinte anos depois, Andrade (2005) identifica as localidades de Araticum, Campestre e Sítio Pé-das-Pedras como sendo as principais áreas de exploração da rocha calcária revelando, portanto, um deslocamento da atividade para as áreas mais afastadas do sítio urbano.

Segundo Andrade (2005), o entorno da cidade de Frecheirinha possuía 13 caieiras em funcionamento, sendo registrado inclusive unidade produtiva dentro da área urbana. Atualmente foram catalogadas apenas 04 unidades produtoras da cal revelando a decadência da atividade no referido campo geológico que, em parte, é atribuída ao crescimento do número de fábricas de confecção de moda íntima na cidade e ao aumento do custo de produção da cal, principalmente, em função do preço da lenha.

Partindo para uma perspectiva temporo-espacial atual e pensada por campos calcários do geossistema, a atividade distribui-se no mesmo por várias áreas em atividade e desativadas

de beneficiamento do calcário, as quais serão denominadas de *núcleos de produção de cal* (NPC) distribuídos pelos campos calcários Aroeiras, Frecheirinha e Penanduba (*tabela 10*). As etapas de exploração de calcário e produção de cal, geralmente ocorrem integradas espacialmente.

*Tabela 10 – Núcleos ativos e desativados de produção de cal no geossistema da DISAC.*

<b>Campo calcário</b>	<b>Núcleos explorador e produtivo</b>
Aroeiras	Vila Basílio – Pau D'Arco <sup>1</sup>
	Queimadas – Visitação <sup>1</sup>
	Ubaúna – Campo do Meio <sup>1</sup>
	Três Lagoas – Ipu dos Lopes <sup>1</sup>
	São José do Torto <sup>1</sup>
	Coreaú <sup>2</sup>
Frecheirinha	Frecheirinha (Caieiral, Salgado, Lapa e Vazante) – Barril <sup>1</sup>
	Araticum – Fornalhão
	Campestre – Oiticica
Penanduba	Raposa – São Vicente
	Malhada Vermelha – Alto do Ximenes

<sup>1</sup> Núcleos com unidades produtivas em funcionamento.

<sup>2</sup> Ocorre apenas produção, além de possuir apenas um forno vertical.

Fonte: Nataniel Albuquerque, 2014.

O geossistema da DISAC possui atualmente 23 unidades de produção de cal em funcionamento distribuídas em 06 núcleos produtivos, sendo todas caieiras artesanais e rudimentares com baixa inserção tecnológica nos processos de exploração, transporte, beneficiamento e comercialização do produto final.

O campo calcário Penanduba, de menores dimensões, não possui mais nenhuma caieira em funcionamento, enquanto, o campo Frecheirinha que entre as décadas de 1980 e 2000 (RADAMBRASIL, 1981; BNB, 1987; ANDRADE, 2005) apresentava-se com grande atividade econômica, atualmente possui apenas 04 caieiras as quais pertencem a apenas 2 proprietários e todas estão concentradas espacialmente às margens da BR-222 entre os km 281 e 283, na localidade de Salgado, saída da cidade de Frecheirinha com sentido ao planalto da Ibiapaba.

O campo calcário Aroeiras, objeto de estudo na escala de maior detalhe, configura atualmente como o de maior atividade econômica e maior número de caieiras em funcionamento, com 19 unidades distribuídas em 05 núcleos de produção de cal e inúmeros núcleos de exploração de calcário das mais variadas dimensões, uma vez que o caráter manual

da atividade coloca no mesmo espaço ou em áreas muito próximas a exploração e o beneficiamento da rocha (*tabela 11*).

*Tabela 11 – Número de caieiras/fornos por núcleo de produção da cal no Campo Aroeiras.*

Núcleo produtivo	Caieira ou Forno de Cal			
	Ativa	Desativada	Destruída	Total
Vila Basílio – Pau D’ Arco	10	07*	19	<b>36</b>
Queimadas – Visitação	03	04	10	<b>17</b>
Ubaúna – Campo do Meio	04	03	05	<b>12</b>
Três Lagoas – Ipu dos Lopes	01	02	---	<b>03</b>
São José do Torto	01	01	02	<b>04</b>
Coreaú**	---	01*	---	<b>01</b>
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>73</b>

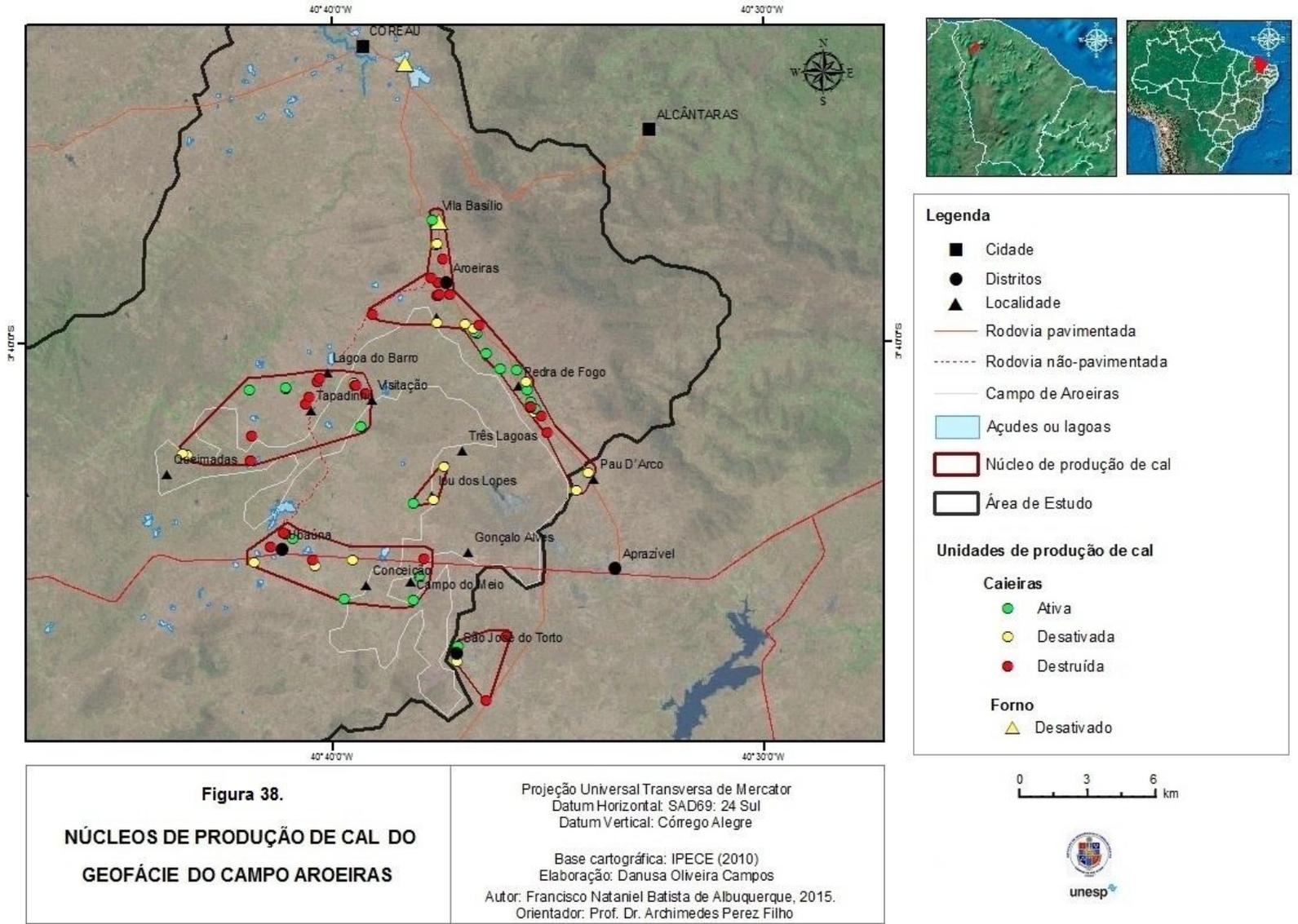
\*Presença de um forno de cal no NPC.

\*\* Unidade isolada, não constituindo um núcleo de produção da cal.

Fonte: Nataniel Albuquerque, 2014.

No campo Aroeiras, além dos NPC listados na tabela 11, registra-se a presença de um forno de cal desativado nas imediações da cidade de Coreaú, não configurando um núcleo, mas uma unidade isolada. Além das unidades produtoras de cal, o campo é marcado pela presença de unidades de produção de brita de origem calcária e da fábrica de cimento de grande porte.

No campo Aroeiras e adjacências foram catalogadas 73 unidades produtoras de cal distribuídas por todo o recorte espacial natural. Além das 19 unidades em funcionamento, 18 estão desativadas e 36 foram destruídas, as quais estão distribuídas em 05 núcleos e 01 unidade isolada de produção (*figura 38*).



No universo das unidades produtivas desativadas existem 02 fornos de cal de alvenaria e de grande capacidade de produção desativados situados nas imediações da cidade de Coreaú e do distrito de Aroeiras, ambos às margens da CE-364 (*figura 39*).



**Figura 39.** Vista geral do forno de cal de Coreaú e detalhe da parte inferior do forno de cal nas proximidades do distrito de Aroeiras, ambos em funcionamento em junho/2003.  
Organização: Nataniel Albuquerque, 2003.

Das 73 caieiras identificadas apenas 26% encontram-se atualmente em funcionamento, das quais 53% estão localizadas no núcleo produtivo Vila Basílio – Pau D’Arco, configurando-se, portanto, na maior área produtora de cal do referido campo calcário e também da DISAC. Todas as caieiras da região ainda utilizam a lenha proveniente do desmatamento da Caatinga como matriz energética para combustão de seus fornos.

Dentro desse contexto espacial, a maior concentração de caieiras ocorre num intervalo de apenas 4 km às margens da rodovia CE-364 numa distância não superior a 100 m da mesma entre as localidades da Ponta da Serra e Pedra de Fogo, ambas pertencentes ao distrito de Aprazível, no município de Sobral, onde existem 09 caieiras em funcionamento, além de inúmeras desativadas e destruídas.

O número de caieiras em funcionamento identificadas atualmente na referida área revela uma decadência da atividade em relação ao estudo realizado por Albuquerque (2008) na bacia do rio Itacoatiara (133 km<sup>2</sup>) localizada na parte leste do geossistema onde está inserida a referida concentração de caieiras, quando foram identificadas 18 caieiras em atividade em comparação com as atuais 10 unidades, registrando uma redução de 56% num intervalo de apenas 07 anos.

As duas maiores concentrações espaciais de unidades produtoras de cal da DISAC, o perímetro urbano de Frecheirinha e o NPC Vila Basílio – Pau D’Arco reduziram de 31 para

14 unidades na última década. Enquanto isso, as inúmeras caieiras das localidades de Martins e Calissas, nas proximidades dos distritos de Aroeiras, apontadas na década de 1980 por BNB (1987) como a principal área de produção do campo Aroeiras atualmente não existem mais.

Dentre as unidades produtivas de cal em funcionamento, em linhas gerais, estão aquelas que apresentam uma maior capacidade de produção, seja pelo tamanho do forno ou pela quantidade de caieiras conjugadas e/ou aquelas que conseguiram agregar valor ao produto final por meio, principalmente, da aquisição do maquinário para moagem da cal hidratada em supercal e, conseqüente, ensacamento do produto com peso preciso como é o caso das poucas unidades existentes no campo Frecheirinha e Ubaúna.

Nos núcleos produtivos de cal ou próximo aos mesmos estão localizadas as áreas de exploração manual e industrial da rocha calcária dando origem aos *núcleos de exploração de calcário (NEC)*. O NEC constitui-se em um conjunto de cavas pequenas e rasas próximas umas as outras e interligadas por vicinais ou caminhos, as quais são produtos da exploração de pequenos afloramentos rochosos, áreas conhecidas regionalmente como *pedreiras*.

O campo Aroeiras conta com 22 NEC's de forma manual (*tabela 12 e figura 40*), além de 02 onde o processo de exploração ocorre de forma tecnicada e tem como finalidade a produção do cimento e de brita, em núcleos próximos ao distrito de Aprazível uma das características que a colocam como determinante de um circuito superior regional.

*Tabela 12 – Núcleos de exploração de calcário no campo Aroeiras.*

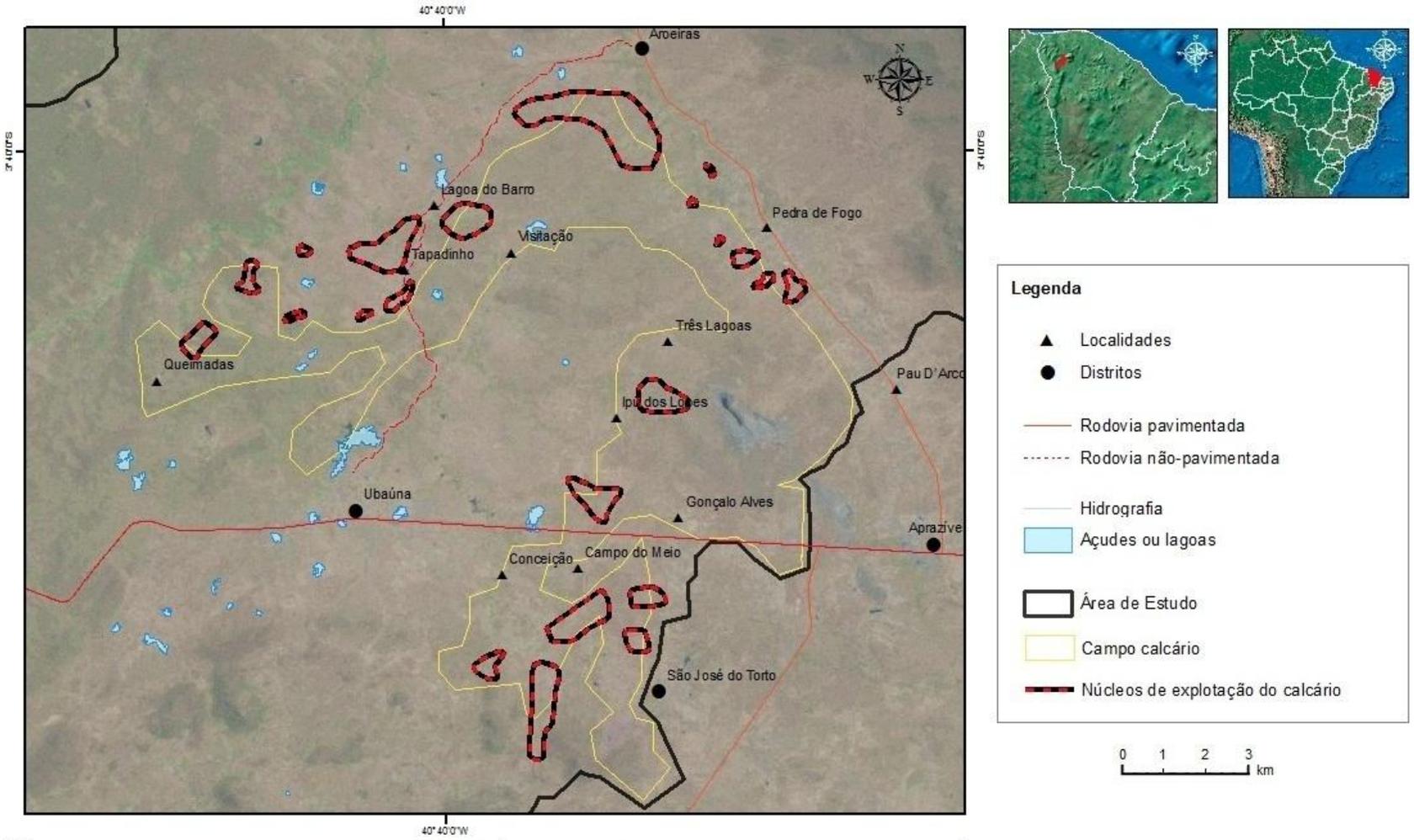
Núcleo	Forma de exploração da rocha calcária	
	Manual	Tecnicada
Aroeiras – Pau D'Arco	07	---
Queimadas – Visitação	08	---
Ubaúna – Campo do Meio	02	---
Três Lagoas – Ipu dos Lopes	01	---
São José do Torto	04	---
Jazida da fábrica de cimento	---	01
Jazida da fábrica de brita	---	01
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>02</b>

Fonte: Nataniel Albuquerque, 2014.

Os NEC's não são contínuos espacialmente em função do caráter manual da exploração, sendo que, na sua grande maioria, a área de cada cava não é superior a 1 hectare com exceção do núcleo da jazida da fábrica de cimento que ocupa uma área contínua de 2 km<sup>2</sup>. O processo de exploração é realizado por meio de explosivos para desmonte da bancada com posterior redução dos blocos de forma manual, processo este que não possui nenhuma licença por parte dos órgãos públicos competentes.

O NEC abrangendo as localidades de Martins e Calissas é o maior existente na porção leste do geossistema em análise com 320 hectares, caracterizado por inúmeras cavas rasas, na sua grande maioria desativadas em função da decadência da atividade nas respectivas localidades.

Com base nos dados levantados e nos poucos estudos sobre a atividade minerária regional (RADAMBRASIL, 1981; BNB, 1987; ANDRADE, 2005; ALBUQUERQUE, 2008), é possível constatar a decadência do circuito inferior da mineração, isto é, da cadeia produtiva da cal, a qual vem apresentando uma significativa redução do número de caieiras e, conseqüentemente, da produção.



**Figura 40.**  
**NÚCLEOS DE EXPLORAÇÃO DE CALCÁRIO DO GEOFÁCIE DO CAMPO AROZEIRAS**

Projeção Universal Transversa de Mercator  
Datum Horizontal: SAD69: 24 Sul  
Datum Vertical: Córrego Alegre  
Base cartográfica: IPECE (2010)  
Elaboração: Danusa Oliveira Campos  
Autor: Francisco Nataniel Batista de Albuquerque, 2015  
Orientador: Prof. Dr. Archimedes Perez Filho



Em pleno século XXI, a atividade ainda funciona de forma rudimentar e desarticulada, sem organização dos proprietários e nenhuma intervenção das políticas públicas ambientais, econômicas e até mesmo trabalhistas, apresentando assim baixo valor agregado ao produto final, grandes impactos aos recursos naturais, principalmente, à vegetação da Caatinga e à população vulnerável aos efeitos diretos, no caso dos trabalhadores e aos efeitos indiretos, no caso das casas próximas as áreas de extração e beneficiamento do calcário, revelando características socioambientais e espaciais típicas do circuito inferior da economia apontadas por Santos (2008).

#### **5.4. PÓS-ANOS 2000: APROPRIAÇÃO DOS RECURSOS MINERAIS, CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE E A REESTRUTURAÇÃO PRODUTIVA DO TERRITÓRIO**

O século XXI no geossistema é marcado pela diversificação na apropriação dos recursos naturais e consolidação da dualidade conservação  $\times$  degradação, à medida que os principais fixos regionais consolidam-se territorial, social e economicamente.

O período é marcado pela diversificação na apropriação direta dos recursos naturais, principalmente os de origem mineral e vegetal, além da valorização da natureza enquanto aspecto através da ampliação das estratégias e das áreas de conservação natural, em especial, por meio da expansão e criação de unidades de conservação. Além disso, registra-se o crescimento de atividades terciárias e/ou urbanas não ligadas diretamente a apropriação dos recursos naturais ganhando destaque, em especial, a fabricação e comercialização de confecção em geral.

Embora de forma reduzida e isolada espacialmente, com o passar dos anos ocorre a expansão e a diversificação da atividade minerária no geossistema e entorno próximo com a descoberta e/ou exploração de outros minérios como mármore, argila, granito e ferro, processo este resultado da demanda crescente do mercado regional e mundial.

A exploração do mármore e da argila, minérios ligados ao metamorfismo e intemperismo da litologia calcária, por sua vez, ocorrem por meio de processos mecânicos e com as devidas licenças mineral e ambiental desde o final dos anos 1990.

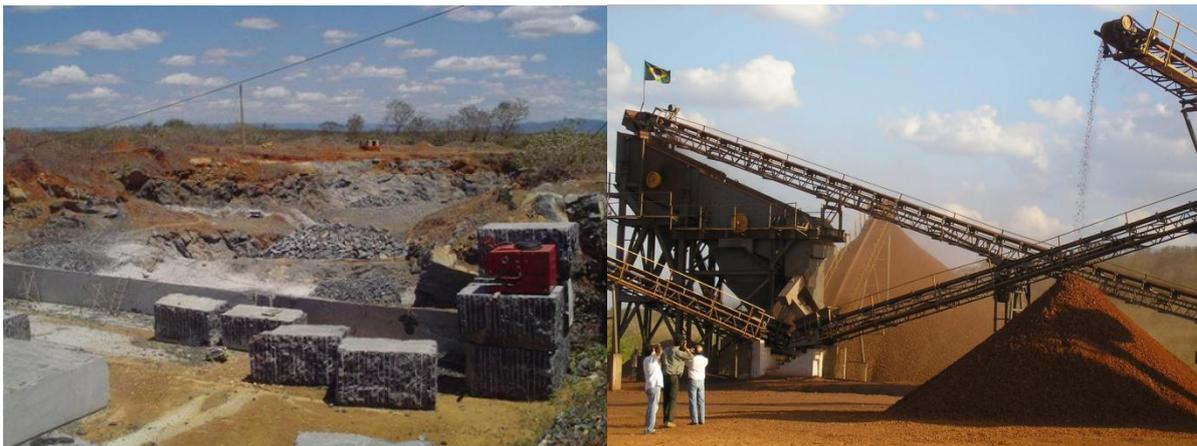
A exploração de mármore ocorre desde 1998, na pedreira *New Nero Marquina* na localidade de Pedra de Fogo, nas coordenadas geográficas de 03°41'40" S e 40°35'24" W, pela Mineração Santo Expedito (MSE) do mármore preto com veios brancos, ao lado da área de maior concentração de caieiras na localidade (*figura 41*). O calcário para rocha ornamental (mármore) é extraído em blocos e distribuído para as marmorarias que os beneficiam por serragem, corte e polimento.

A exploração de argila, por sua vez, ocorre desde 2007, as margens da BR-222, a 4 km da cidade de Frecheirinha, no sentido ao planalto da Ibiapaba, nas coordenadas de 03°43'09" S e 40°50'52" W, no limite da área de estudo, pela empresa de revestimentos cerâmicos, a Cerâmica Brasileira (Cerbrás), com parque tecnológico no município de Maracanaú, região metropolitana de Fortaleza, cuja produção atende as regiões Norte e Nordeste do Brasil e mais de 30 países (CERBRÁS, 2015).

Extrapolando a escala do geossistema, o aumento da demanda por minerais para suplantar o crescimento econômico de países emergentes como a China, o aumento dos preços do minério no mercado mundial e também nacional, além da descoberta de tecnologias mais eficientes de exploração mineral, apontam para a viabilidade de exploração comercial de pequenas e médias jazidas de minério de ferro, bem como a expansão da exploração de calcário pelo grupo Votorantim.

A exploração de minério de ferro ocorre no distrito de São José do Torto (município de Sobral), nas coordenadas geográficas 03°47'33" S e 40°37'02" W, pela Mineradora Globest (*figura 41*), empresa privada chinesa desde 2009 exportando para a China, dado o elevado crescimento econômico do país, além do minério apresentar teores de ferro acima de 65% colocando Sobral como maior exportador de minério de ferro do Ceará.

Semelhante ao que ocorre com a fábrica de cimento do grupo Votorantim, ambas as empresas possuem apenas as jazidas de mármore, argila e minério de ferro no geossistema, porém, seus complexos produtivos e respectivos circuitos de articulação de venda da produção extrapolam, respectivamente, os mercados local, regional e nacional, compondo assim, o circuito superior da economia da construção civil.



**Figura 41.** Mina tecnificada de mármore no distrito de Pedra de Fogo (Sobral/CE) (set/2007) e mineradora de ferro de São José do Torto.  
 Fonte: <https://stdesobral.wordpress.com/author/stdesobral/page/96/>

Já a produção de cimento da fábrica de Sobral, pertencente a atual *holding* Votorantim Cimentos, de atuação internacional, sofrerá um aumento significativo com a construção da 2ª unidade fabril, numa área de 92,2 hectares, no distrito de Aprazível (Sobral), próxima a área da atual jazida. O investimento de R\$ 658 milhões foi anunciado em 2013 e a fábrica está prevista para iniciar a construção em 2016, com capacidade instalada de 2 milhões de toneladas/ano.

A expansão de suas atividades aumentará sua influência espacial e econômica na área do geossistema, agora com a produção *in loco* e não apenas a exploração mineral. Atualmente, a fábrica é responsável pela 2ª maior arrecadação de Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS) do município de Sobral e dos municípios que compõem o geossistema, atrás apenas da fábrica de calçados Grendene, no mesmo município.

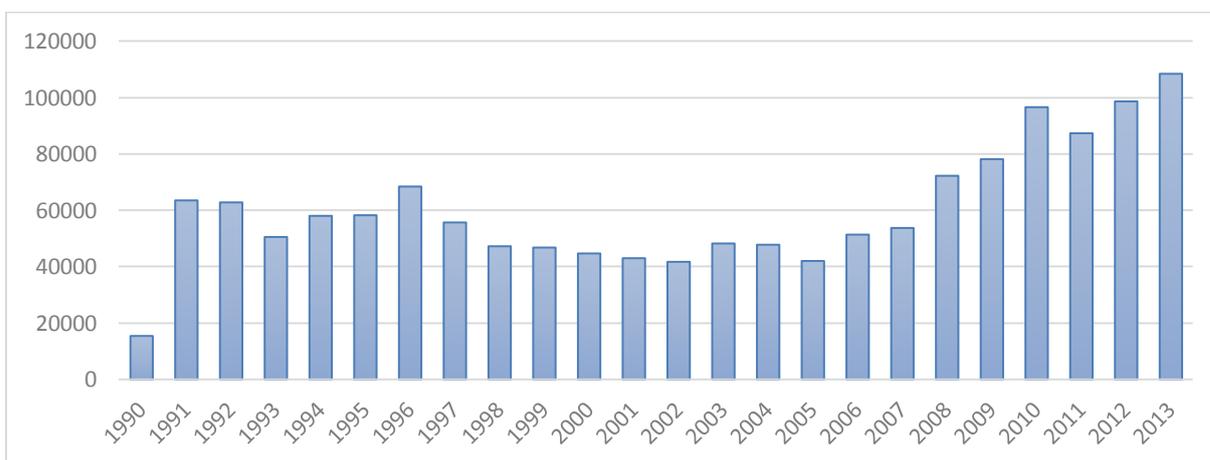
Diferentemente da mineração que pressupõem a valoração do elemento natural através da apropriação direta levando a degradação do recurso natural, o geossistema apresenta no início do século XXI usos da natureza que propiciam a conservação dos recursos naturais como a expansão da área do parque nacional de Ubajara em 2002 e a criação da área de proteção ambiental (APA) da Serra da Meruoca em 2008, no âmbito da esfera pública e na escala regional e, numa escala local e no âmbito privado, o aumento do número de planos de manejo florestal sustentável da Caatinga.

Em 2002, o PNU teve sua área ampliada de forma significativa de 563 para 6.288 hectares consolidando-se, assim, como território conservacionista de extrema importância para manutenção do equilíbrio ecológico regional, especialmente, pela grande oferta hídrica

subterrânea e superficial disponibilizada para o setor depressional semiárido do geossistema, dada a conservação do sistema solo-água na área do parque.

Além da relevância ecológica, a unidade de conservação destaca-se também no campo da paleontologia pelo fato de em 1979 ter sido encontrado o fóssil de um crânio de urso típico de regiões de clima temperado com datação de aproximadamente 10.000 anos, revelando um paleoclima regional (IBAMA, 2002) e um potencial para o turismo científico, além do ecoturismo.

Nesse mesmo período, ocorre a consolidação da referida unidade de conservação como atrativo turístico regional, fato este representado pelo aumento significativo do número de turistas, saltando de 40 mil visitantes em 2005 para 110 mil em 2013 (*figura 42*) revelando a valoração da natureza enquanto aspecto e não somente como elemento.



**Figura 42.** Número de visitantes do parque nacional de Ubajara (1990-2013).

Fonte: Parque Nacional de Ubajara, 2014.

Em 1998, 32% dos visitantes da unidade de conservação eram de outros Estados, dos quais 89% visitaram a Gruta de Ubajara e, desses, 78% utilizaram o teleférico como meio de acesso (IBAMA, 2002). Em 2013, por sua vez, 44% dos turistas eram de outros Estados com destaque para o Piauí, Maranhão e Rio Grande do Norte (SILVA, 2013), relevando assim, a apropriação regional dos aspectos naturais e a gruta como o principal atrativo turístico do parque.

A APA Serra da Meruoca, por sua vez, foi criada em 24 de dezembro de 2008 com uma área de 29.361 hectares, abrangendo o território dos municípios de Alcântaras, Massapê, Meruoca e Sobral, situando-se na porção leste do geossistema, porém com extensão

distribuída nas bacias do Coreaú (oeste) e Acaraú (leste), tendo em sua área 02 núcleos urbanos, as sedes municipais de Meruoca e Alcântaras.

A natureza da categoria APA de unidade de conservação permite a preservação da natureza local, no entanto, apenas em 2014 o conselho consultivo da APA foi instituído para discutir entre outros desafios, a conciliação entre os diversos usos e ocupações do solo com a preservação ambiental. Dentre os principais impactos ambientais identificados na APA da Serra da Meruoca, segundo Araújo *et al.* (2013), estão a presença significativa de espécies vegetais sucessionais típicas da Caatinga e babaçu nas encostas e topo do maciço, além da exploração do granito róseo Meruoca e a especulação imobiliária por conta do turismo de segunda residência.

No âmbito privado, destaca-se a existência de planos de manejo sustentável da Caatinga, que exploram o potencial lenhoso/madeireiro do geossistema, para a produção de lenha e estaca, principalmente. O maior exemplo é o plano de manejo florestal localizado no povoado do Campo de Dentro (Coreaú) no extremo oeste do campo Aroeiras que possui uma área total de 696 hectares (área manejada de 465 hectares), dividida em 15 talhões a serem explorados entre os anos de 2011 e 2026 para a exploração, principalmente, de espécies como a Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia Benth.*) e a Jurema-Preta (*Mimosa hostilis Mart. Benth*) (figura 43).

No caso especificamente dos planos de manejo florestal, os elementos naturais lenha e estaca também possibilitam a conservação da biodiversidade, mesmo havendo uma apropriação direta das mesmas para fins exclusivamente econômicos.

Além da apropriação direta e indireta da natureza pela mineração e unidades de conservação, respectivamente, ocorre a consolidação de uma economia tipicamente urbana e terciária, desligada da apropriação dos recursos naturais regionais, trata-se da comercialização de confecções em geral. Nesse contexto socioespacial destacam-se o polo de confecção de moda íntima da cidade de Frecheirinha e a feira permanente do distrito de Aprazível (figura 44), fixos resultantes de uma reestruturação produtiva do território.



**Figura 43.** Área sob regime de manejo florestal da Caatinga na localidade de Campo de Dentro (Coreau) (set/2013).Fonte: Nataniel Albuquerque, 2013.



**Figura 44.** Maior fábrica de lingerie de Frecheirinha e barracas da feira permanente do Aprazível. Fonte: Nataniel Albuquerque, 2014.

A produção de confecção da cidade de Frecheirinha constitui, segundo Amaral Filho *et al* (2014), num dos principais arranjos produtivos locais e o maior pólo desse ramo de confecção do Estado. Segundo a Associação dos Confeccionistas de Frecheirinha, em 2013 foram contabilizadas 16 fábricas de lingerie: 03 de grande porte, 05 médias e 08 pequenas, que geravam 2.200 empregos diretos e 800 indiretos, com uma produção mensal de duas milhões de peças que são vendidas para lojas e sacoleiras de todos os estados do país.

A importância socioespacial da atividade econômica pode ser mensurada também pela origem dos funcionários das fábricas que deslocam-se diariamente em ônibus fretados dos distritos de Ubaúna (Coreau), São José do Torto (Sobral), Arapá (Tianguá) e Araticum (Ubajara), além de outras pequenas localidades ultrapassando os limites municipais e consolidando-se, portanto, como uma atividade econômica urbana de maior importância regional caracterizando o sistema social da DISAC.

A origem do polo de confecção especializada de Frecheirinha remonta à década de 1990, através da iniciativa individual de uma costureira, a qual passou posteriormente para pequenas fábricas caseiras até chegar a estrutura do arranjo produtivo atual. Vale ressaltar que o crescimento da atividade têxtil é inversamente proporcional a decadência da atividade da produção da cal no município de Frecheirinha, levando inclusive a uma mudança de identidade histórica ligada à mineração de subsistência do calcário.

No mesmo ramo de economia, instalada em 2001, a feira permanente do Aprazível consolida-se como importante fixo regional, contando, em 2013, com 1.300 barracas que comercializam confecções em geral, recebendo, segundo Parente e Santana (2013), feirantes e sacoleiros dos Estados do Piauí, Maranhão, Rio Grande do Norte e Amapá, este último, com excursões de sacoleiros que vêm comprar mercadorias na feira, duas vezes ao ano.

Os feirantes, os quais 75% vêm de Fortaleza e 60% possuem marca e até fábrica própria, cumprem um circuito espacial das feiras do Ceará, passando semanalmente pelas cidades de São Benedito e Ipu, nos dias anteriores às sextas-feiras, dia de vendas da feira do Aprazível e, depois, deslocando-se para Itapipoca e, finalmente, Fortaleza (JORNAL DIÁRIO DO NORDESTE, 2014).

A feira destaca-se como uma atividade do circuito inferior da economia, embora haja uma organização administrativa e a presença do poder público, além da inserção do distrito de Aprazível no circuito do comércio nacional, devido à exportação de mercadorias para outras regiões do Brasil, como Sul e Sudeste (PARENTE e SANTANA, 2013).

As fábricas de confecção de moda íntima da cidade de Frecheirinha, por sua vez, colocam-se como atividade do circuito superior da economia regional, pois fabricam peças especializadas mediante rigoroso processo industrial com vendas a varejo e atacado, com postos oficiais de trabalho e estratégias de *marketing* consolidadas, tendo uma produção comercializada também em lojas das respectivas marcas/fábricas a exemplo da principal marca, a Diamantes Lingerie aberta em 2005 que possui mais de 900 funcionários e mais de 30 lojas em todos os Estados do Nordeste, além do Pará, Amazonas e Distrito Federal.

Dessa forma, os primeiros quinze anos do século XXI são marcados pela consolidação de atividades tipicamente urbanas, aliadas à apropriação direta e indireta da natureza pelo grande capital, dada a capacidade de investimento e inserção dos produtos no mercado extrarregional associada aos “vazios demográficos” das áreas rurais e, conseqüentemente, ao processo de urbanização nas cidades pequenas da DISAC.

## **6. DEGRADAÇÃO E CONSERVAÇÃO DAS TERRAS SEMIÁRIDAS DA DEPRESSÃO INTERPLANÁLTICA DO ALTO COREAÚ (CE)**

A apropriação dos recursos naturais decorre de sua oferta, bem como da sua demanda atual e futura estando a mesma condicionada às escalas espaciais (localização) e temporais (disponibilidade num determinado período). No entanto, como consequência da apropriação direta e/ou indireta dos recursos naturais está a conservação ou a degradação dos elementos e aspectos da natureza, os quais manifestam-se no espaço e tempo como fatores de maior ou menor importância em função da natureza (tipologia, grandeza, etc.) de sua apropriação.

Na presente pesquisa foram selecionadas 03 (três) escalas espaciais de análise do processo de degradação das terras: na escala do geossistema, os campos de calcário da depressão interplanáltica semiárida do Alto Coreaú (DISAC); na escala do geofácies, o campo calcário Aroeiras e adjacências e; na escala do geótopo, os afloramentos rochosos explorados do campo Aroeiras, a fim de perceber as diferentes formas e causas da degradação de terras numa perspectiva multiescalar e integrada dos sistemas sociais e naturais.

A DISAC, primeira escala de análise, com 979 km<sup>2</sup>, é delimitada pelos maciço da Meruoca-Rosário (leste) e o planalto da Ibiapaba (oeste), ambos enclaves úmidos e, pelos maciços residuais secos do Carnutum (sul) e Penanduba (norte), abrangendo a bacia hidrográfica do Alto Coreaú e uma pequena parte da bacia hidrográfica do rio Acaraú.

Nesse contexto espacial, foi selecionado o segundo nível de análise, o campo de calcário Aroeiras e adjacências, pois, configura-se no segundo maior campo em extensão com 79 km<sup>2</sup>, porém, com a maior atividade econômica, contando atualmente com 19 caieiras em atividade, além da localização da jazida calcária da fábrica da Votorantim Cimentos. Além disso, a porção leste do geossistema onde está situado o referido campo, em linhas gerais, é apontada pela Funceme (1994) e SRH/CE (2015) como uma das áreas afetadas pelo processo de desertificação no noroeste cearense.

O terceiro táxon espacial corresponde às áreas de maior detalhamento, os geótopos. Na pesquisa está representado pelas áreas de afloramentos calcários explorados no campo Aroeiras, as quais foram agrupadas em núcleos de exploração da rocha, uma vez que a ausência de tecnologia empregada na atividade, faz com que a mesma concentre-se

especialmente no entorno das áreas onde afloram as referidas litologias, critério esse definido no início da pesquisa.

Independente da escala de análise, variáveis de ordem natural e social condicionam e/ou determinam de forma integrada as paisagens com maior suscetibilidade e vulnerabilidade dos sistemas naturais e sociais (*tabela 13*), respectivamente, definindo os núcleos de terras degradadas, mas também as áreas mais conservadas do geossistema semiárido em análise.

*Tabela 13 – Principais fatores naturais e sociais responsáveis pela degradação das terras nas 03 escalas de análise espacial.*

<b>Escala</b>	<b>Principal fator natural</b>	<b>Principal fator social</b>
<b>Geossistema</b> Formação carbonática	<b>Morfoclimático</b> <i>Localização a sotavento do maciço da Meruoca-Rosário levando a um processo de denudação e semiaridez mais acentuadas.</i>	<b>Política ambiental</b> <i>Maior distância em relação às restrições ambientais do Parque Nacional de Ubajara e sua área de entorno.</i>
<b>Geofácies</b> Campo calcário	<b>Formação geológica</b> <i>Litologias mais fraturadas e secas da Formação Trapiá e Coreauí.</i>	<b>Pecuária e extração madeireira</b> <i>Manejo inadequado da pecuária com desmatamento total e pisoteio excessivo.</i>
<b>Geótopo</b> Afloramento calcário	<b>Litologia</b> <i>Abundância de afloramentos rochosos a partir de denudação intensa.</i>	<b>Mineração</b> <i>Facilidade de exploração manual de afloramentos rochosos.</i>

Elaboração: Nataniel Albuquerque.

## **6.1. GEOSSISTEMA SEMIÁRIDO DOS CAMPOS CÁLCARIOS DA DEPRESSÃO INTERPLANÁLTICA DO ALTO COREAÚ (CE)**

No geossistema semiárido da Depressão Interplanáltica do Alto Coreauí (CE), a presença dos campos calcários Aroeiras, Frecheirinha e Penanduba caracterizam o arcabouço geológico regional, definindo paisagens naturais diferenciadas, usos e ocupações específicos e impactos ambientais decorrentes e indutores de uma organização espacial a partir da apropriação (in)direta do recurso natural calcário. Os referidos campos calcários podem ser enquadrados em 02 (duas) tipologias segundo sua extensão territorial. Os campos

Frecheirinha e Aroeiras possuem, respectivamente, 115 e 79 km<sup>2</sup> de extensão, enquanto, o campo Penanduba, de menor dimensão, possui apenas 36 km<sup>2</sup>.

Na escala do geossistema, diferentes graus de conservação/degradação das terras semiáridas podem ser identificados a partir dos diferentes níveis de cobertura vegetal, incluindo áreas com níveis acentuados de degradação até aquelas que apresentam um elevado grau de preservação natural formando assim, a diversidade de paisagens do mosaico regional composto por dois grandes conjuntos de paisagens, as porções leste e oeste.

As porções leste e oeste do geossistema são separadas por um conjunto de pequenos *inselbergs* secos (*figura 25*), de orientação N-S, situados no centro da área ligando as vertentes norte do Carnutim e a nordeste da Penanduba, a exemplo dos serrotes do São José, Pintado, Pediza Roxa, da Várzea, do Boqueirão e do Sítio, os quais separam os campos calcários Aroeiras e Penanduba (leste) e Frecheirinha (oeste), configurando-se, portanto, no macrodivisor das paisagens naturais do geossistema.

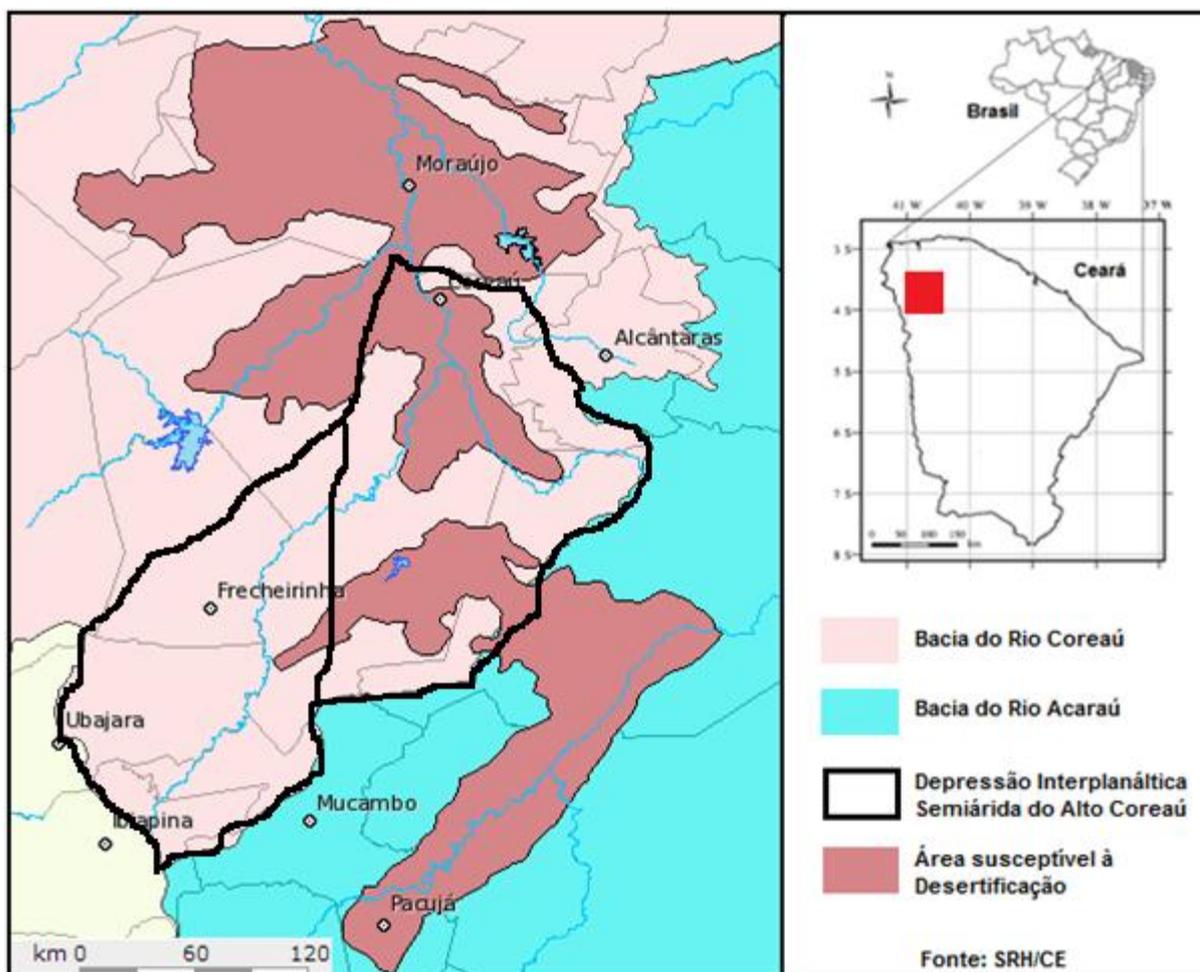
Nessa escala de análise fica claro também que a degradação ambiental evidenciada mais na porção leste do geossistema, segundo Funceme (1994), enquadra-se numa grande área que ultrapassa os limites do mesmo distribuindo-se em duas grandes manchas, norte e sul, as quais compõem a grande área degradada do noroeste cearense (SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ – SRH/CE, 2015) (*figura 45*).

A porção norte da área degradada estende-se da região centro-norte do município de Coreaú na divisa com o município de Sobral na localidade de Pedra de Fogo, até o município de Moraújo, com o maior percentual de área degradada no médio curso da bacia, a jusante do setor estudado na referente bacia. Da cidade de Coreaú a área estende-se à vertente norte da Serra da Penanduba.

A área que compõem a porção sul estende-se desde o entorno da cidade de Pacujá (SW) até o açude Aires de Sousa (açude Jaibaras) (NE) passando pelo açude Taquara, formando uma área de aproximadamente 36 km de comprimento e 7 km de largura acompanhando o eixo do curso do rio Jaibaras na bacia do rio Acaraú. Do setor à montante da margem esquerda do primeiro reservatório, a área degradada estende-se ao norte em direção ao distrito de São José do Torto adentrando na área de estudo compondo o mosaico da degradação regional.

Dentro desse contexto espacial e ambiental, as áreas mais degradadas do geossistema onde estão concentrados os dois grandes núcleos de terras degradadas segundo a SRH/CE (2015) situam-se, em linhas gerais, entre os distritos de Aroeiras e a confluência dos rios Coreaú e Juazeiro, perpassando pela cidade de Coreaú seguindo o eixo da CE-364, compondo

a porção degradada norte. A porção degradada sul, por sua vez, estende-se pelos distritos de Aprazível, Ubaúna e São José do Torto, seguindo as linhas das rodovias BR-222 e CE-321, todos inseridos na porção leste do geossistema.



**Figura 45.** Mapa das duas áreas degradadas do noroeste cearense.

Fonte: adaptado de SRH/CE (2015).

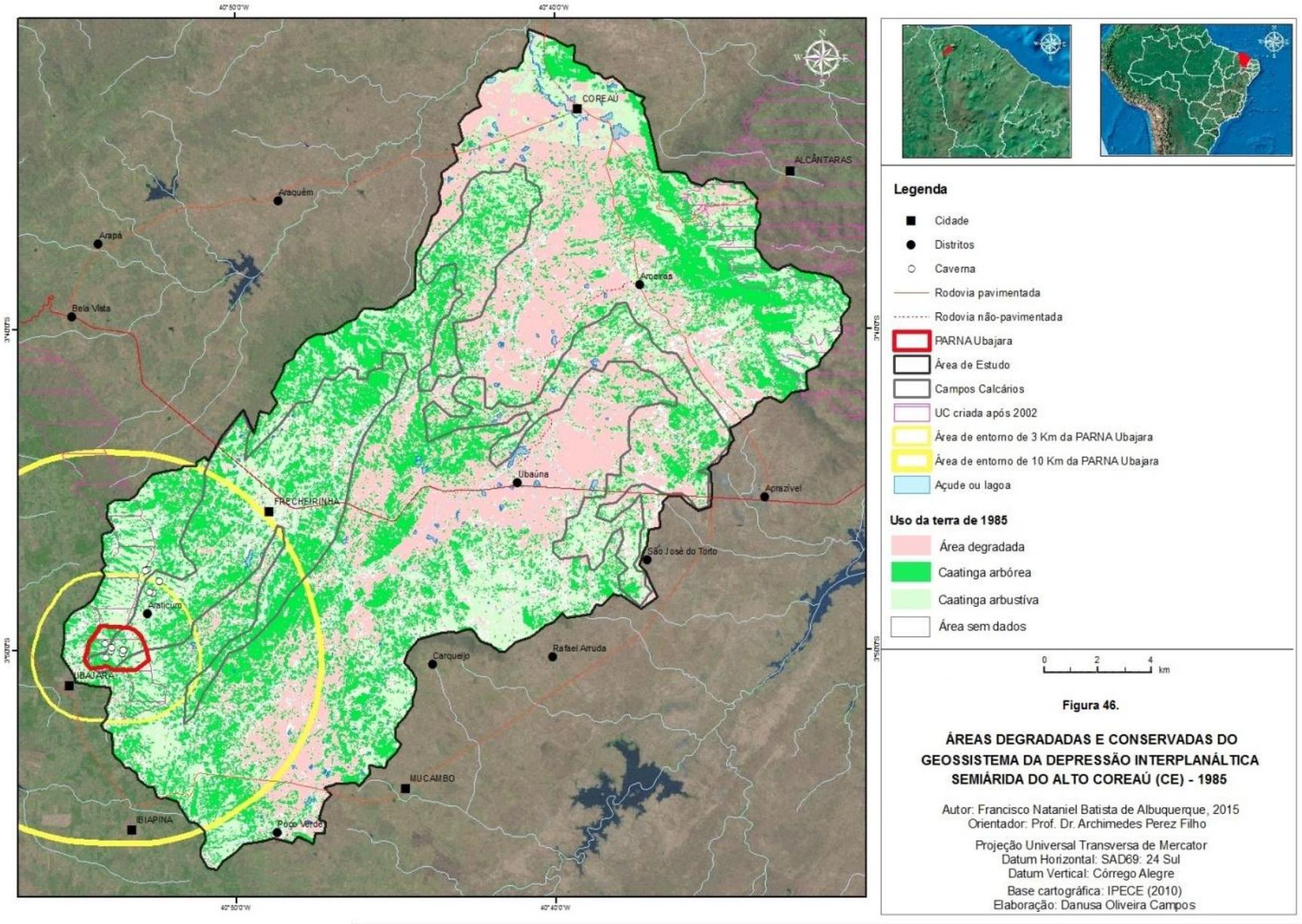
No geossistema, as terras degradadas perfazem um total de 316 km<sup>2</sup> correspondendo a 32% da área total, as quais estão distribuídas por todo o recorte natural, porém, com maior distribuição espacial na porção leste, ratificando o constatado por Funceme (1993) e SRH/CE (2015), mesmo em escalas de análise estadual.

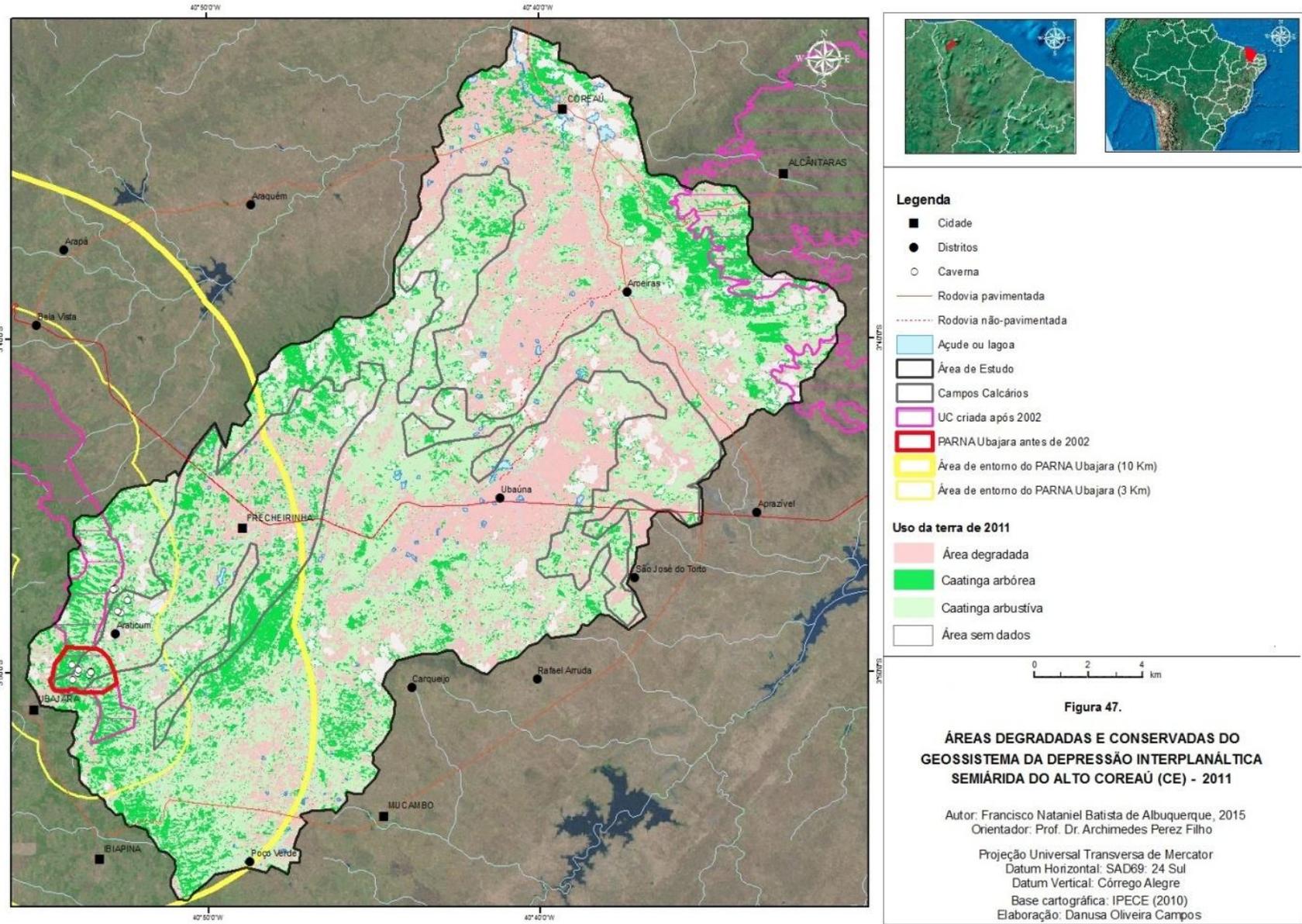
Dentro da área de estudo, os municípios com maior percentual de terras degradadas são Coreau e Sobral e, no outro extremo, os municípios de Ibiapina, Ubajara, Tianguá, Alcântaras e Mucambo possuem percentuais pouco expressivos. Vale ressaltar a diferença da área municipal dentro do geossistema entre os dois grupos citados e que a referência ao

município de Sobral é restrita apenas aos distritos de Aprazível, São José do Torto e Rafael Arruda, aqueles inseridos na área da pesquisa.

Tomando como parâmetro de análise o recorte temporal de 1985 a 2011, as terras semiáridas degradadas no geossistema reduziram de 353 km<sup>2</sup> (36,1%) para 316 km<sup>2</sup> (32,3%) num intervalo de apenas 26 anos (*figuras 46 e 47*). A redução da área degradada é expressiva, porém, vale destacar o aumento da área de Caatinga Arbustiva de 23,9% para 43,5% em detrimento da redução considerável de áreas de Caatinga Arbórea de 32,2% para 16,4%, ou seja, enquanto a área de vegetação mais arbustiva e rarefeita dobrou de tamanho, a área de vegetação arbórea e mais densa reduziu pela metade.

Na relação dos campos calcários com a degradação de terras regional, constata-se que o campo Aroeiras apresenta um percentual de 35,1% de áreas degradadas, superior aos campos Frecheirinha e Penanduba, que possuem, respectivamente, 27,4% e 19,5%. No entanto, vale destacar que a degradação de terras no geossistema é proporcionalmente maior fora da área dos limites dos referidos campos calcários do que nas áreas internas, correspondendo, respectivamente, a 34% e 29% revelando não haver uma relação direta entre a mineração e a degradação de terras na escala do geossistema da DISAC.





Considerando as duas macrodivisões paisagísticas do geossistema, o geofácio leste que corresponde às terras distribuídas pela depressão Sertaneja dos municípios de Coreaú e Sobral incluindo os campos calcários Penanduba e, sobretudo, o Aroeiras responde por  $\frac{3}{4}$  das terras degradadas nos anos de 1985 e 2001.

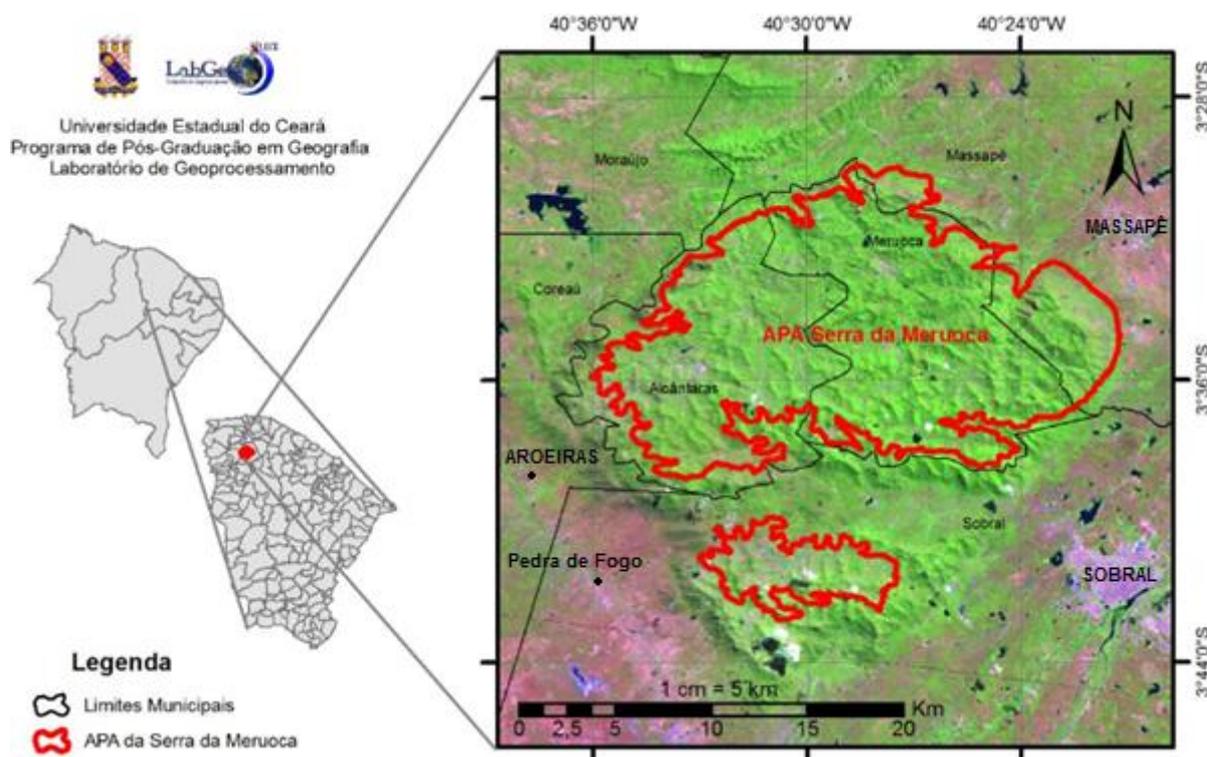
A maior área degradada contínua está localizada no entorno do distrito de Ubaúna (Coreaú), especialmente, nas localidades de Conceição, Campo do Meio, Caia e Ipu dos Lopes acompanhando em boa parte o eixo da BR-222. O restante da área degradada é bastante difusa, pois, acompanha o eixo da CE-364 entre o distrito de Aprazível e Coreaú e, na altura do distrito de Aroeiras, adentra para o lado oeste.

Considerando a espacialidade dos campos calcários, em linhas gerais, as áreas degradadas são exteriores aos mesmos, inclusive no campo Aroeiras o mais afetado pela degradação.

As terras degradadas da porção leste estão localizadas em áreas a sotavento do maciço da Meruoca-Rosário, mais exatamente da sua poligonal sudoeste, sua vertente mais seca por sofrer a maior influência orográfica sobre as chuvas, condicionando índices pluviométricos mais baixos em torno de 700 mm anuais, formando uma paisagem tipicamente semiárida revestida por Caatinga Arbustiva que recobre uma depressão aplainada submetida a intensos processos denudacionais ao longo do tempo geológico.

O desnível topográfico que chega a 700 m numa distância de apenas 8 km entre as áreas mais elevadas do maciço residual úmido e a depressão cortada pela CE-364 condicionou uma média pluviométrica nos postos pluviométricos de Aroeiras e Aprazível durante os anos de 2003-2007 (5 anos) respectivamente, 65% e 49% das registradas pelo posto de Coreaú, o que registrou a maior média. Com exceção do ano de 2003, ano muito chuvoso, nenhum desses dois postos registraram chuvas anuais acima de 800 mm, caracterizando um ambiente semiárido.

A exceção na paisagem degradada do geofácies leste fica por conta das áreas elevadas do maciço da Meruoca-Rosário, principalmente, no terço superior da encosta que bordeja os limites da APA, especialmente do fragmento norte, dada a dificuldade de acesso para extração e transporte das espécies lenhosas e madeireiras em função da acentuada declividade (*figura 48*).



**Figura 48.** Mapa da APA da Serra da Meruoca na porção leste do geossistema em análise.  
 Fonte: Araújo et al. (2013).

As áreas mais conservadas e/ou preservadas, por sua vez, enquadram-se na porção oeste do geossistema, área compreendida entre as escarpas do planalto da Ibiapaba e os maciços secos centrais localizados entre os serrotes do Carnutim e da Penanduba incluindo assim, praticamente todo o território do município de Frecheirinha, inclusive a sede municipal, além de áreas rurais sertanejas dos municípios de Ubajara, Tianguá, Ibiapina e Mucambo.

Nesse contexto estão inseridos o parque nacional de Ubajara, as furnas do Araticum e 09 cavernas (figura 48) segundo o Centro de Cavernas (Cecav) (2015), além do campo calcário Frecheirinha.

As áreas mais conservadas da porção oeste enquadram-se em áreas de maior altitude e declividade, compreendendo a escarpa e o depósito de tálus do planalto da Ibiapaba, além das precipitações mais elevadas que giram em torno de 1.500 mm anuais no setor a barlavento do referido enclave úmido possibilitando o desenvolvimento de solos com maior espessura e, conseqüentemente, uma vegetação de Caatinga de porte predominantemente arbóreo, chegando a presença de Argissolos revestidos pela vegetação de Mata Seca possibilitando a formação de divisores de água tabulares em função da predominância do intemperismo químico nessa porção do geossistema, segundo Souza (1981).

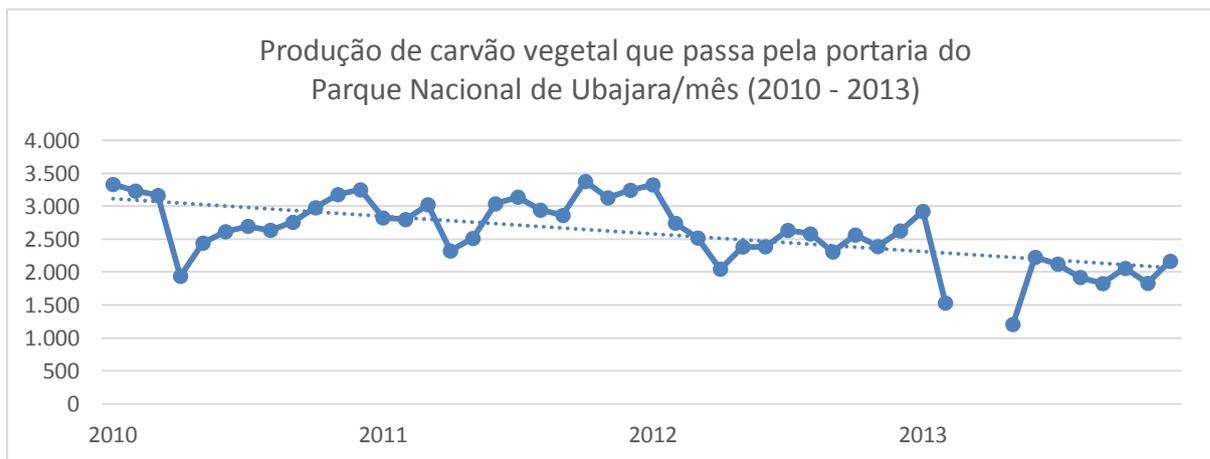
Os pequenos maciços secos entre as serras do Carnutim e da Penanduba também possuem maiores níveis de conservação ambiental, com destaque para a serra da Penanduba que segundo Costa (2015), possui exemplares de porte arbóreo como Braúna (*Schinopsis brasiliensis*), Angico (*Anadenanthera colubrina*), Jatobá (*Hymenaea courbaril*), Aroeiras (*Myracrodruon urundeuva*), Cedro (*Cedrela fissilis*), Barriguda (*Ceiba glaziovii*), Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) e Pau D'Arco Roxo (*Tabebuia impetiginosa*), as duas últimas fortemente devastadas em função do seu valor econômico. Costa (2015), ressalta também a ocorrência, no topo da serra, da Fruta-de-Jacú (*Psidium sartorianum*), espécie típica do Cerrado revelando um ambiente de diferenciação na Caatinga possibilitando a ocorrência do primata Guariba típico de áreas mais úmidas como o Planalto da Ibiapaba.

Mesmo no geofácio de maior conservação, o parque nacional de Ubajara apresenta algumas áreas degradadas, em função, principalmente, dos impasses no processo de desapropriação das terras inseridas na atual área da unidade de conservação desde a criação em 1959, pois, segundo Araújo (2004), a maioria dos antigos moradores atualmente residentes no distrito de Araticum guardam grandes mágoas, pela forma como foi conduzido o processo de desapropriação das terras e, ainda, temem perder suas terras para o Ibama.

A pressão sobre os recursos naturais da unidade de conservação se dá principalmente pela exploração madeireira e, conseqüentemente, pela “limpeza” da área para agricultura de sequeiro fruto do impasse na demarcação dos limites do parque (ARAÚJO, 2004). Segundo a direção do parque, além da extração madeireira diretamente relacionada ao uso agrícola, a caça é outro grande problema.

A importância histórica do parque pode ser medida pela existência de uma trilha de 5 km que liga a área produtora do distrito de Araticum (“sertão”) à área consumidora da cidade de Ubajara (“serra”) que corta a unidade de conservação a qual é usada por moradores, principalmente, para escoamento da produção agrícola nas feiras semanais de Ubajara.

Em 2001, por exemplo, a trilha chegou a registrar o tráfego de 4.365 pessoas e 8.254 animais (jumentos) (ARAÚJO, 2004) que transportam em comboios dentre outros produtos, sacas de carvão vegetal produzidas nas localidades do *cinturão sertanejo do parque*, atividade essa que colabora para a degradação das terras nas bordas do mesmo (*figura 49*).



**Figura 49.** Quantidade de sacas de carvão vegetal que passa pela portaria do Parque Nacional de Ubajara/mês em lombo de animais (2010 – 2013). Fonte: Parque Nacional de Ubajara, 2014.  
Obs.: Os meses de março e abril de 2013 a trilha encontrava-se fechada devido deslizamento de terra.

A produção de carvão vegetal vem sofrendo uma queda considerável desde 2011 na ordem de 13% (2011-2012) e 19% (2012-2013) ao ano e, entre as possíveis causas, está a redução dos recursos fitogenéticos na região dado o desmatamento ilegal, uma vez que a trilha da unidade de conservação coloca-se como o único acesso do carvão vegetal ilegal do sertão (depressão) para a serra (planalto).

O tráfico de carvão vegetal, oriundo de uma produção ilegal, sem licença ambiental é motivo de questionamento por parte do Ministério Público desde 2010, sendo objeto de ação civil, o qual solicita o fechamento da trilha isolando os moradores de Araticum. Vale ressaltar que até o ano de 2015 a questão ainda está indefinida.

Dessa forma, podemos afirmar que ao longo da história da unidade de conservação, questões como a desapropriação não concluída das terras que deram origem ao parque, a proibição da atividade de produção de cal na furta do Araticum com a ampliação da área em 2002 e a possibilidade de proibição do uso da trilha Araticum-Ubajara por parte do Ministério Público sem a criação de alternativas para geração de emprego e renda para os afetados, enfraquecem a relação parque-comunidade.

Além disso, as terras degradadas dentro e no entorno do parque estão diretamente relacionadas aos processos conflituosos destacado anteriormente configurando-se como elementos temporais que caracterizam uma relação estremecida entre a unidade de conservação e a comunidade do entorno que corrobora para as áreas degradadas no *cinturão sertanejo do parque*.

As áreas degradadas dentro dos dois limites do parque nacional de Ubajara, pós-1973 (uso da terra de 1985) e pós-2002 (uso da terra de 2011) reduziram significativamente em função das maiores restrições impostas ao uso dos recursos naturais, especialmente, após a criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza em 2000.

No entanto, nas zonas de entorno de 3 e 10 km, o aumento da degradação das terras foi extremamente elevado, principalmente, na faixa de 3 km, área de suma importância para manutenção do equilíbrio ecológico da unidade de conservação e, na faixa de 10 km a área mais degradada corresponde ao perímetro da cidade de Frecheirinha, nesse caso, cenário já esperado por se tratar de um espaço urbano. Nesse contexto, a exceção fica por conta da porção sudeste do campo Frecheirinha onde áreas representativas de Caatinga Arbórea ainda são encontradas.

Após a análise da degradação das terras ao nível do geossistema, permite-nos constatar que a principal variável de avaliação da suscetibilidade natural do sistema é o *aspecto morfoclimático*, definindo as áreas mais secas à sotavento do maciço da Meruoca-Rosário e áreas mais úmidas a barlavento do planalto da Ibiapaba, além de todo o rebatimento na dinâmica natural representada pelo desenvolvimento pedogenético e a cobertura vegetal diferenciada.

No âmbito da vulnerabilidade social do sistema, a principal variável é o nível de *restrição de uso dos recursos naturais impostos pela política ambiental*, na figura das áreas das unidades de conservação, definindo áreas mais conservadas na faixa de entorno de 3 e 10 km do parque nacional de Ubajara e, as mais degradadas, na depressão leste do geossistema.

## **6.2. GEOFÁCIE DO CAMPO CALCÁRIO AROEIRAS E ADJACÊNCIAS**

O campo calcário Aroeiras e adjacências no contexto da porção leste da DISAC apresenta-se como o campo metalogenético mais degradado na escala do geossistema, além de possuir 83% das unidades produtivas de cal configurando-se, portanto, como o objeto de investigação na escala do geofácie.

No campo Aroeiras e entorno foram identificadas 03 (três) áreas com elevado grau de degradação, as quais denominamos de núcleo de terras degradadas (NTD): a primeira, ao

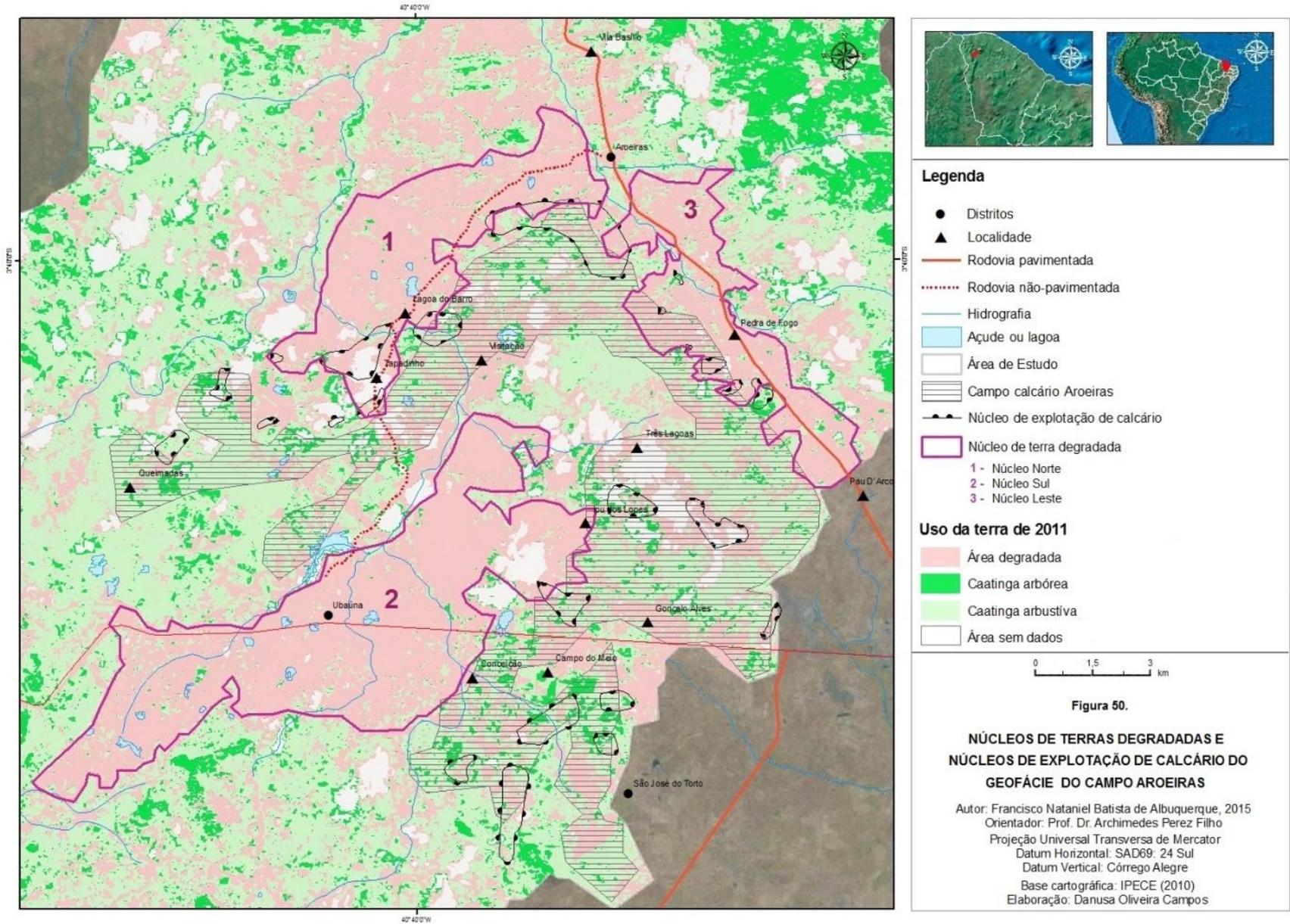
norte, denominada de núcleo Lagoa do Barro – Mosquito – Aroeiras; a segunda, ao sul, denominada de Cajazeira – Ubaúna – Ipu dos Lopes, ambas divididas por uma zona de menor degradação da cobertura vegetal correspondendo as áreas de exploração mineral da fábrica de cimento Poty e de um plano de manejo florestal particular, além de pequenos maciços secos; a terceira, a leste, denominada de núcleo Pau D’Arco – Ponta da Serra está separada do núcleo norte pela planície do rio Itacoatiara e o serrote da Rola, além da área urbana do distrito de Aroeiras (*tabela 14*).

*Tabela 14 – Área dos 03 núcleos de terras degradadas na escala do geofácio.*

Núcleo	Área Total		Área Degradada no Campo Aroeiras	
	km <sup>2</sup>	ha	(%)	Hectare
Norte	21	2.123	0,8	17,0
Sul	44	4.401	0,9	36,6
Leste	16	1.593	19,4	309,0
<b>Total</b>	<b>81</b>	<b>8.097</b>	<b>4,5</b>	<b>362,6</b>

Elaboração: Nataniel Albuquerque, 2015.

Dentre os núcleos de terras degradadas, o NTD Leste destaca-se por possuir um percentual significativo de quase 1/5 de sua área dentro do Campo Aroeiras, enquanto, os NTD Norte e Sul possuem percentuais ínfimos que não atingem 1% (*figura 50*). Parte do quadro do NTD Leste atribui-se ao fato de ser uma área mais densamente povoada tendo como grande vetor de atração a CE-364.



As áreas degradadas acompanham, em linhas gerais, os eixos das principais rodovias que cortam o campo calcário, seja, a federal (núcleo sul), a estadual (núcleo leste) e a vicinal (núcleo norte) colocando as rodovias como vetores espaciais que colaboram diretamente para o acesso ao uso e ocupação mais intenso das áreas.

É possível constatar que não há praticamente nenhuma relação espacial entre os campos calcários e as áreas degradadas, fato este já evidenciado na escala do geossistema, porém, surgem algumas áreas de exceção, embora poucas e restritas espacialmente. Na presente escala, é possível constatar que as áreas degradadas estão principalmente nas Formações Coreau e Trapiá, respectivamente e, em menor grau na Formação Caiçara e Frecheirinha, esta última onde ocorrem os calcários (*tabela 15*).

*Tabela 15 – Relação entre os núcleos de terras degradadas e as formações geológicas.*

Formação geológica	Características	Núcleo de terras degradadas (%)		
		Norte	Sul	Leste
Coreau ( <i>topo</i> )	Arenito arcoseano, grauvaque e conglomerado	100	-	97
Frecheirinha	Calcário e margas, com intercalações de siltito e quartzito	-	-	03
Caiçara	Ardósia, arenito e siltito, anquimetamórficos	-	04	-
Trapiá ( <i>base</i> )	Arenito grosso a conglomerático, anquimetamórficos	-	96	-
<b>Total</b>		100	100	100

Fonte: CPRM (2004). Elaboração: Nataniel Albuquerque, 2015.

É comum nas paisagens das formações Trapiá e Coreau a presença de pequenas colinas que destacam-se na área aplainada com a presença de pavimentos detríticos que denunciam o grau de denudação e degradação destas áreas, sendo muito comuns os afloramentos rochosos e altos pelados conforme faz referência Ab'Saber (1977). Na Formação Caiçara, por sua vez, apresenta um modelado acidentado onde se destacam cristas alinhadas de quartzitos (GEOPLAN, 1989) constituindo-se em pequenos *inselbergs* secos, onde a declividade dificulta o processo de ocupação direta.

Do ponto de vista social, a principal atividade econômica das áreas degradadas é a agropecuária extensiva, de baixíssima inserção tecnológica, praticada principalmente na quadra chuvosa, no caso da agricultura de sequeiro. O manejo da pecuária bovina e caprina,

principalmente, além do plantio de milho e feijão são caracterizados por práticas arcaicas de manejo da terra com a “limpeza” total do terreno e elevada densidade animal.

A pecuária extensiva no geofácies ocorre, principalmente, nas áreas de litologias das Formações Trapiá e Coreáú como arenitos, quartzitos, siltitos e conglomerados, asquais intercalam espacialmente a fácies carbonáticas da formação Frecheirinha, onde a menor resistência à degradação natural dos calcários permite uma maior pedogênese e, conseqüentemente, a presença de umidade no sistema por um período maior ao término da quadra chuvosa na região, configurando-se também como um ambiente de maior resiliência da cobertura vegetal.

A criação de gado ocupa as áreas mais secas, ou seja, os *geótopos áridos* do geofácies apropriando-se do conceito de Ab’Saber (1977). A mineração de calcário, por sua vez, ocupa as áreas internas ao campo Aroeiras, onde o sistema solo-planta retém a umidade por mais tempo, compondo uma espécie de *geótopo subúmido* dada as condições litopedológicas propiciando um ambiente de exceção na paisagem do geofácies em análise.

A pecuária é um dos principais indicadores da desertificação (MATALLO JÚNIOR, 2001; SÁ *et al.*, 1994). A pecuária destaca-se negativamente pelo pastoreio e o sobrepastejo de ovinos e caprinos que causam prejuízo a germinação de sementes, à permanência de pequenas mudas e no rebroto da vegetação nativa (SÁ *et al.*, 1994). No tocante aos bovinos, o sobrepastejo causa a compactação do solo alterando a estrutura do mesmo.

O modelo de pecuária extensiva praticado no geossistema consiste na retirada total da cobertura vegetal expondo o solo às precipitações torrenciais típicas de ambientes secos, principalmente, nos primeiros eventos da estação chuvosa que encontram o solo totalmente desprotegido. Após a limpeza total do terreno, a área sofre com excessiva compactação pelo pisoteio dos animais de grande porte (bovinos) e eliminação dos brotos, por parte dos pequenos animais (ovinos e caprinos).

A pecuária está associada diretamente ao extrativismo vegetal, pois, a retirada de madeira antecede ao uso animal promovendo a limpeza total da área, principalmente, na depressão a qual abastece em grande parte a cadeia produtiva de fabricação da cal (*figura 51*). Nas áreas mais elevadas e inclinadas dos pequenos maciços é comum constatar a presença de rotas de acesso para retirada de madeira, especialmente o Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) para produção de estaca, como relata Costa (2015), na serra da Penanduba.



**Figura 51.** Diferentes diâmetros e espécies vegetais utilizadas na combustão dos fornos em caieiras das localidades de Visitação (A1 e A2) e Conceição (B1 e B2).

Fonte: Nataniel Albuquerque, 2014.

As áreas com maior grau de conservação das terras, por sua vez, estão no interior do campo Aroeiras, formando faixas de transição entre os NTD Norte, Sul e Leste, as quais podem ser figuradas por 02 (duas) áreas espacialmente representativas: a área de entorno da jazida da fábrica de cimento do grupo Votorantim, no distrito de Aprazível e a área de um plano de manejo florestal particular entre as localidades de Campo de Dentro e Queimadas (*figura 52*), respectivamente, nas extremidades leste (município de Sobral) e oeste (município de Coreaú) do geofácies.

A área da fábrica de cimento constitui-se numa espécie de cinturão verde para amortecimento dos impactos ambientais causados pela mineração, sobretudo, no lado oeste da jazida de calcário como o controle da erosão e a retenção do pó calcário, porém, prejudicando a fotossíntese da planta, além de amenizar os impactos da poluição visual.

A outra área é formada por um plano de manejo florestal sustentado da Caatinga na fazenda Campos de Dentro, de propriedade particular, de 6,96 km<sup>2</sup>, dos quais 4,6 km<sup>2</sup> divididos em 15 talhões que são (e serão) explorados diretamente entre os anos de 2011 e

2026, conforme licença da Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Estado do Ceará (Semace), tendo como principal produto a lenha e a madeira.



**Figura 52.** Área da mina calcária da fábrica de cimento Poty e do plano de manejo florestal.  
Fontes: [www.panoramio.com/photo/66334305?source=wapi&referrer=kh.google.com](http://www.panoramio.com/photo/66334305?source=wapi&referrer=kh.google.com). Acesso em: 13 maio 2014; Nataniel Albuquerque, 2014.

Podemos constatar claramente que as áreas de maior conservação ambiental são aquelas de propriedade privada, principalmente, pessoa jurídica as quais possuem licenciamento ambiental e uma maior valoração dos recursos naturais, seja, como elemento ou aspecto.

Nesse nível de análise, a formação geológica e a pecuária são os principais fatores desencadeadores do quadro de degradação de terras. A área de maior conservação diz respeito a políticas empresariais de conservação ambiental controlada por sistemas de gestão ambiental visando certificações, partindo da visão da vegetação como recurso natural, tanto como elemento, quanto aspecto da natureza.

Nesse contexto espacial, os 03 núcleos de terras configuram-se como as fácies degradadas do geofácies Campo Aroeiras onde é possível perceber com mais detalhe a influência da pecuária e da extração de madeira como variáveis de desequilíbrio destas áreas.

### 6.2.1. Núcleo Norte de Terras Degradadas

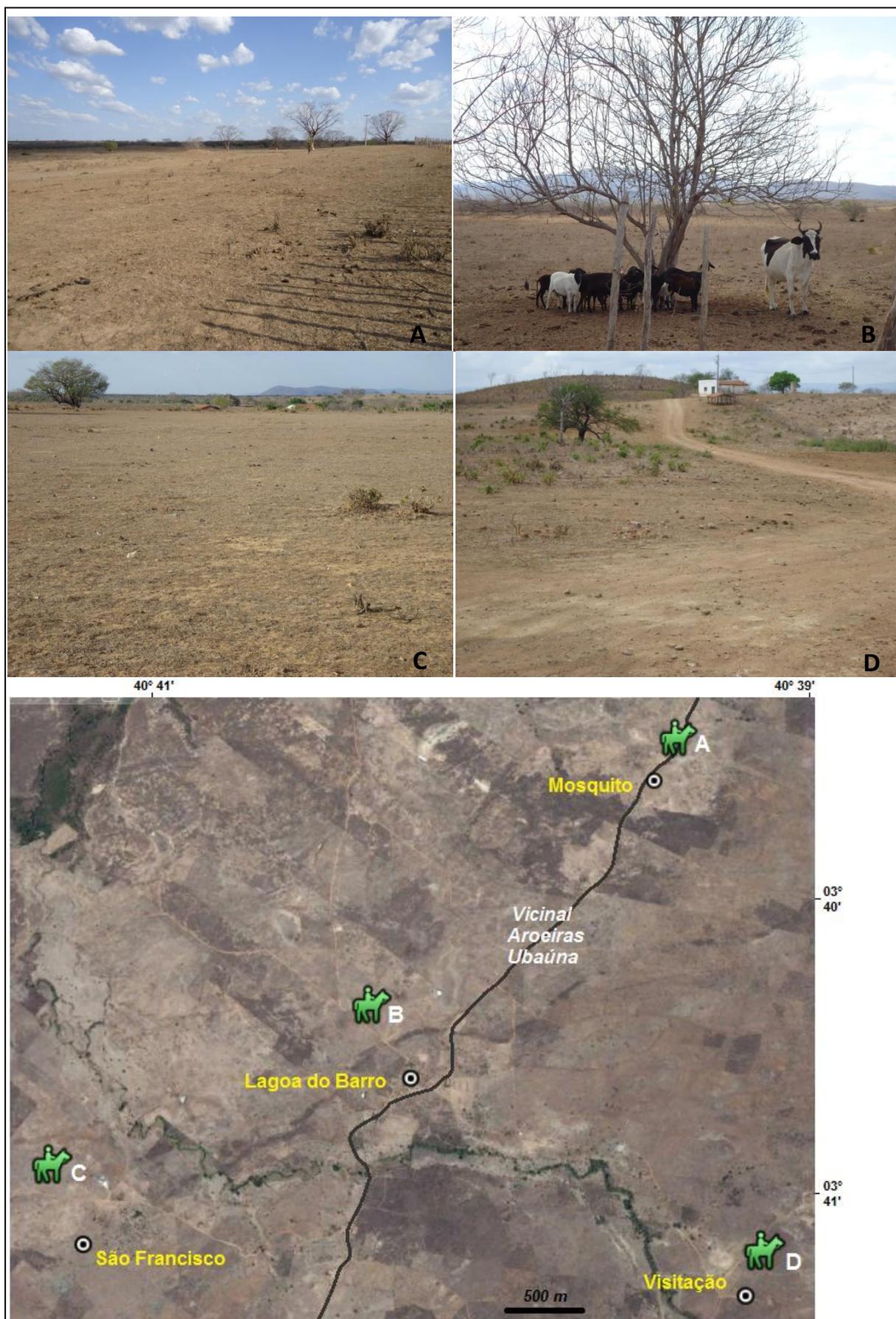
O núcleo norte de terras degradadas localiza-se integralmente no município de Coreaú, mais exatamente ao norte da BR-222 e a oeste da CE-364, abrangendo localidades dos distritos municipais de Aroeiras e Ubaúna, tendo como eixo central os primeiros 10 km dos 16 km da rodovia vicinal que ligam os referidos distritos, mais precisamente no trecho entre o distrito de Aroeiras e a localidade de Tapadinho entre as coordenadas de 03° 37' 30" e 03° 42' 07" S e 40° 37' 34" e 40° 41' 15" W, perfazendo uma área de 21 km<sup>2</sup>.

As localidades inseridas no núcleo são Mosquito, São Francisco, Lagoa do Barro e Tapadinho, estas duas últimas respondem pelos principais aglomerados populacionais da área, porém, seus núcleos principais não ultrapassam 30 residências.

O núcleo estende-se por terras ao norte do campo Aroeiras (Formação Frecheirinha) e na sua maior parte, o mesmo encontra-se localizado entre a rodovia vicinal Aroeiras – Ubaúna, a leste e, o rio Coreaú, a oeste, tendo o rio Caia como o principal recurso hídrico, afluente da margem direita do rio Coreaú.

A participação da pecuária extensiva na economia do núcleo é evidente, pela alta concentração de rebanho bovino e, culturalmente, pela realização das vaquejadas (presença de pistas) nas localidades de Tapadinho e Mosquito, atraindo vaqueiros de toda a região norte do Estado.

As áreas com maior índice de degradação ambiental encontram-se nas localidades de Lagoa do Barro, Mosquito, São Francisco e Visitação, esta última, não totalmente inserida no núcleo degradado. Todas as áreas degradadas estão associadas ao manejo pecuário em fazendas (*figura 53*), com exceção da localidade de Tapadinho onde a área degradada decorre da exploração mineral manual do calcário.



**Figura 53.** Áreas degradadas nas localidades de Visitação, Mosquito, Lagoa do Barro e São Francisco (set/2013). Fonte: *Google Earth* (out/2013).

As áreas degradadas pela pecuária caracterizam-se pela ausência completa de cobertura vegetal com solo totalmente exposto e, portanto, com presença inicial de pavimento pedregoso e afloramentos de litologias da Formação Coreaú.

A mineração, por sua vez, não é responsável diretamente (exploração da rocha) pela degradação de terras nesse nível de análise, com exceção do NEC do Tapadinho (03° 41' 18" S; 40° 40' 43" W), mas, indiretamente (extração de madeira) a mesma colabora junto com a pecuária para a retirada da cobertura vegetal.

### **6.2.2. Núcleo Sul de Terras Degradadas**

O núcleo sul, por sua vez, abrange quase que exclusivamente áreas do município de Coreaú, além de uma pequena parte do município de Sobral, na porção leste do núcleo abrangendo localidades dos distritos municipais de Ubaúna (Coreaú) e Aprazível (Sobral), cortando a BR-222 entre os km 263 e 271 e enquadrada entre as coordenadas de 03° 42' 02" e 03° 46' 52" S e 40° 37' 53" e 40° 44' 46" W, perfazendo uma área de 44 km<sup>2</sup>, configurando-se, portanto, como o maior núcleo degradado ao nível do geoáfcio Campo Aroeiras.

A área degradada distribui-se pelo distrito de Ubaúna e localidades de Cajazeira, Conceição, Caia e Ipu dos Lopes. Os principais aglomerados populacionais são os distritos municipais de Ubaúna com aproximadamente 3.000 habitantes e as localidades de Conceição e Ipu dos Lopes que não ultrapassam 100 habitantes, porém, com a presença de extensos "vazios demográficos".

O núcleo degradado estende-se por litologias da Formação Trapiá, abrangendo áreas de contribuição do rio Caia e seus afluentes na porção leste e, na porção oeste, na bacia de contribuição direta do açude Trapiá III comprometendo o aporte de água do reservatório. O açude Trapiá III com 5,5 mi m<sup>3</sup> é o maior reservatório da NTD Sul.

A participação da pecuária extensiva na economia do núcleo é evidente, pela alta concentração de rebanho bovino e, culturalmente, pela realização da Cavalgada do Torto há 10 anos, configurando-se como uma das maiores cavalgadas do Brasil, revelando a importância da bovinocultura na vida das pessoas, além da homenagem a São José e a relação com as chuvas da estação.

As áreas com maiores níveis de degradação (*figura 54*) localizam-se nos arredores do distrito de Ubaúna, mais exatamente, nas localidades de Caia ( $03^{\circ} 43' 47''$  S;  $40^{\circ} 39' 37''$  W) e Conceição ( $03^{\circ} 45' 33''$  S;  $40^{\circ} 40' 24''$  W).



**Figura 54.** Agricultura, pecuária e exposição do solo com fragmentos rochosos.  
Fonte: Nataniel Albuquerque, 2014.

As encostas das áreas de contribuição do açude Trapiá, principal reservatório hídrico do Alto Coreau (excluindo os açudes Angicos e Boqueirão na sub-bacia do rio Juazeiro) estão entre as áreas mais críticas, principalmente os setores norte e sudeste do açude (*figura 55*).



**Figura 55.** Retirada de lenha (setor norte) e área degradada com pavimento pedregoso (setor sudeste) nas encostas da bacia hidráulica do açude Trapiá (nov/2013).  
Fonte: Nataniel Albuquerque, 2014.

### 6.2.3. Núcleo Leste de Terras Degradadas

O núcleo leste de terras degradadas, com 16 km<sup>2</sup>, está situado no município de Sobral, entre as localidades de Pau D'Arco e Ponta da Serra, pertencentes ao distrito de Aprazível, as quais acompanham o eixo da rodovia CE-364 por 10 km, dos quais 1,5 km estão fora da área de estudo nas imediações da localidade de Pau D'Arco, divisa entre as bacias do Coreaú e Acaraú.

A área ratifica o constatado por Araújo *et al.* (2013) ao analisar o uso do solo e cobertura vegetal da serra da Meruoca e entorno na depressão da bacia do Coreaú por meio de imagens orbitais de 2007, quando constataram uma grande área de solo exposto entre a localidade de Ponta da Serra e o distrito de Aprazível, no sentido norte-sul e, no sentido leste-oeste, entre a cota de 200 m da Serra do Rosário e a divisa entre os municípios de Sobral e Coreaú.

As terras degradadas deste núcleo estendem-se ao longo da CE-364, entre as coordenadas geográficas de 03° 39' 22" S; 40° 36' 57" W e 03° 43' 28" S; 40° 33' 52" W, respectivamente nas proximidades das localidades de Ponta da Serra e Pau D'Arco. As principais áreas estão nas coordenadas de (03° 42' 25" S; 40° 34' 17" W) e (03° 43' 20" S; 40° 33' 50" W) no extremo sul da área.

### 6.3. GEÓTOPO DOS AFLORAMENTOS CALCÁRIOS DO CAMPO AROEIRAS

Ao nível do geofácio, a mineração não é responsável diretamente pela degradação das terras dos núcleos Norte, Sul e Leste do campo Aroeiras, pois a mesma encontra-se, em linhas gerais, nas áreas mais conservadas do referido campo mineral. No entanto, ao nível dos geótopos, a atividade minerária, especialmente, a etapa de exploração caracterizada pelo método manual e superficial de escavação abrem crateras que caracterizam a paisagem ao nível local dos geofácies subúmidos da área.

Nesse contexto, a degradação das terras semiáridas ao nível dos geótopos foi analisada a partir dos afloramentos explorados, os quais foram agrupados em núcleos de exploração de calcário (NEC) dada as pequenas dimensões espaciais e a distribuição difusa dos mesmos.

Os geótopos degradados pela mineração enquadram-se em 02 (duas) categorias: a primeira, pontual espacialmente, porém, de maiores dimensões marcadas pela exploração tecnicada do calcário e do minério de ferro (*figura 56*) por grandes mineradoras com áreas em torno de 1 a 2 km<sup>2</sup>; a segunda, de menor dimensão espacial, porém mais difusa no território é marcada pelas pequenas explorações manuais de calcário com várias crateras onde cada uma geralmente não ultrapassa 1 hectare (*figura 57*).

A primeira categoria de geótopos degradados pela mineração é composta pelas áreas das grandes jazidas minerais explotadas por empresas de alto grau de capitalização e tecnificação das atividades minerárias. Nessa categoria enquadram-se as áreas de exploração de calcário no distrito de Aprazível e minério de ferro no distrito de São José do Torto realizadas, respetivamente, pelas empresas Grupo Votorantim e Globest Ceará Mineradora. Vale ressaltar também a presença da jazida de argila explorada pela empresa Cerâmica Brasileira (Cerbrás) nas imediações da cidade de Frecheirinha, embora, em outro campo calcário, mas pertencente a mesma tipologia.

Como qualquer outra exploração mineral de forma tecnicada e em escala industrial, a exploração ocorre em crateras com mais de 1 km<sup>2</sup> de área e bancadas com dezenas de metros de profundidade onde toda a vegetação local foi retirada da área de lavra e entorno.

A exploração de minério de ferro, por sua vez, além da degradação das terras passa por momentos de instabilidade em função do mercado, pois, a partir para escavações mais profundas constatou-se dificuldade no processo de exploração, quando a empresa cessou temporariamente as atividades deixando além do passivo ambiental, dúvidas quanto a

importância da empresa, principalmente, no que concerne a geração de emprego e renda no distrito de São José do Torto.

Nesse caso, o nível de degradação das terras deve-se a magnitude da atividade antropogênica no que tange a apropriação do recurso natural, em detrimento da suscetibilidade dos respectivos ambientes naturais. Além disso, a mineração de porte industrial caracteriza-se por uma exploração vertical do sistema, onde as profundidades assumem dimensões mais expressivas em relação à largura das crateras.



**Figura 56.** Áreas de exploração mineral de calcário (Votorantim Cimentos) e minério de ferro (Globest), respectivamente, nos distritos de Arazível e São José do Torto.

Fonte: *Google Earth (out/2013)*.



**Figura 57.** Pequenas áreas de exploração em afloramentos calcários na localidade de Martins (Coreaú) e no distrito de São José do Torto (Sobral). Fonte: *Google Earth (out/2013)*.

A segunda categoria de geótopos degradados pela exploração mineral diz respeito às inúmeras crateras rasas formadas pela exploração manual do calcário para fabricação da cal, caracterizando o que Parahyba (2009) denomina de forma genérica de *mineração de subsistência* ao estudar a economia mineral no Semiárido Brasileiro.

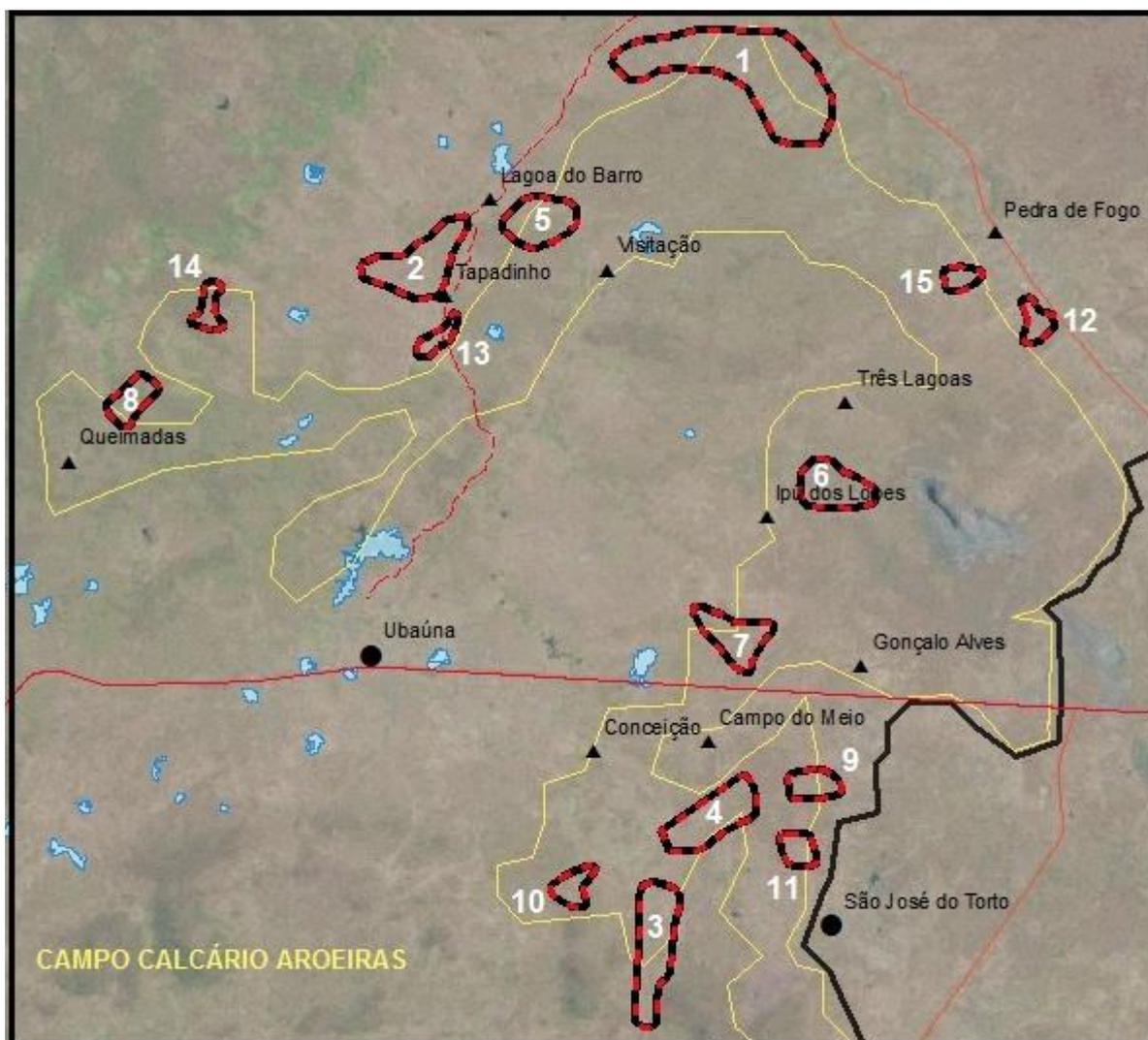
No campo Aroeiras foram identificadas inúmeras cavas, as quais foram agrupadas em 22 núcleos de exploração de calcário (NEC) (*tabela 58*), das quais 15 possuem áreas entre 10 e 320 hectares, o que não implica dizer que a exploração da rocha seja contínua em toda a área, portanto, a mesma possui diferentes níveis de degradação ambiental. O geótopo mais degradado de cada NEC corresponde a cava isolada de maior dimensão ou ao maior agrupamento de cavas geminadas, correspondendo, portanto, à principal área de exploração dos mesmos.

Dentre os 15 NEC's, 04 destacam-se pela dimensão e exploração difusa por uma grande área com muitas cavas espalhadas, diferente dos demais onde o processo é muito pontual, são eles: Martins/Calissa; Lagoa do Barro/Tapadinho; Torto/Recreio e Ipu dos Lopes.

Nos geótopos, o calcário é explorado manualmente em diversos afloramentos acarretando a formação de cavas rasas espalhadas pelo campo, sem o licenciamento mineral concedido pelo DNPM e, na maioria dos casos, em propriedades rurais arrendadas em função do volume extraído.

As bancadas de calcário são desmontadas por meio do uso de explosivos, também de forma ilegal, e depois, fragmentada manualmente até o diâmetro máximo de 30 a 40 cm na própria cava, ondecaminhões em péssimo estado de conservação adentram e transportam a rocha até às unidades de fabricação da cal, as caieiras.

As cavas geralmente são pequenas não ultrapassando 1 hectare, com profundidades nunca superiores a 3 metros (*figura 59*), dada a necessidade do caminhão adentrar a cava para retirar o material, de forma manual. Dessa forma, muitas cavas vão sendo formadas e deixadas, quando da descoberta de áreas com maior facilidade de exploração, porém, sempre em pontos relativamente próximos as caieiras.



Ordem	Localidades	Área (ha)	Coordenada do géotopo mais degradado do NEC
1º	Martins/ Calissa	320	03° 39' 26" / 40° 37' 34"
2º	Lagoa do Barro/ Tapadinho	112	03° 41' 20" / 40° 40' 45"
3º	Recreio/ S. J. Torto	112	03° 47' 19" / 40° 38' 42"
4º	Campo do Meio	88	03° 45' 54" / 40° 37' 56"
5º	Visitação	72	03° 40' 57" / 40° 39' 29"
6º	Ipu dos Lopes	65	03° 43' 09" / 40° 37' 16"
7º	Gonçalo Alves	60	03° 44' 51" / 40° 37' 55"
8º	Queimadas	36	03° 42' 20" / 40° 43' 14"
9º	S. J. Torto	32	03° 46' 26" / 40° 37' 34"
10º	S. J. Torto	32	03° 46' 26" / 40° 37' 34"
11º	S. J. Torto	24	03° 46' 42" / 40° 39' 15"
12º	Pedra de Fogo	20	03° 41' 39" / 40° 35' 24"
13º	Joaquim Alves	20	03° 41' 54" / 40° 40' 32"
14º	São Francisco	20	03° 41' 43" / 40° 42' 39"
15º	Pedra de Fogo	15	03° 41' 27" / 40° 36' 00"
<b>Total</b>		<b>1.028</b>	---

**Figura 58.** Núcleos de exploração de calcário do Campo Aroeiras e os respectivos géotopos mais degradados de cada NEC. Fonte: Nataniel Albuquerque, 2015. *Google Earth*, 2013.



**Figura 59.** Cavas de exploração manual de calcário: (A) Visitação; (B) Martins; (C) São Francisco e (D) Lagoa do Barro. Fonte: Nataniel Albuquerque, 2013 e 2014.

No período chuvoso da região, as cavas tomadas pela água exigem da atividade o armazenamento da rocha ou um decréscimo da produção, dada a ausência de maquinários para bombear a água das cavas, mas também da dificuldade de acesso às áreas em função dos solos argilosos que ficam encharcados e pesados dificultando o deslocamento.

A baixa capacidade de investimento financeiro da atividade, fruto em parte do baixo valor agregado da cal, o produto final, não permite a adoção de tecnologias para exploração das rochas em grandes profundidades, sendo, portanto, as dimensões das crateras decorrentes da capacidade dos caminhões de adentrarem a mesma para retirar o material.

Já a grande quantidade de crateras no geossistema decorre da relação entre a alta disponibilidade do recurso mineral e a facilidade de beneficiamento da rocha em cal, havendo uma relação espacial muito próxima, entre as áreas-fonte e as áreas-produtoras.

Nessa categoria, mais especificamente, o nível de degradação das terras deve-se mais à dimensão espacial difusa do impacto ambiental da atividade do que à suscetibilidade dos respectivos ambientes naturais, uma vez que a mineração de subsistência caracteriza-se pela

horizontalidade da exploração do sistema, onde as larguras das crateras assumem dimensões expressivas em detrimento da profundidade das mesmas.

Embora a atividade caracterize-se pela exploração horizontal do geossistema acarretando na formação de grandes áreas degradadas, o potencial destrutivo da atividade não é tão expressivo, comparado à mineração industrial, pois, o solo decapeado fica na própria área, além da cratera no período de chuvas funcionar como bacia de retenção das águas pluviais. Além disso, as explorações são realizadas nos geótopos subúmidos do geossistema, os quais configuram-se em áreas com maior capacidade de resiliência do sistema.

No entanto, foram registrados nessas áreas bioindicadores vegetais como é o caso da significativa presença de Pinhão-Bravo (*Jatropha mollissima*) nas cavas e entorno de áreas exploradas, configurando-se como uma espécie indicadora de degradação dos solos (figura 60).



**Figura 60.** Presença do Pinhão-Bravo em diferentes tamanhos e contextos espaciais: (A) broto em área de restolho ao lado da vicinal, Lagoa do Barro; (B) Diversos pés em área em atividade, São Francisco; (C) Exemplar de maior DAP encontrado, Lagoa do Barro.

Fonte: Nataniel Albuquerque, 2014.

O Pinhão-Bravo (*Jatropha mollissima*) destaca-se pela alta resistência à seca. Além disso, a não utilização pela população e pelo gado explicam a sua presença nos ambientes degradados (SOUZA e MARTINS, 2012). Em estudo no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB), por exemplo, Costa *et al.* (2009) constataram a maior presença de Pinhão-Bravo em fragmentos de Caatinga com maior grau de degradação, pois, configura-se como uma espécie de ambientes mais degradados.

Vale ressaltar que na grande maioria das áreas de exploração e transbordo do calcário na margem das vicinais foram identificados exemplares de Pinhão-Bravo dos mais variados tamanhos, de brotos a árvores com 3 a 4 metros de altura e mais de 30 cm de diâmetro na altura do peito (DAP) como a existente nas cavas da Lagoa do Barro, revelando, em certa medida, o longo tempo de exploração da área.

As características pedológicas conferem a estas áreas, mesmo degradadas, a existência de espécies típicas de outros ambientes mais úmidos como os exemplares de Catingueira (*Caesapinia pyramidalis*), Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) e o Angico (*Anadenanthera colubrina*), como os observados no entorno das cavas degradadas na localidade de Martins, situadas no maior NEC do campo Aroeiras, revelando assim, um ambiente de menor estresse hídrico.

Numa escala de análise local do processo produtivo da cal, mas fora das áreas de exploração, merece destaque o impacto social causado à saúde dos trabalhadores, constatações essas já retratadas por Andrade (2005) e Silva *et al.* (2007) no Campo Frecheirinha, quadro esse que se reproduz nas caieiras dos núcleos produtivos de cal do Campo Aroeiras (*figura 61*).



**Figura 61.** Poluição atmosférica e insalubridade no trabalho das caieiras (set/2010).

Fonte: Fundação CIS, 2010.

A ausência do uso de equipamentos de proteção individual, a longa jornada e os acidentes de trabalho, a exposição a altas temperaturas, além das doenças respiratórias dos trabalhadores da cal são indicadores da degradação humana na atividade da mineração de subsistência. No caso das doenças respiratórias, Silva *et al.* (2007) ressaltam a dificuldade dos trabalhadores da cal do campo Frecheirinha em perceber a relação entre as doenças pulmonares e a atividade minerária, principalmente pelo fato dos primeiros sintomas levarem até 10 anos para se manifestar.

Dessa forma, a presença significativa da planta Pinhão-Bravonas em áreas de exploração de calcário (NEC) e de doenças respiratórias nas áreas de produção de cal (NPC) colocam-se, respectivamente, como os principais indicadores natural e social para a análise da degradação humana e das terras da DISAC.

## **7. ORGANIZAÇÃO ESPACIAL E ORDENAMENTO TERRITORIAL DOS SISTEMAS AMBIENTAIS DA DEPRESSÃO INTERPLANÁLTICA SEMIÁRIDA DO ALTO COREAÚ (CE)**

“Imagine um ginásio esportivo polivalente. A quadra está organizada para ali realizarem-se jogos de vôlei, basquete e futebol de salão. Para cada esporte (atividade), a quadra (superfície da terra) tem um zoneamento específico (regiões), áreas limitadas por linhas onde há certas restrições ou penalidades. Para cada jogo, há regras (leis, códigos morais) e um juiz (aparelho repressor). Cada jogador (agente realizador de uma atividade) tem uma posição dentro da quadra (localização da atividade) e há caminhos a serem percorridos pelo jogador e a bola (fluxos materiais ou não). Em outras palavras, para cada esporte existe uma organização espacial específica...” (CORRÊA *apud* SANTOS, 1982, p. 59).

### **7.1. ORGANIZAÇÃO ESPACIAL DO GEOSSISTEMA**

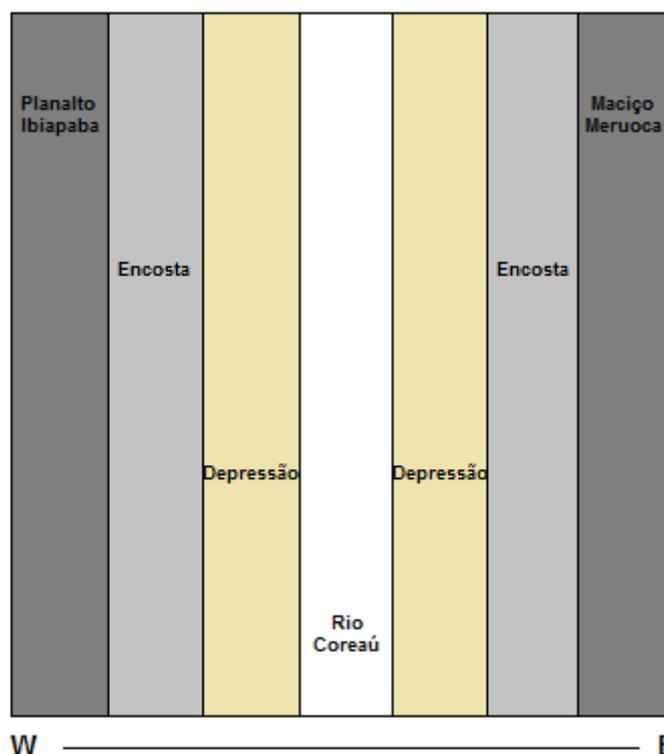
O território está organizado para a realização concomitante de várias atividades de apropriação dos recursos naturais, as quais se estabelecem em setores naturais específicos, ou seja, regiões de influência/polarização delimitadas por fronteiras muitas vezes tênues e/ou sobrepostas que obedecem os mais variados critérios, sejam eles naturais e/ou sociais, impondo-lhes restrições dos mais variados graus aousoda terra.

Dentro desse contexto, agentes sociais e/ou etapas do processo de apropriação dispostos espacialmente interagem a partir de fluxos de matéria, energia e informação conferindo dinâmica à organização espacial. Dessa forma, cada atividade pode constituir uma organização espacial específica ou conjunta com as demais, sempre passível de contradições e conflitos caso fatores como policentralidade, coesão territorial e sustentabilidade não sejam respeitados.

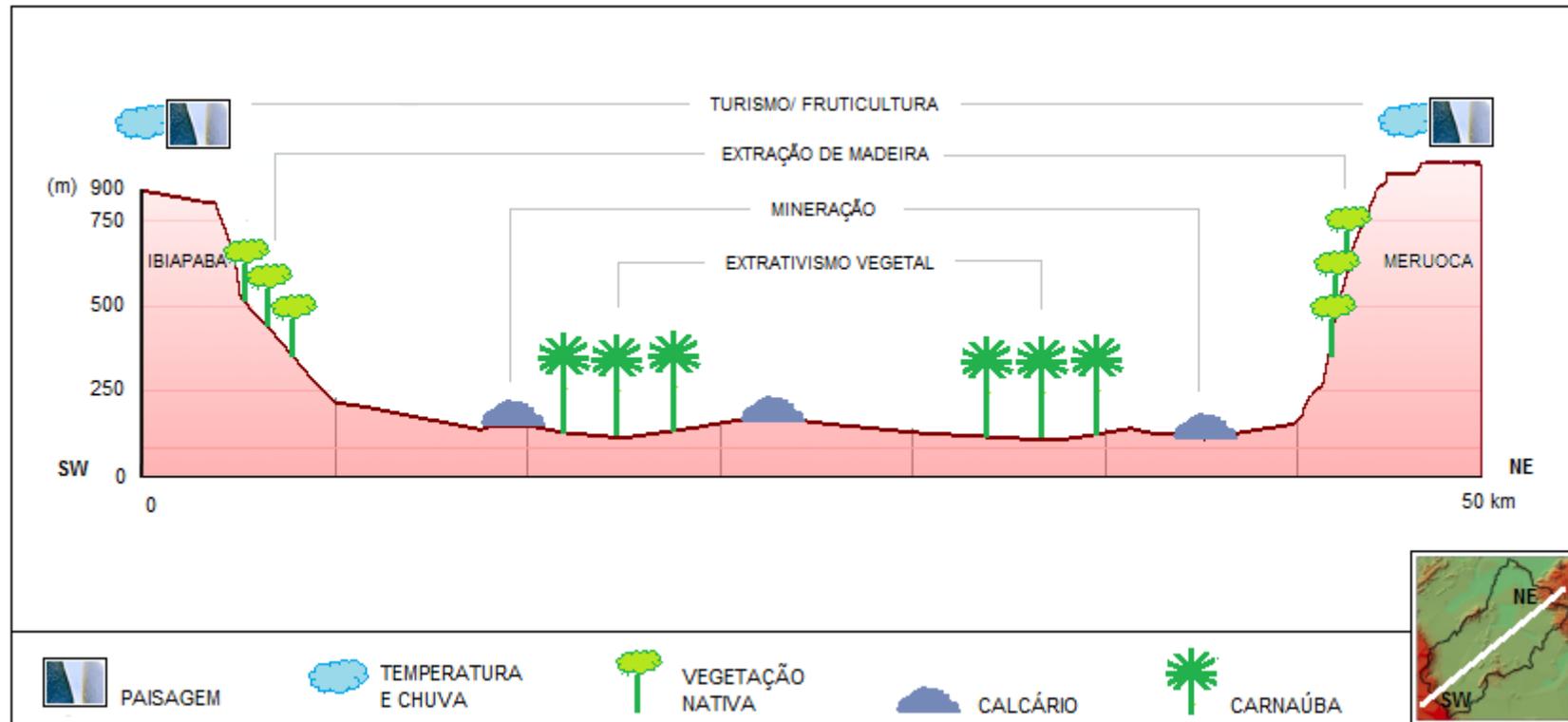
A organização espacial de uma região estrutura-se em parte, a partir da disposição no espaço de elementos e aspectos da natureza disponíveis no geossistema que, ao serem valorados e apropriados direta e indiretamente pela sociedade são transformados em recurso natural.

Os recursos naturais do geossistema da DISAC caracterizam-se, no geral, pela ocorrência espacial comum estando os mesmos ligados à base produtiva do setor primário da economia sendo caracterizados por atividades de caráter extensivo e extrativista. Além disso, existe uma alta dependência temporal da dinâmica da natureza, com destaque para apropriação do solo para agropecuária, da carnaúba e outras espécies vegetais para o extrativismo vegetal e, finalmente, o extrativismo mineral todos direta ou indiretamente influenciados e/ou determinados pela apropriação espaço-temporal do clima no que tange à precipitação como seu principal elemento e de baixo valor agregado pelo mercado.

Os recursos naturais estão dispostos no geossistema segundo uma dinâmica natural própria materializada em diferentes escalas. Na escala de maior abrangência espacial, percebe-se claramente que os mesmos localizam-se em faixas lineares e perpendiculares a partir da altitude, conseqüentemente, do topo das áreas mais elevadas (Meruoca e Ibiapana) passando pelas encostas, depressão, até o fundo de vale, principalmente, do rio Coreaú (figuras 62 e 63).



**Figura 62.** Modelo espacial linear paralelo de disposição dos recursos naturais no geossistema. Elaboração: Nataniel Albuquerque, 2015.



**Figura 63.** Zoneamento dos recursos naturais apropriados no geossistema por setores topográficos.

Elaboração: Nataniel Albuquerque, 2015.

No topo dos planaltos sedimentares e cristalinos que bordejam o geossistema predominam, em pequena escala, atividades ligadas a fruticultura e ao turismo de natureza que apropriam-se do relevo e do clima indiretamente, através das temperaturas mais baixas e das precipitações mais elevadas, respectivamente, características naturais provocadas pela altitude e posição do relevo, portanto, configurando-se em recursos naturais do tipo aspecto.

Vale ressaltar que o turismo, a cana-de-açúcar/cachaça e a fruticultura de orgânicos no planalto da Ibiapaba são arranjos produtivos locais identificados e apoiados pela Secretaria de Desenvolvimento Local e Regional – SDLR, do Estado do Ceará, enquanto o turismo no maciço residual Meruoca-Rosário também configura-se como um arranjo identificado, porém, ainda não apoiado (AMARAL FILHO *et al*, 2014). Nesse setor do geossistema localizam-se também as unidades de conservação, a APA da Serra da Meruoca e o parque nacional de Ubajara, além da atividade turística desencadeada pelos mesmos, especialmente pelo último.

Num contexto espacial de déficit hídrico e elevadas temperaturas da depressão Sertaneja, as áreas mais elevadas da Ibiapaba e Meruoca configuram-se como enclaves úmidos possibilitando a apropriação de recursos naturais distintos e escassos na depressão, definindo uma organização espacial própria, mas que numa escala mais abrangente está totalmente integrada ao geossistema reafirmando os fluxos naturais e sociais de matéria e energia “serra-sertão”.

Um exemplo da especialização espacial são os festivais de música realizados anualmente nos enclaves úmidos como é o caso do festival de inverno da Meruoca, do festival de música de Viçosa, festival da cachaça, choro e do mel (Ibiapaba), além do festival de *jazz e blues* de Guaramiranga, no maciço de Baturité que embora não esteja no geossistema torna-se mais um elemento empírico na formulação do raciocínio dedutivo para a existência de uma organização espacial desses tipos de ambientes no Estado do Ceará.

Nesse setor do geossistema, a natureza é apropriada indiretamente no que tange a relação dos seus aspectos altitude – precipitação – temperatura e, num nível mais avançado e integrado ocorre a apropriação da paisagem natural os quais assumem um valor temporal significativo, principalmente no período de ocorrência de chuvas.

Diferentemente do setor anterior, a madeira, o calcário e a carnaúba, enquanto principais recursos naturais das demais faixas lineares do geossistema assumem seu maior valor econômico no período seco do ano, pois, paradoxalmente, a presença e/ou excesso de água no sistema se coloca como empecilho para apropriação desses recursos no período chuvoso, seja pelo baixo grau de tecnificação da atividade ou pela própria fisiologia do recurso vegetal, mais especificamente. Ao mesmo tempo, a ausência das chuvas coloca essas

atividades econômicas como empregadoras de mão-de-obra familiar informal ao longo do período possibilitando uma convivência menos crítica com a seca.

Nos terços superior e médio das encostas do planalto da Ibiapaba e das serras da Meruoca e Penanduba, as espécies vegetais da Mata Seca são apropriadas diretamente através do desmatamento descontrolado de espécies de maior porte arbóreo como Aroeira (*Myracrodunon urundeuva*) e Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) para diversos usos, especialmente para a produção de estacas.

A madeira de Sabiá é utilizada em larga escala no geossistema para a construção de cercas dada a alta resistência da madeira e para produção de carvão vegetal, para o qual, segundo Ribaski *et al.* (2003), é utilizada por possuir um peso específico em torno de 0,87 g/cm<sup>3</sup> e um teor de carbono fixo de aproximadamente 73%.

As altas declividades desse setor, principalmente no que concerne às escarpas da Ibiapaba dificultam a fixação de atividade antrópicas permanentes, consolidando-se, portanto, atividades pontuais espacialmente e esporádicas temporalmente, além de predatórias com a retirada de madeira sem os devidos planos de manejo florestal.

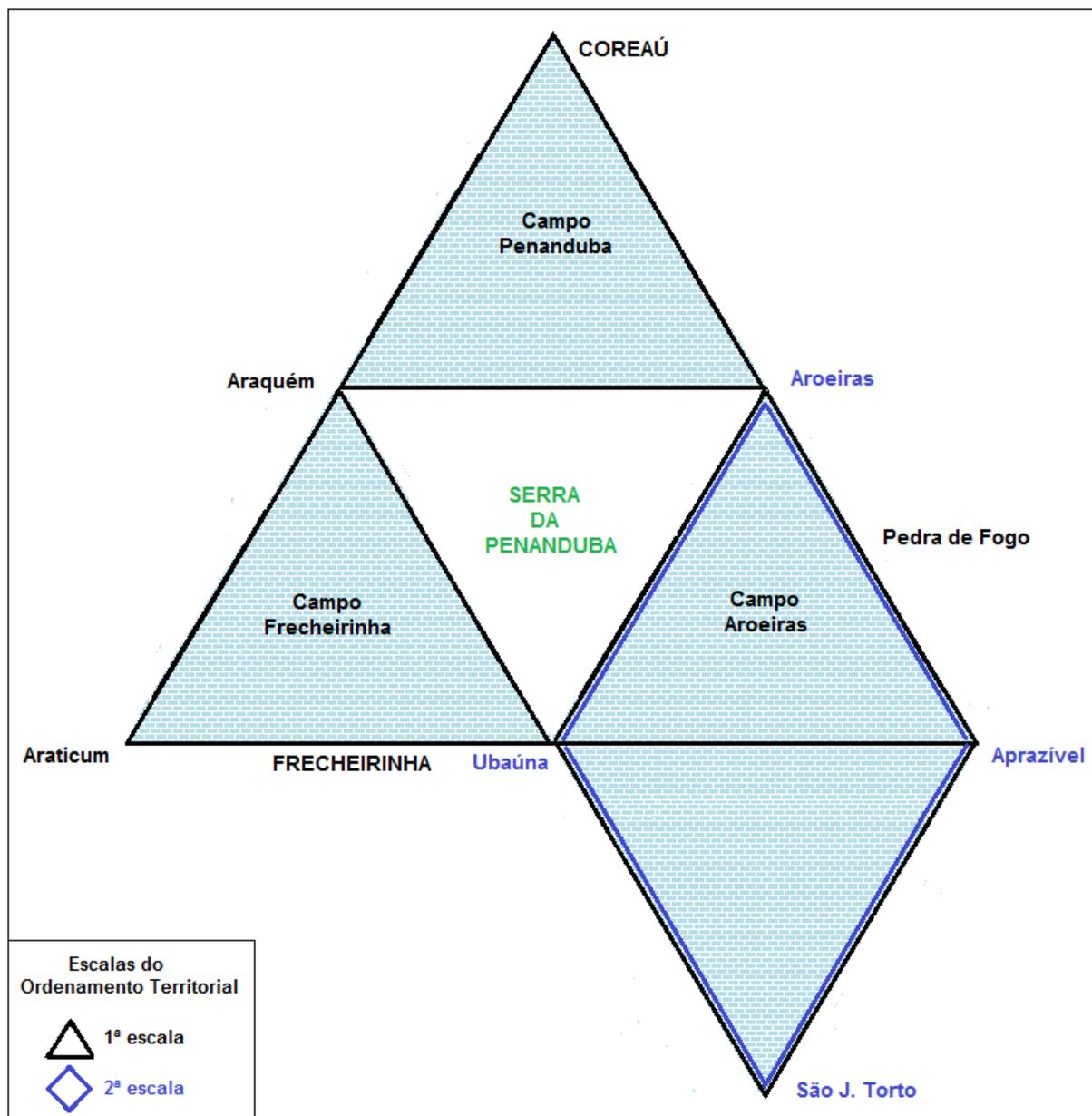
Na depressão interplanáltica com interflúvios extremamente dissecados e aplainados afloram na depressão periférica os calcários calcíticos da formação Frecheirinha do grupo Ubajara distribuídos em 3 grandes campos colocando-se como recurso natural da cadeia produtiva da cal alimentando historicamente dezenas de rudimentares caieiras no geossistema, além da fábrica de cimento do grupo Votorantim, dando origem aos dois circuitos da economia regional dos recursos naturais. O início das obras da segunda fábrica de cimento do mesmo grupo econômico previstas para 2015 reforça a importância do calcário como recurso natural nessa faixa do geossistema.

No fundo de vale marcado pelas planícies fluviais dos rios Itacoatiara, Trapiá e, principalmente, do Coreaú predomina a ocorrência da floresta mista Dicótilo-Palmácea (IPECE, 2015) tendo a carnaúba (*Coperniciaprunifera*), palmeira característica dos médios e baixos cursos dos rios do Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí como o principal recurso natural, da qual se extraem as folhas (palha) e a cera de grande valor, porém, subestimado comercialmente.

Vale ressaltar que os municípios de Coreaú e Moraújo que ocupam as áreas mais baixas e planas do geossistema configuraram, respectivamente, como o 1º e o 4º maiores produtores de cera/palha do Nordeste brasileiro no ano de 2006, as quais segundo Amaral Filho *et al.* (2014) constituem-se em atividades produtivas identificadas com grande potencial regional.

Dentro desse contexto regional de espacialização dos recursos naturais, o calcário, principal objeto de investigação da presente tese, ocorre mediante o afloramento de três grandes campos geológicos: Aroeiras, Frecheirinha e Penanduba, divididos num contexto amplo, pela serra da Penanduba (*figura 64*), os quais totalizam uma área de 231 km<sup>2</sup>, distribuídos pelos municípios de Coreaú, Sobral, Frecheirinha e Ubajara, configurando-se como o maior depósito calcário da região noroeste do Estado do Ceará.

O arranjo geométrico dos campos calcários aliado à disposição da malha rodoviária que o circunda, além da sua expressividade socioeconômica no contexto regional assumindo uma singularidade espacial permite-nos denominar a região de ***Triângulo Calcário do Noroeste Cearense***, cujos vértices, encontram-se nas cidades de Coreaú (norte) e Frecheirinha (oeste) e no distrito de Aprazível, município de Sobral (leste). Na escala do geofácio, o campo calcário Aroeiras condiciona a existência do ***Quadrilátero Calcário Aroeiras - Aprazível - São José do Torto - Ubaúna***, composto pelos distritos homônimos dos municípios de Coreaú e Sobral (*figura 64*).



**Figura 64.** Esquema da organização espacial regional dos campos de calcário e as escalas de ordenamento territorial a partir da apropriação direta.

Elaboração: Nataniel Albuquerque, 2015.

No geossistema, além do circuito espacial de apropriação direta do recurso natural calcário para fabricação de cimento e cal que dá origem ao Triângulo Calcário do Noroeste Cearense coexistem dois outros circuitos espaciais, um constituído a partir das apropriações do aspecto natural calcário no contexto das paisagens do contato da depressão Sertaneja – planalto da Ibiapaba e, o outro, a partir da fabricação e comercialização de confecções com destaque para a moda íntima nos espaços urbanos.

As características geológicas do geossistema, associadas às demandas locais e regionais da construção civil propiciam a formação de dois circuitos econômicos no entorno da apropriação direta do recurso natural calcário pelos principais fixos geográficos desse circuito, a fábrica de cimento e as caieiras.

O circuito superior de apropriação direta é formado pela multinacional Votorantim, cuja fábrica de cimento localiza-se na cidade de Sobral, porém com a jazida mineral tecnificada no distrito de Aprazível. Os fluxos espaciais com os elementos internos do geossistema são praticamente inexistentes, pois o processo de beneficiamento e comercialização do cimento ocorre numa escala espacial regionalizada e nacional, portanto, exterior ao geossistema.

O circuito inferior de apropriação direta é constituído pelas 23 unidades tradicionais e rudimentares de produção de cal distribuídas pelos municípios de Coreaú, Sobral e Frecheirinha, onde as etapas de exploração e beneficiamento ocorrem dentro do geossistema de forma manual, numa escala de produção pequena e de baixo valor agregado em ambientes de extrema insalubridade e informalidade nos aspectos minerário, ambiental e trabalhista. A atividade ainda possui uma extrema dependência da sazonalidade da dinâmica natural, apresentando uma significativa queda no período chuvoso.

O segundo circuito espacial do recurso natural é constituído pelo parque nacional de Ubajara (circuito superior) e pelas estruturas calcárias do distrito de Araticum (circuito inferior) a partir da apropriação indireta, principalmente, pelo turismo das formações calcárias no contexto da paisagem natural regional.

O circuito superior de apropriação indireta é constituído pelo fluxo de mais de 100.000 turistas anuais que visitam a referida unidade de conservação de proteção integral para apreciar, por ordem de preferência, segundo Araújo (2004), a gruta e as cachoeiras, principalmente nas férias escolares, pois o parque é um destino consolidado e explorado pelas secretarias de turismo do Estado do Ceará e do município de Ubajara. O circuito inferior de apropriação indireta é incipiente, pois é formado por pequenos grupos de turistas que visitam as furnas do Araticum conduzidos por moradores locais.

A coexistência dos dois circuitos econômicos de apropriação do aspecto natural representam também diferentes formas de valoração do recurso natural, pois antes da instalação do parque, valorava-se os rituais religiosos e as lendas na/acerca da gruta apropriados pela população local e, atualmente, valorava-se a paisagem natural por turistas (*tabela 16*).

*Tabela 16 –Características específicas entre o elemento e o aspecto natural calcário apropriados pela unidade de conservação e pelas caieiras do geossistema.*

Características	Recurso Natural	
	Elemento Natural	Aspecto Natural
Forma de apropriação	Direta	Indireta
Periodicidade	Constante	Constante
Intensidade do uso	Massivo	Seletivo
População que mais valoriza	Interna	Externa
Critério de valoração	Propriedades minerais	Beleza cênica
Valor agregado	Baixo	Alto
Mobilidade	Alta	Nula
Grau de interdependência	Baixo	Alto
Conseqüência do uso	Degradação	Conservação

Elaboração: Nataniel Albuquerque, 2015.

O terceiro circuito espacial constituído responde à reestruturação produtiva do território do Alto Coreau no início do século XXI formado pela fabricação e comercialização de confecções diversas consolidando-se como principais fixos geográficos, a feira permanente do Aprazível e as fábricas de *lingerie* da cidade de Frecheirinha. Esse circuito espacial que não possui relação com a natureza representa uma mudança da base econômica natural e rural para uma perspectiva urbano-fabril.

A feira do Aprazível coloca-se como o fixo representante do circuito inferior da confecção, embora haja segundo Parente e Santana (2013), uma organização administrativa e a presença do poder público, além da inserção do distrito de Aprazível no circuito do comércio nacional devido à exportação de mercadorias para outras regiões do Brasil.

O circuito superior da economia da confecção, por sua vez, é formado pela cidade de Frecheirinha, um dos principais arranjos produtivos locais (APL) do Estado, segundo Amaral Filho *et al.* (2014), com grande número de empregados, produção industrial e venda no varejo e atacado com marcas possuidoras de lojas em vários Estados do Brasil propiciando a consolidação do setores de confecções e têxtil do Estado do Ceará, o segundo maior polo têxtil do país.

Dentro desse contexto a cidade de Frecheirinha, antes identificada pela produção da cal, conforme relatado por CEARÁ.SUDEC (1977) como a principal atividade no final dos

anos 1970, atualmente migra para a atividade econômica das confecções consolidando-se como um polo regional polarizando, principalmente, distritos de outros municípios, cujas distâncias são menores em relação à Frecheirinha do que suas respectivas sedes, além do poder de atração com um grande número de empregados.

Essa mudança traduz-se espacialmente, mas também na dimensão simbólica revelando diferentes formas de apropriação e temporalidades distintas dos recursos naturais. A cidade de Frecheirinha antes identificada como a “terra da cal” com a ilustração de uma caieira na sua bandeira, atualmente, apresenta a moda íntima como a nova identidade socioeconômica do município (*figura 65*).

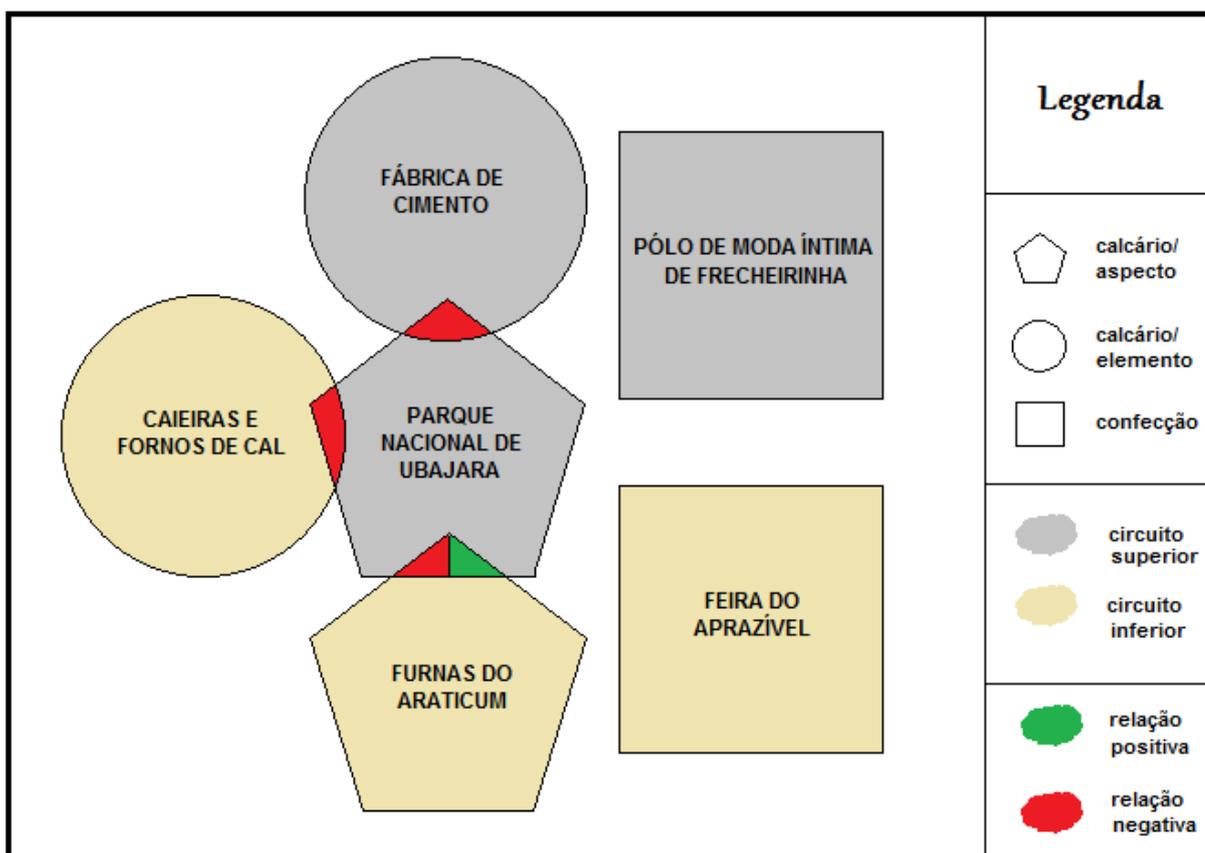
Aliado à mudança na identidade socioeconômica do município, ocorre também uma mudança no sentido dos fluxos espaciais. Os fluxos que antes convergiam para o ponto de maior centralidade do geossistema que, inclusive, está fora que era a cidade de Sobral, hoje, são compartilhados para a cidade de Frecheirinha que coloca-se como a principal centralidade dentro do geossistema, a partir dos empregos gerados pelas fábricas de lingerie deslocando diariamente trabalhadores dos distritos de Arapá (Tianguá), Araticum (Tianguá), Ubaúna (Coreaú), São José do Torto e Recreio (Sobral), distantes entre 10 e 20 km solucionando, em parte, o problema destas localidades estarem distantes de suas sedes municipais.

No geossistema, as relações de interação entre os 03 circuitos espaciais de apropriação dos recursos naturais e não-naturais ocorrem tanto de forma positiva, quanto negativa desencadeando neste último caso, conflitos temporários e/ou permanentes (*figura 66*). O elemento espacial de maior interação é o parque nacional de Ubajara, representante do circuito superior de apropriação do aspecto natural regional e, no outro extremo, os únicos fixos que não interagem com nenhum outro são a feira de confecções de Aprazível e o pólo de confecções de Frecheirinha.



**Figura 65.** Forno de cal no centro do brasão/bandeira (símbolo antigo) e placa na entrada da cidade de Frecheirinha dando destaque ao pólo de moda íntima (símbolo atual).

Fonte: Nataniel Albuquerque, 2015.



**Figura 66.** Níveis de interrelação e conflitos entre os 03 circuitos espaciais de apropriação dos recursos naturais e da fabricação de confecção. Elaboração: Nataniel Albuquerque, 2015.

O parque nacional de Ubajara interage de forma positiva apenas com as furnas do distrito de Araticum, pois, a maior parte dos turistas “alternativos” que visitam essas formações calcárias incluem-as no roteiro turístico do circuito superior. Do outro lado, de forma negativa, a comunidade do referido distrito não possui uma boa relação com o parque e suas ações em função de um processo tortuoso de desapropriação das áreas nas décadas de 1960 e 1970.

Os pontos de maior conflito estabelecem-se entre a unidade de conservação e os dois circuitos de apropriação do calcário para construção civil. No circuito superior, o grupo econômico da fábrica de cimento realizou tentativas de exploração mineral em áreas internas e circundantes do PNU, além de outros alvarás de pesquisa concedidos a outras empresas para exploração, principalmente, de calcário e argila pelo DNPM na referida área.

Na esfera do circuito inferior, os conflitos dizem respeito a ampliação da área do parque sobre a atividade da cal na localidade de Araticum o que levou a desativação da atividade na referida área desecandando assim uma outra atividade, a produção de carvão vegetal.

A relação de conflito se dá na esfera política entre as áreas de conservação x degradação e não entre circuitos superiores e inferiores de um mesmo circuito espacial, como fábrica de cimento x caieiras, por exemplo, que dividem a apropriação de um mesmo recurso natural, afinal cada circuito abarca áreas de exploração e fatias distintas do mercado e, conseqüentemente, estabelecem organizações espaciais específicas as quais confrontam com as organizações espaciais conservacionistas como é o caso do parque nacional.

Do ponto de vista da dinâmica temporal da organização espacial da mineração do calcário é possível constatar que os primeiros registros de caieiras no geossistema que se tem notícia datam da década de 1950, porém, a década de 1970 é citada como o início da produção numa escala espacial e de produção mais significativa.

A dinâmica temporal de longo prazo registra a decadência da atividade da cal em Frecheirinha, por conta, das restrições ambientais do PNU e da expansão da área urbana. Deste modo, a cidade encontra no setor de confecções uma saída, embora de forma não planejada.

A atividade da cal na década de 1980/1990 ensaia um salto no processo produtivo com a instalação na região de 03 fornos verticais de produção de cal (*figura 67*), mas problemas, de ordem ambiental e social não permitiu tal evolução e o início de outro ciclo para a atividade.



**Figura 67.** Fornos verticais para calcinação do calcário na localidade de Vazantes (Frecheirinha) e nas proximidades da cidade de Coreaú. Fonte: Nataniel Albuquerque, 2014.

O primeiro forno instalado na localidade de Vazantes no início da década de 1980 foi impedido de funcionar pelo Ibama pelo fato de terem sido encontradas cavernas na área. Os outros dois fornos de cal foram construídos na cidade de Coreaú (1988) e na localidade de Vila Basílio, distrito de Aroeiras (1994), porém, problemas com licenciamento ambiental e inadequado gerenciamento do negócio, principalmente, no caso do segundo em forma de cooperativa, levaram ao fim da tentativa de alavancamento da produção de cal na região.

A instalação dos fornos configurou na época como grandes *inputs* ao sistema produtivo, porém, grandes rupturas determinaram seu fechamento, como as restrições ambientais do local da instalação e a forma de gestão em cooperativa, encerrando um ciclo da atividade.

O auge da atividade no campo Frecheirinha ocorreu na década de 1990, quando inicia-se o crescimento das fábricas de *lingerie* e do número de postos de trabalho gerados pelas mesmas na cidade de Frecheirinha. À medida que a atividade econômica da produção de cal dava sinais de decadência, o pólo de confecção crescia a todo vapor promovendo, em certa medida, uma substituição da mão-de-obra.

Outro marco importante na organização espacial regional foi a ampliação do parque no ano de 2002, quando as caieiras existentes no distrito de Araticum foram desativadas e a área foi incorporada à unidade de conservação, o que levou os caieiristas a migrarem de atividade tornando-se carvoeiros. Porém, os conflitos continuaram, pois a produção ilegal de carvão vegetal é transportado para a cidade de Ubajara pela trilha que corta o parque.

Como consequência da ampliação da área do parque, os conflitos com a comunidade foram reavivados, pois havia a promessa por parte do Ibama, segundo moradores que ia ser

bom para a comunidade, porém, nada ocorreu, iniciando-se assim um novo ciclo de apropriação e restrições ao uso dos recursos naturais, fruto de uma nova ruptura.

Atualmente a atividade no geossistema encontra-se apenas com 23 caieiras, das quais 83% estão localizadas na depressão leste, nas proximidades do campo Aroeiras, mais especificamente entre as localidades de Pedra de Fogo e Ponta da Serra, no município de Sobral e, as demais, ao longo da BR-222 próximas a cidade de Frecheirinha, explorando calcário do campo homônimo.

A dinâmica temporal de curto prazo das atividades de apropriação dos recursos naturais possuem uma ligação muito próxima com a sazonalidade do clima local, principalmente ao regime concentrado e irregular de chuvas.

Em linhas gerais, é notório o maior fluxo da atividade minerária no período seco do ano, em função da facilidade do manejo na exploração dos recursos naturais, deslocamentos e beneficiamento da rocha, bem como o menor aquecimento do setor da construção civil no período chuvoso.

A dinâmica temporal de curto prazo reafirma o exposto por Andrade (2005), em pesquisa nas caieiras de Frecheirinha, onde constatou que o consumo pleno de calcário e lenha ocorre somente nos meses em que não há precipitações, geralmente de 6 a 7 meses por ano. No período chuvoso, a produção e o consumo de cal caem em média 50% levando as caieiras a realizarem em média de 2 queimas/mês.

As cavas repletas de água (*figura 68*), a lenha úmida ou molhada, o difícil tráfego pelas rodovias vicinais e a chuva sobre os fornos durante a queima dificultam o processo aumentando o período de calcinação e a quantidade de lenha consumida, além de reduzir a qualidade do produto, conseqüentemente, possuindo um reflexo direto sobre a relação custo-benefício da atividade uma vez que recursos tecnológicos não são utilizados para desonerar o custo.



**Figura 68.** Cavas no período chuvoso (jun/2011) e seco (fev/2013) na localidade de Raposa, no campo calcário Penanduba. Fonte: Benedito Gilson, 2011; Nataniel Albuquerque, 2014.

Além disso, a atividade minerária coloca-se como alternativa de geração de emprego e renda no período de estiagem no sertão, período do ano onde os trabalhos na agricultura de subsistência e pecuária extensiva disponibilizam mão-de-obra na região. É comum no período das primeiras chuvas na região, as caieiras pararem ou reduzirem a produção, pois os trabalhadores são liberados para plantarem suas roças de subsistência.

Outra atividade que configura de forma importante nesse contexto temporal é o extrativismo vegetal da Carnaúba (*Copernicia prunifera*). A extração da palha da carnaúba caracteriza-se como uma atividade que ocorre apenas no período seco, possuindo vários rebatimentos socioespaciais e ambientais como seu caráter conservacionista, dada a preservação do ecossistema, a geração de emprego e renda no período de escassez de chuvas para homens e a participação das mulheres na renda familiar por meio da confecção de chapéus, principalmente.

Na dinâmica temporal de curto prazo da organização espacial da DISAC, as atividades econômicas de apropriação de recursos naturais que possuem o seu auge de produção no período seco colocam-se como importantes alternativas de geração de emprego e renda, condição essencial para a convivência com a seca, principalmente num contexto da falência da agricultura de subsistência.

Do ponto de vista espacial, a atividade da mineração do calcário passou por mudanças significativas ao longo do tempo, apresentando diferentes padrões de distribuição e interação espacial nos campos calcários que compõem o geossistema em análise.

A distribuição e organização espacial das caieiras pode ser periodicizada e compreendida em 03 configurações diferentes ao longo do tempo: proximidade dos afloramentos rochosos e de corpos hídricos; proximidade das áreas urbanizadas; proximidade dos principais eixos rodoviários. Essa configuração temporo-espacial revela a influência de diferentes fatores de atração espacial ao longo do tempo.

As primeiras unidades produtoras da cal localizavam-se nas proximidades dos afloramentos calcários em função da dificuldade de transporte da rocha das cavas para as caieiras, pois o calcário era transportado em carroças puxadas por animais configurando assim, na primeira organização espacial marcada por um padrão disperso espacialmente. Além disso, a exploração da rocha era manual em todas as etapas, pois, não se utilizava explosivos para não abalar a estrutura das caieiras muito próximas, além da dificuldade de acesso às dinamites.

O principal exemplo dessa etapa são as inúmeras caieiras destruídas presentes na paisagem das localidades de Martins, distrito de Aroeiras (Coreaú) e do distrito de Araticum (Ubajara), respectivamente, nos campos Aroeiras e Frecheirinha.

A segunda organização espacial é consequência direta da evolução no uso dos transportes, de explosivos e de serviços urbanos, mais especificamente pela presença de caminhões e da disponibilidade de energia e água em alguns povoados aumentando assim a capacidade de exploração, transporte, a rapidez e a distância entre a área-fonte do calcário e a área produtora de cal.

O uso de explosivos permitiu a exploração de maiores quantidades acarretando em certa medida, a formação de uma outra organização espacial com alto grau de concentração espacial. Como exemplo dessa organização espacial estão as caieiras destruídas e desativadas nas áreas bastante urbanizadas do distrito de Ubaúna e da cidade de Frecheirinha. A área urbana de Ubaúna ainda possui uma caieira em funcionamento.

Finalmente, o terceiro período é marcado pelo deslocamento das unidades produtoras da cal para as margens das rodovias estaduais e da rodovia federal, à medida que os povoados urbanizaram-se e aumentaram seus efetivos populacionais, gerando conflitos entre as atividades tipicamente urbanas e a poluição advinda das caieiras. Nesse contexto espacial, podemos citar a atual concentração de caieiras ao longo da BR-222 nas imediações da cidade de Frecheirinha (campo Frecheirinha) e na CE-364, nas imediações entre as localidades de Pedra de Fogo, distrito de Aprazível (campo Aroeiras).

Segundo Santos (2008), quanto maior a modernidade das atividades, maior a tendência à concentração da mesma em certos pontos do território. A relação direta entre modernidade e

concentração espacial pode ser constatada na mineração de subsistência do calcário e beneficiamento pelas caieiras, de um lado e, de outro, a fábrica e a jazida do grupo Votorantim.

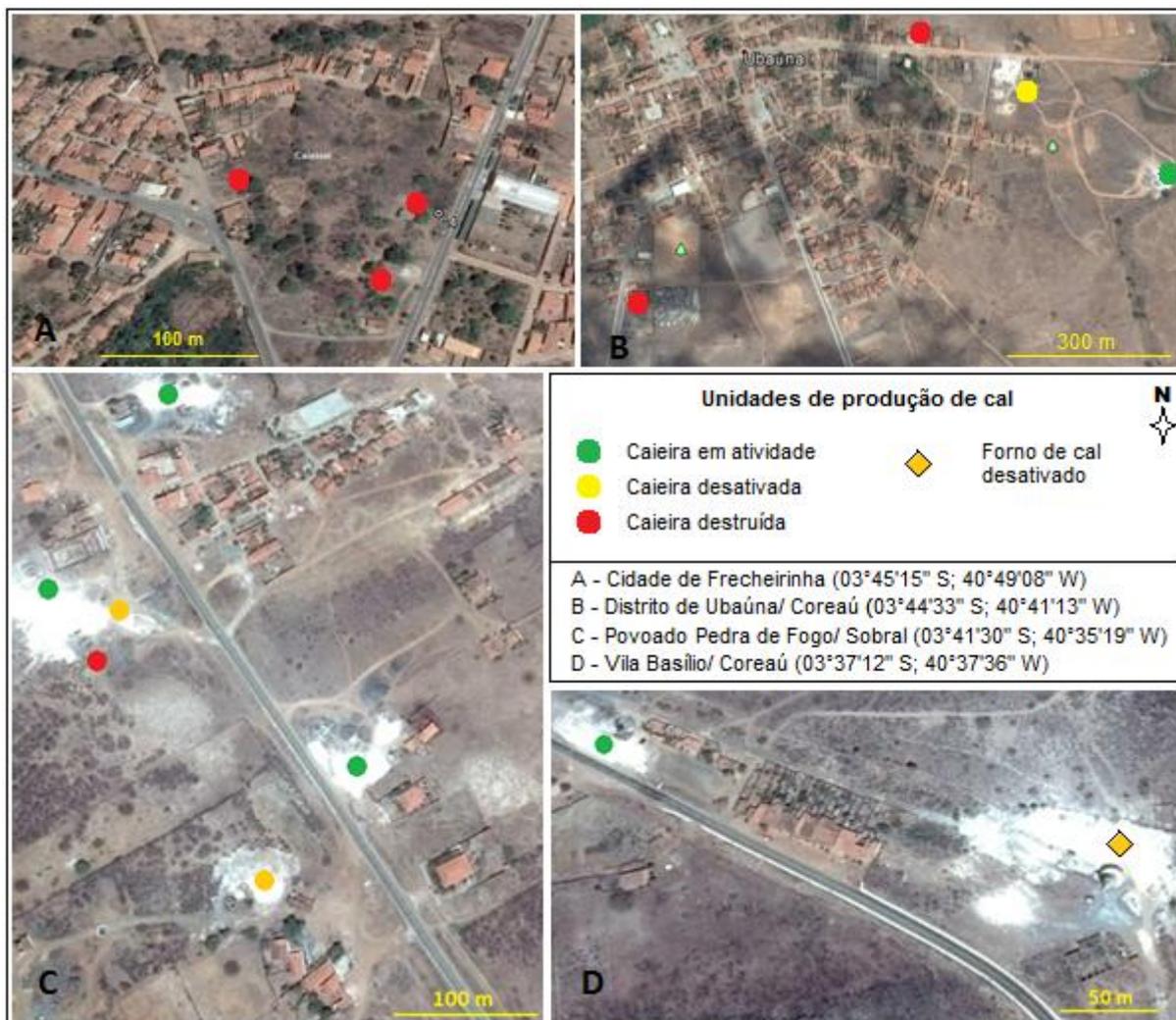
A atividade que possuía uma organização espacial muito dispersa e tipicamente rural, atualmente está concentrada linearmente ao longo dos principais eixos rodoviários, assumindo contornos de atividade industrial, apesar da quase inexistente inserção tecnológica. Áreas periurbanas do distrito de Ubaúna e da cidade de Frecheirinha que antes eram repletas de caieiras, atualmente são bairros incorporados a zona urbana desses respectivos espaços.

A atividade da mineração da cal é tão importante regionalmente que induziu a formação de alguns aglomerados populacionais, alguns urbanos, sendo possível registrar 4 níveis de consolidação populacional, no tocante ao início da ocupação e tamanho da localidade: a cidade de Frecheirinha, o distrito de Ubaúna (Coreaú), a localidade de Pedra de Fogo (Sobral) e a vila Basílio (Coreaú) (*figura 69*).

O maior exemplo é a cidade de Frecheirinha, atualmente com 15.000 habitantes na área urbana, que cresceu tendo a cal como atividade econômica de maior importância tendo registros no passado de várias caieiras no atual espaço urbano. Registra-se também antigas cavas, atualmente abandonadas no bairro Caieiral e Lapa e completamente inseridas no espaço urbano (*figura 69A*). Da mesma forma, mais no nível inferior, o distrito de Ubaúna, que atualmente conta com apenas 01 (uma) caieira em funcionamento já possuiu 04 na atual área urbana onde vivem 3.000 habitantes aproximadamente (*figura 69B*).

A localidade de Pedra de Fogo, o terceiro exemplo, possui em torno de 500 habitantes, também possui uma relação muito próxima com a atividade a começar pelo próprio topônimo que faz uma referência ao superaquecimento da rocha ao ser hidratada, tornando-se uma pedra de fogo. No seu arranjo espacial fica clara a distribuição rarefeita das casas (*figura 69C*), apesar de possuir um núcleo ao redor da igreja católica, porém, sedes de fazendas e o aglomerado “urbanizado” se confundem.

O exemplo de menores proporções espaciais e populacionais é a Vila Basílio com aproximadamente 20 residências que cresceram às margens da CE-364 e o forno de cal da vila nas proximidades do distrito de Aroeiras, a partir de 1994 com a construção do mesmo (*figura 69D*). Como forma de ampliar a renda, as pessoas que ali instalaram-se construíram ao lado das casas uma caieira ainda em atividade, diferentemente, do forno de cal.



**Figura 69.** Diferentes níveis de relação das caieiras com aglomerados populacionais: (A) Frecheirinha, (B) Ubaúna, (C) Pedra de Fogo e (D) Vila Basílio.  
Fonte: Adaptado de *Google Earth* (out/2013).

Quanto menor a localidade, mais recente é o processo de ocupação das caieiras e menores são os conflitos da atividade com as residências, muito em função das relações interpessoais mais próximas entre as pessoas e patrão e empregados.

Numa perspectiva macrorregional, a atividade que até a década de 1980, segundo BNB (1984), concentrava-se principalmente no campo Frecheirinha e as principais jazidas calcárias das unidades produtoras de cal do município situavam-se nas localidades de Caieiral, Lapa e Salgado, atualmente bairros inseridos no perímetro urbano da cidade. Atualmente, segundo Andrade (2005), as jazidas estão situadas no distrito de Araticum e nas localidades de Campestre e Sítio Pé-das-Pedras, bem distantes da cidade.

Atualmente, o campo calcário Aroeiras configura-se como o campo de maior atividade econômica, diferente da década de 1980, conforme estudo de BNB (1984), quando o campo

Frecheirinha ocupava essa posição. Além da maior atividade econômica com 19 caieiras em funcionamento, o referido campo abriga a jazida da fábrica de cimento Poty.

A decadência das caieiras e o crescimento das fábricas de confecção na cidade de Frecheirinha a coloca como uma nova centralidade da organização espacial do geossistema, pela grande capacidade de geração de emprego e renda, o que pode ser mensurada pela origem dos funcionários das fábricas que deslocam-se diariamente em ônibus fretados dos distritos de Ubaúna (Coreaú), São José do Torto (Sobral), Arapá (Tianguá) e Araticum (Ubajara), além de outras pequenas localidades, ultrapassando os limites municipais consolidando-se, portanto, como a atividade econômica urbana de maior importância regional, caracterizando o sistema social da DISAC compartilhando os fluxos com a cidade de Sobral, maior centralidade da zona norte do Estado do Ceará.

As poucas unidades de produção de cal existentes no campo Frecheirinha estabelecem fluxos principalmente com os Estados do Piauí e Maranhão, em função da proximidade, mas também ao fato de outras áreas com ocorrência de calcário abastecerem o Estado do Ceará.

Na década de 1980, os principais mercados da cal produzida na zona norte do Ceará eram as cidade de Teresina-PI e São Luís-MA (BNB, 1987). Em 2005, 80% da produção local é comercializada no Estado do Piauí (ANDRADE, 2005), Maranhão, Pará e algumas cidades do Ceará, em menor quantidade, que completam o quadro de compradores.

O grande potencial consumidor maranhense deve-se, em parte, pela inexistência da produção da cal no Estado (BNB, 1987) e, no caso do Piauí, a produção concentra-se na porção centro-sul do Estado, portanto, distante da área de influência do núcleo produtivo de Frecheirinha.

Na escala do geofácies e do geótopo, a organização espacial gira em torno da mineração de subsistência e tecnificado do calcário no Campo Aroeiras, o qual distribui-se pelos municípios de Coreaú e Sobral, este último, apenas as áreas dos distritos de Aprazível e São José do Torto.

Na escala do geofácies, enquanto a criação extensiva de gado ocupa as áreas mais secas, ou seja, os *geótopos áridos* do geofácies, a mineração de subsistência de calcário, por sua vez, ocupa as áreas internas ao campo Aroeiras, onde o sistema solo-planta retém a umidade por mais tempo, compondo uma espécie de *geótopo subúmido* dada as condições litopedológicas propiciando a formação de um ambiente de exceção na paisagem do geofácies em análise levando a uma espécie de zoneamento geoambiental (*tabela 17*).

Tabela 17 – Fácies na paisagem do campo Aroeiras e adjacências.

Nível de aridez da fácies	Sistema social		Sistema natural	
	Atividade	Tipologia da atividade	Forma de exploração	Nível de exploração
Fácies semiárida	Pecuária	Extensiva	Horizontal	Alta
Fácies subúmida	Mineração	Industrial e tecnificada	Vertical	Alta
		Subsistência e manual	Horizontal	Baixa

Elaboração: Nataniel Albuquerque, 2015.

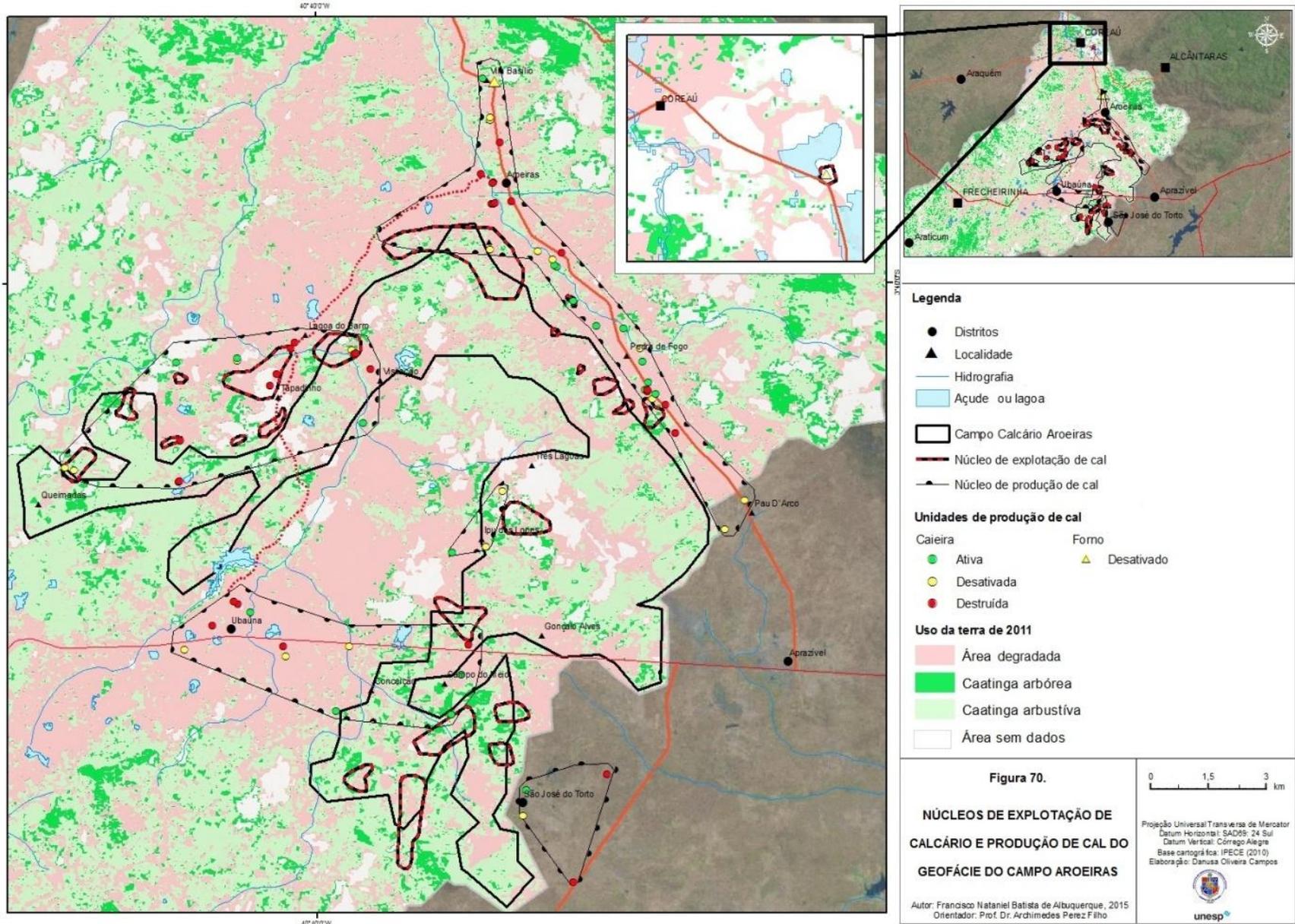
A atividade de produção da cal até a década de 1980 segundo BNB (1984), concentrava-se nas localidades de Martins e Calissa, próximos ao distrito de Aroeiras (município de Coreaú), onde encontravam-se as jazidas exploradas manualmente, além de inúmeras caieiras hoje completamente destruídas, como constatado pela nossa pesquisa.

Com o passar dos anos, a atividade deslocou-se das localidades de Martins e Calissa para as margens da rodovia CE-364 entre as localidades de Pedra de Fogo e Ponta da Serra, município de Sobral. Na delimitação dos núcleos de produção da cal, as duas áreas encontram-se no mesmo núcleo produtivo, o Vila Basílio – Pau D’Arco atualmente a maior área produtora de cal do geofácies e todo o geossistema.

Os 05 núcleos de produção de cal, bem como a unidade isolada identificados no campo Aroeiras podem ser classificados em 03 categorias de acordo com sua dimensão espacial e o número de caieiras e fornos existentes:

- Núcleo de grande dimensão: 03 núcleos produtivos (Aroeiras, Queimadas e Ubaúna);
- Núcleo de pequena dimensão: 02 núcleos produtivos (Três Lagoas e São J. Torto);
- Unidade isolada: 01 unidade produtora isolada (Coreaú).

Os núcleos de produção da cal e da exploração do calcário do campo Aroeiras encontram-se em diferentes estágios de concentração e funcionamento, além de possuírem padrões de organização espacial similares o que nos permite fazer algumas associações. Quanto maior a dimensão do núcleo produtivo da cal, maior é a quantidade de núcleos de exploração mineral, além de apresentarem uma distribuição espacial uniforme de acordo com as dimensões e forma do núcleo produtivo (*figura 70*).



A única exceção é o núcleo de produção da cal de Ubaúna que, embora, de grandes proporções, não apresenta nenhum núcleo de exploração, mas pequenas e poucas cavas dispersas. Isso deve-se ao fato do núcleo produtivo ter se expandido para a área urbana do distrito de Ubaúna, o qual atuou como principal fator de atração da atividade minerária, marcando a segunda etapa da evolução espacial na região.

No entanto, a área urbana não está dentro do campo Aroeiras, estabelecendo assim relações de exploração da rocha com o NPC Queimadas - Visitação, além dos afloramentos em localidades mais próximas aos distritos de Aprazível e São José do Torto.

Estabelecendo uma associação direta entre os núcleos produtivos da cal e exploradores do calcário, os núcleos Queimadas – Visitação e Vila Basílio – Pau D’Arco, possuem, respectivamente, 08 e 06 áreas de exploração mineral, enquanto, o núcleo Ubaúna – Campo do Meio possui apenas 02 núcleos parcialmente inseridos na área de abrangência de suas caieiras. Os núcleos Ipu dos Lopes – Três Lagoas possui apenas 01 núcleo, enquanto o núcleo São José do Torto, divide 04 núcleos com o núcleo de Ubaúna, dada a proximidade geográfica. Vale ressaltar que em todas as áreas a exploração é manual, portanto, superficial e distribuída espacialmente.

Do ponto de vista da integração espacial entre os núcleos de produção e de exploração, o NPC Queimadas-Visitação é o que melhor representa, colocando-se como exemplo fidedigno do primeiro estágio de organização espacial da atividade, porém, atualmente com apenas 03 caieiras em funcionamento.

O NPC Ubaúna – Campo do Meio, por sua vez, ainda apresenta unidades na área urbana do distrito de Ubaúna, representando o segundo estágio, enquanto que o NPC Vila Basílio – Pau D’Arco com a disposição linear das caieiras ao longo da rodovia, representa o terceiro estágio temporo-espacial da atividade, não é por acaso que configura-se como o de maior produção de cal.

Na escala do geótopo, a organização espacial das áreas de exploração da rocha calcária consiste em “vazios demográficos” constituídos por um emaranhado de caminhos que ligam a vicinal principal às cavas, reflexo da necessidade de desvio das áreas de alagamento no período de chuva, dos afloramentos rochosos e da necessidade da geração de desníveis para os caminhões acessarem as cavas, além de uma distância considerável em relação as residências por conta do uso de explosivos.

As áreas de exploração manual de calcário assumem um padrão arborescente/dendrítico, formado pelo caminho principal e vários ramais com as cavas nas extremidades distribuídas por áreas conhecidas pela população local como solo massapê, pois, no período chuvoso o acesso às cavas torna-se extremamente dificultoso.

A cadeia produtiva da cal pode ser identificada espacialmente pelos seguintes elementos (*figura 71*): locais dos afloramentos (*figura 71A*), das cavas (*figura 71B*), da disposição provisória da rocha (*figura 71C*) e de presença de restolhos ao longo da rodovia vicinal (*figura 71D*), até chegar no último estágio, as caieiras ou fornos de cal.

Entre os 16 km da rodovia vicinal que separam os distritos de Aroeiras e Ubaúna, por exemplo, foram identificados 12 pontos de disposição de calcário, pela presença de restolhos nas suas margens.



**Figura 71.** Elementos espaciais da mineração ao nível do geótopo: (A) afloramentos presentes na paisagem; (B) cavas rasas deixadas pela exploração; (C) ponto de transbordo em atividade na vicinal; (D) fragmentos de rocha denunciando antigo ponto de transbordo.

Fonte: Nataniel Albuquerque, 2014.

A última referência espacial da cadeia produtiva são as caieiras, os fixos geográficos que representam o circuito inferior da apropriação direta do calcário, as quais são facilmente percebidas na paisagem da DISAC, seja em funcionamento, temporariamente ou definitivamente desativadas ou destruídas, representando rugosidades de temporalidades pretéritas no geossistema (*figura 72*).



**Figura 72.** Diferentes estágios de abandono das caieiras: (A) Aroeiros, (B) Visitação, (C) Lagoa do Barro e (D) São José do Torto. Fonte: Nataniel Albuquerque, 2014.

As caieiras dos 05 núcleos produtivos do campo Aroeiros destinam sua produção para depósitos de construção de Sobral, Coreaú e Frecheirinha, além do Estado do Piauí. Entre os exemplos, está a aquisição de cal para os viveiros da criação de camarão no município litorâneo de Parnaíba, no Estado do Piauí, na caieira da localidade da Vila Basílio. Os caminhões que saem de Parnaíba com destino a Fortaleza carregados de camarão, na viagem de volta transportam cal para as áreas de localização dos viveiros revelando uma diversificação e um potencial dos usos da cal produzida na região.

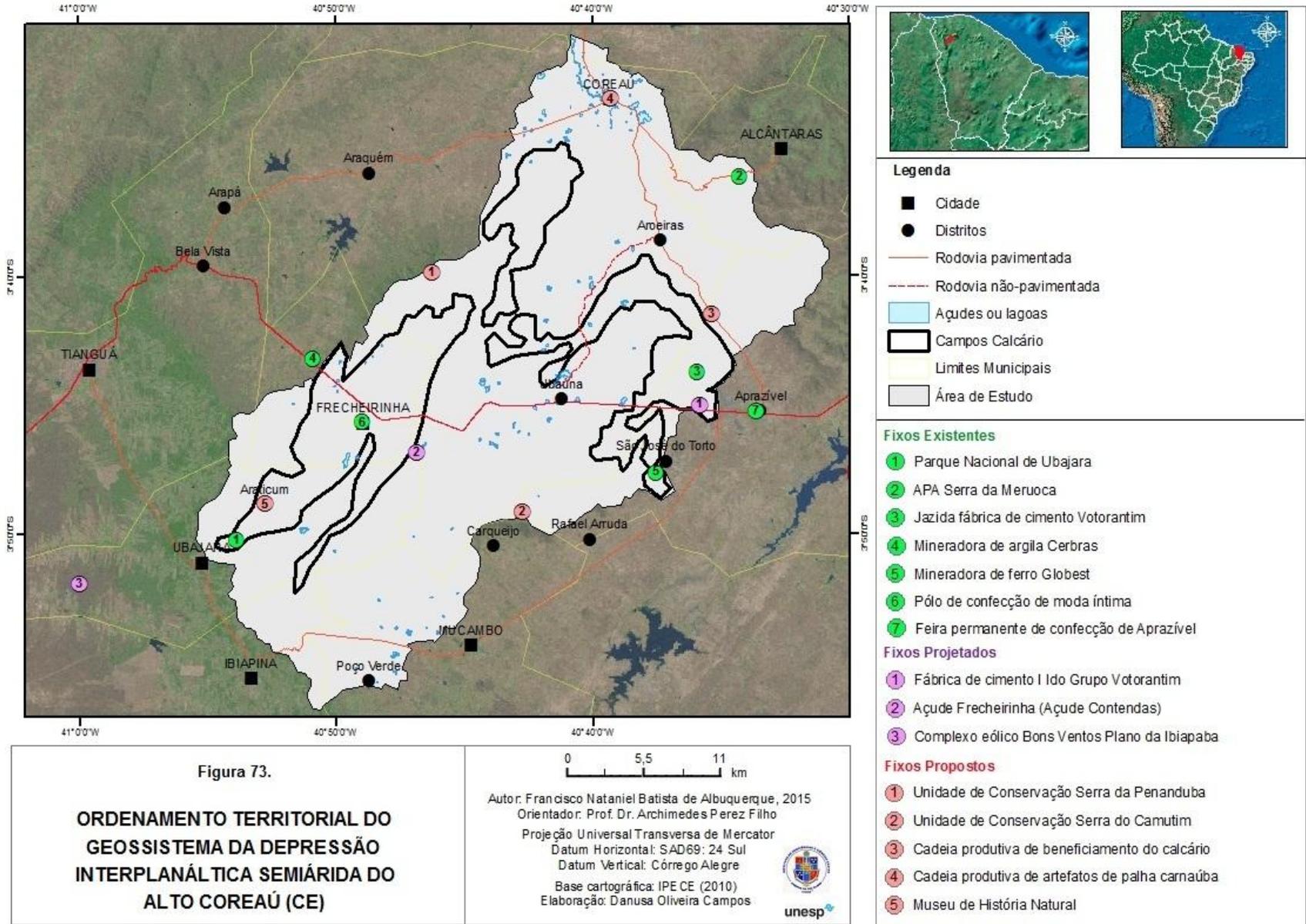
## **7.2. ORDENAMENTO TERRITORIAL MULTIESCALAR: COESÃO TERRITORIAL, POLICENTRALIDADE E SUSTENTABILIDADE**

As propostas multiescalares de ordenamento territorial do geossistema da DISAC estão estruturadas a partir das seguintes unidades espaciais: o Triângulo Calcário do Noroeste Cearense, na escala do geossistema; o Quadrilátero Calcário Aroeiras – Arazá – São José do Torto – Ubaúna, na escala do geofácio, e; os núcleos de exploração de calcário e produção de cal, na escala do geótopo.

Na discussão e proposição dos projetos e políticas de intervenção, ou melhor, de ordenação do território também consideramos a magnitude e a importância da atividade na organização espacial regional, pois, mesmo sendo restrita sua dimensão espacial a influência possui rebatimento em todo o geossistema.

Para tal análise propositiva, consideramos a coesão territorial, a policentralidade e a sustentabilidade como princípios básicos para o desenvolvimento regional conforme proposto por Egler *et al.* (2012), além de compreender que para cada escala espacial, instrumentos específicos de ordenamento territorial precisam ser acionados para que haja uma coabitação, ou seja, uma convivência espacial de diferentes fixos e classes da sociedade.

Na escala geográfica de maior abrangência, elegemos os principais fixos geográficos da área de estudo, sejam eles, pela área abarcada, pela magnitude dos seus processos ou pelos fluxos desencadeados. Dessa forma, além dos principais fixos existentes discutidos nos capítulos anteriores, elencamos aqueles projetados para os próximos anos com recursos públicos e/ou privados em processo de licenciamento ambiental, além dos propostos pela nossa pesquisa (*figura 73*), este último na perspectiva dos princípios assumidos como básicos para minimizar as distorções sociais e ambientais regionais, além de potencializar a valoração dos recursos naturais.



### 7.2.1. O Triângulo Calcário do Noroeste Cearense

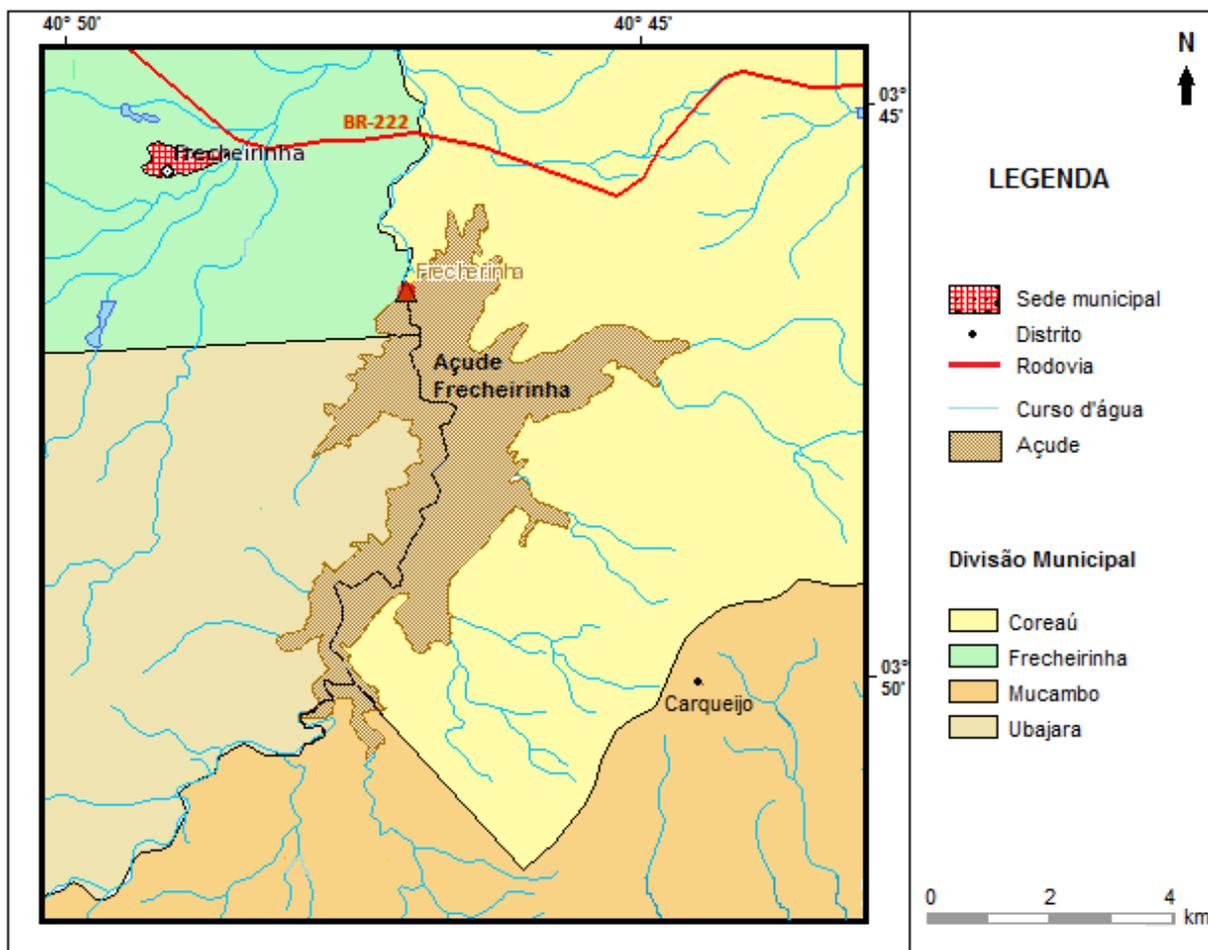
O Triângulo Calcário do Noroeste Cearense, que atualmente tem nas unidades de conservação, na exploração mineral e na produção e venda de confecção seus principais *inputs* espaciais, possui 03 projetos públicos ou privados de grande envergadura socioeconômica e espacial projetados para os próximos anos, além de serem investimentos do Estado em parceria com a União (Ministério da Integração Nacional) e do grande capital privado externo à área de estudo.

O primeiro é o projeto de construção do Açude Frecheirinha, popularmente conhecido como Açude Contendas que passará a ser o maior da bacia hidrográfica do rio Coreaú, mesmo depois de 22 anos de elaboração dos estudos ambientais, com 85 mi m<sup>3</sup>, ocupando uma bacia hidráulica de 10,9 km<sup>2</sup>, superando o Açude Itaúna no baixo curso com 77,5 mi m<sup>3</sup> (18 km<sup>2</sup> de área), porém, de maior área revelando um melhor aproveitamento volume de água – área inundada (SEMACE, 1993).

O açude Frecheirinha mesmo será construído no leito do rio Caiçara entre os serrotes da Várzea (leste) e da Água Branca (oeste), na fronteira dos municípios de Coreaú, Ubajara, Frecheirinha e Mucambo, com a mais da metade da área no primeiro município (*figura 74*), ocupando uma pequena parte do extremo oeste do Núcleo Sul de Terras Degradadas.

Entre os principais efeitos no ordenamento territorial regional estão o aumento da capacidade de armazenamento de água na bacia hidrográfica, além da perenização do setor a jusante até a confluência com o rio Juazeiro, que atualmente recebe as águas do açude Angicos passando pelo trecho urbano da cidade de Coreaú colocando a possibilidade de exploração da agricultura familiar nas margens do rio, estratégia importante tendo em vista o 4º ano seguido de chuvas abaixo da média histórica gerando outras centralidades produtivas na região, especialmente no entorno do próprio reservatório, mas também ao longo do rio perenizado, resguardando as áreas de preservação permanente.

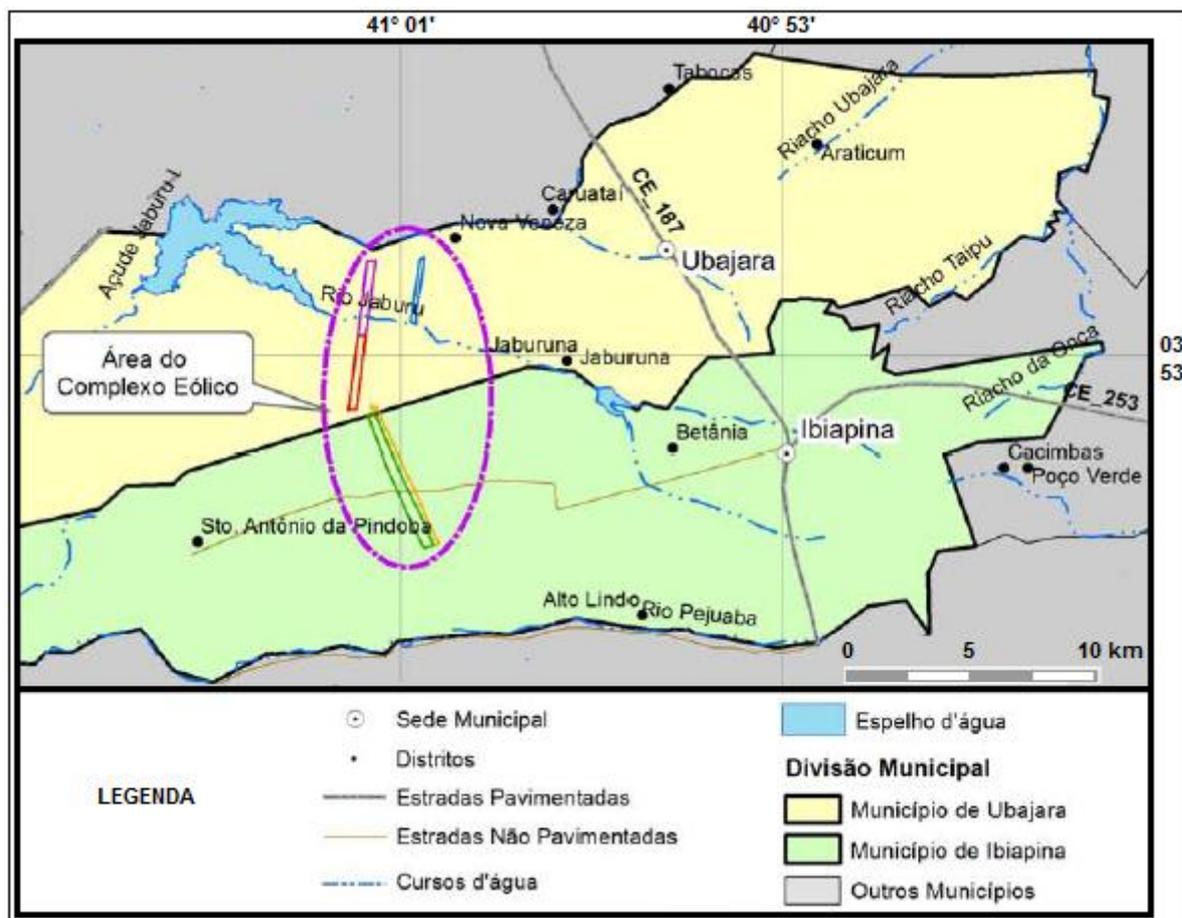
Do ponto de vista negativo, a principal preocupação recai sobre os aspectos naturais e sociais da área alagada pelo reservatório, muito embora a mesma possua uma baixíssima ocupação populacional. Entre as possibilidades está a geração de emprego e renda em atividades ligadas ao reservatório como a piscicultura e a agricultura irrigada.



**Figura 74.** Localização do projeto do Açude Frecheirinha na Depressão Sertaneja.  
Fonte: Adaptado de SRH/CE (2015).

O segundo projeto é a construção, no ano de 2016, do complexo eólico Bons Ventos da Serra 2 no planalto da Ibiapaba (*figura 75*), mais especificamente nos sítios Porteiras, Cachoeira do Boi Morto e Cacimbas, próximo ao açude Jaburu I, zona rural dos municípios de Ubajara e Ibiapina.

O complexo eólico, que ocupará uma área de 582 hectares, contará com 43 aerogeradores distribuídos em 5 centrais energéticas totalizando uma capacidade instalada de 90,3 MW. O projeto aproveitará de forma indireta a intensidade dos ventos como recurso natural, pois a velocidade média horária dos ventos é superior a 8 m/s.



**Figura 75.** Localização do projeto do complexo eólico no planalto da Ibiapaba.  
Fonte: Adaptado de Geoconsult (2015).

Dentre as preocupações estão os conflitos entre a produção de energia e a produção agrícola de hortifrutigranjeiros e o turismo predominante na região, uma vez que o empreendimento revela o potencial eólico das serras cearenses, nova centralidade depois da área costeira podendo provocar um reordenamento territorial no planalto da Ibiapaba, além da baixa empregabilidade e interação com as comunidades locais. O empreendimento será localizado a 10 km em linha reta a oeste do parque nacional de Ubajara podendo levar a mortandade da avifauna proveniente do mesmo.

Dentre as propostas desta tese estão aquelas relacionadas ao aproveitamento direto e indireto dos recursos naturais do geossistema propiciando sua valoração como instrumento de preservação/conservação ambiental. Para tanto, um instrumento de gestão ambiental essencial para o ordenamento territorial é a elaboração de um zoneamento dos recursos naturais (ZRN), uma espécie de zoneamento ecológico-econômico mais direcionado aos elementos e aspectos naturais apropriados atualmente e passíveis de apropriação com o foco no calcário e áreas protegidas.

No mesmo âmbito, a outra proposta recai sobre a criação de uma cadeia produtiva do artesanato de palha de carnaúba e derivados da cera na cidade de Coreaú, dada a abundância desta palmeira, principalmente na transição do alto para o médio curso do rio Coreaú.

A proposta passa pela criação de uma cooperativa de mulheres artesãs, aliada a diversificação e modernização dos produtos. Da mesma forma, a questão de gênero e conservacionista (*figura 76*) estão sendo integradas (coesão territorial), pois o trabalho de confecção de chapéu é uma atividade exclusiva das mulheres, geralmente chefes de família, além do potencial conservacionista da atividade, uma vez que a retirada da palha e da cera da carnaúba configura-se numa atividade extrativista propiciando a conservação dos carnaubais, vegetação típica das planícies fluviais.



**Figura 76.** Dimensões da apropriação da carnaúba como recurso natural carnaúba.

Elaboração: Nataniel Albuquerque, 2015.

Na perspectiva da preservação da estrutura e dinâmica natural do geossistema, a principal proposta de ordenamento territorial ambiental recai sobre a melhoria da atual rede de conservação da natureza, seguido de sua ampliação e interligação mediante a sucessão das seguintes etapas:

1. Fortalecimento das atuais unidades de conservação;
2. Criação de unidade de conservação na serra da Penanduba;
3. Criação de um corredor ecológico entre os dois fragmentos da APA Serra da Meruoca;
4. Criação do corredor ecológico Ibiapaba – Penanduba – Meruoca;
5. Criação de unidade de conservação na serra do Carnutim;
6. Ampliação do corredor ecológico Ibiapaba – Penanduba – Meruoca – Carnutim.

A proposta de conservação/ preservação ambiental no geossistema passa pela valoração da paisagem enquanto aspecto natural, através da criação de outras centralidades (unidades de conservação) interligadas por meio de corredores ecológicos (coesão territorial)

propiciando a manutenção do equilíbrio ecológico e a função como serviços ambientais (sustentabilidade).

A proposta inicia-se com o fortalecimento das atuais unidades de conservação federal através da melhoria de instalações físicas, principalmente, no caso da APA, da demarcação física de suas fronteiras, o respaldo jurídico de sua área de entorno, no caso do parque, além do fortalecimento das ações que promovam a interação com a comunidade interna (APA) e do entorno (parque).

A etapa seguinte seria marcada pela criação de unidade de conservação na serra da Penanduba, a qual possui grande capacidade de armazenamento de água subterrânea, principalmente na sua vertente norte, área de ocorrência de depósitos coluvionares. Segundo Oliveira *et al.* (2007) e Souza (2015), a presença do macaco Guariba (*A. ululata*) na lista de animais ameaçados do IBAMA é outro elemento que justifica tal proposta.

A etapa seguinte seria a criação de um corredor ecológico entre os dois fragmentos da APA Serra da Meruoca, a serra da Meruoca (norte) e serra do Rosário (sul) pela bacia do riacho Boqueirão. Nesse momento, dar-se-ia a interligação das unidades de conservação mediante a criação de um corredor ecológico entre os fragmentos de mata atlântica do planalto da Ibiapaba e do maciço da Meruoca-Rosário, além das espécies de clímax no contexto da Caatinga da serra da Penanduba através do rio Coreaú e seus afluentes.

E, por último, a criação da unidade de conservação da serra do Carnutim, outro maciço residual seco da depressão do Alto Coreaú interligando e ampliando o corredor ecológico Ibiapaba – Penanduba – Meruoca ligando assim, os relictos secundários de Mata Atlântica e clímax da Caatinga Arbórea, no caso da serra do Carnutim, via área de preservação permanente do açude Frecheirinha, a ser construído.

Os planos de manejo florestal da Caatinga cumpririam um papel similar, porém, pulverizado pela depressão, protegendo as terras mais distantes dos principais eixos rodoviários, portanto, de menor valor econômico criando as bases espaciais e ambientais para atender a demanda de lenha pelas caieiras dos núcleos produtores de cal. No entanto, o recomendado para a atividade da mineração de subsistência seria a substituição da matriz energética reduzindo assim a pressão sobre os recursos fitogenéticos da Caatinga.

Dessa forma, o açude, a unidade de conservação e os planos de manejo florestal podem configurar como importantes ambientes *acumuladores e geradores* de água num contexto de semiaridez. Tanto o açude Contendas (água superficial), quanto o parque nacional de Ubajara (água subterrânea) são reservatórios naturais de água, porém, apenas os açudes são reconhecidos como tal, porém, as unidades de conservação como o PNU na área mais

chuvosa do geossistema possuem uma função ambiental, além da preservação da flora e fauna, pois aumentam a oferta hídrica subterrânea e superficial no entorno sertanejo do parque, além de controlar enchentes que rasgavam os rios, antes da implantação do parque, como salientou Araújo (2004).

A última grande proposta é a criação de um museu da história natural da depressão interplanáltica semiárida do Alto Coreaú no distrito de Araticum, a fim de articular com o turismo ecológico do PNU e publicizar os exemplares e pesquisas sobre a fauna, flora, paleontologia e litologia regional, como o crânio de urso, o macaco-guariba, as espécies vegetais em extinção dos maciços secos e úmidos, e a diversidade litológica regional que marca a área de contato das províncias geológicas cristalina e sedimentar regional fomentando a discussão e a sensibilização da conservação/preservação da natureza por meio de instrumentos de gestão de caráter educativo e não apenas punitivo.

Em linhas gerais, as propostas de ordenamento territorial do geossistema recaem sobre a tríade calcário – carnaúba – paisagem natural, os quais foram identificados como recursos naturais em potencial no geossistema. Quanto às unidades de conservação, a valoração não perpassa apenas pelas suas paisagens naturais, mas destacadamente pelos serviços ambientais prestados, colocando-se como contraditórias as tentativas de reduzir as áreas de algumas unidades de conservação em tempos de crise hídrica e desabastecimento humano.

### **7.2.2. O Quadrilátero Calcário Aroeiras – Aprazível – São José do Torto – Ubaúna**

Na escala do Quadrilátero Calcário, que compreende os distritos de Aroeiras, Ubaúna (município de Coreaú), Aprazível e São José do Torto (município de Sobral), a identificação dos 3 núcleos de terras degradadas norteiam as propostas.

O grande projeto previsto para a área é a construção da segunda unidade da fábrica de cimento do grupo Votorantim no município de Sobral, agora situada entre a atual jazida mineral e o km 256 da BR-222, no distrito de Aprazível, ocupando uma área de 95 hectares, maior que a atual unidade fabril, sediada na cidade de Sobral (*figura 77*). Nos primeiros meses de 2015 o empreendimento estava em fase de licenciamento ambiental junto a Superintendência Estadual do Meio Ambiente (Semace).

Os aspectos positivos do fixo estão relacionados ao aumento da arrecadação de impostos para o município de Sobral, geração de 350 empregos diretos ficando atrás apenas

da fábrica de *lingerie* Diamantes da cidade de Frecheirinha, maior empregadora do geossistema.

No outro extremo do processo, está a inflação dos preços dos lotes no distrito de Aprazível em função da perspectiva de aquecimento da economia sem o mínimo de planejamento dando continuidade ao que aconteceu na área urbana de Aprazível na última década após a instalação da feira permanente de confecções, conforme relata Parente e Santana (2013). Este processo, da maneira como ocorreu, deixa o passivo social, pois a maior parte dos empregos ficam restritos a etapa de construção da fábrica e, na fase de operação a mão-de-obra é altamente qualificada, não empregando, portanto, a população local.



**Figura 77.** Áreas da jazida usina Rica(A) e de construção da unidade fabril em 2016 (B) do grupo Votorantim, às margens da BR-222. Fonte: SEMACE (2015).

Nossa primeira proposta para a escala do geofácea enquadra-se no circuito inferior da economia dos recursos naturais, mais especificamente sobre a reestruturação da cadeia produtiva da produção de cal, especialmente do núcleo de produção de Cal Vila Basílio – Pau D’Arco, atualmente com o maior número de caieiras em atividade na região.

A reestruturação perpassa pela diversificação e agregação de valor ao produto final, a cal, gerando uma centralidade mais forte no geossistema e integrada com as políticas ambientais (coesão territorial), mais especificamente a valorização dos planos de manejo

florestal sustentados da Caatinga, pelo fato da matriz energética dos fornos ser a lenha ao passo que pensar uma substituição do modelo energético seria a solução definitiva.

No tocante à degradação das terras regionais, a segunda proposta recai sobre a elaboração de um plano regional integrado de combate a degradação das terras semiáridas do campo calcário Aroeiras e seu entorno, priorizando os núcleos degradados e as atividades econômicas que colocam-se como a principal atividade degradadora, a pecuária.

Nesse contexto espacial, o campo geológico e a microbacia podem configurar, de forma integrada, como unidades espaciais de ordenamento territorial colocando em integração o campo calcário Aroeiras e as microbacias das sub-bacias dos rios Itacoatiara, Caia e Trapiá, a fim de implementar técnicas de manejo do solo e da água.

Algumas técnicas de conservação do solo e da água já são bastante conhecidas, como os cordões de pedra, os terraços e as barragens sucessivas e subterrâneas, técnicas simples de convivência com o semiárido já desenvolvidas pela organização não-governamental Fundação Centro de Interação Social (CIS), em propriedades rurais de municípios na borda do PNU e bastante experimentadas pelo Programa de Desenvolvimento Hidroambiental, encampado pela Semace e Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará, por meio de projetos pilotos em outros pontos do Estado.

No mesmo contexto, técnicas de manejo menos agressivas à cobertura vegetal e ao solo precisam ser implementados no binômio agricultura de sequeiro – pecuária bovina extensiva praticada na região, que têm como principais técnicas a “limpeza” total do terreno reduzindo a capacidade de armazenamento de água no sistema solo-planta.

### **7.2.3. Os núcleos de exploração de calcário e produção de cal**

Na escala de maior detalhe do ordenamento territorial ambiental as propostas recaem sobre os afloramentos calcários explorados e os elementos pontuais e restritos espacialmente da organização espacial, bem como a apropriação, conflitos e impactos sobre os recursos naturais.

Na etapa de exploração manual da rocha calcária, a possibilidade de um licenciamento simplificado para a chamada *mineração de subsistência* (PARAHYBA, 2009) em função do baixo volume extraído, relação área – profundidade e exploração de forma manual. Para tanto, se faz necessário a autorização para uso de explosivos de baixo impacto com a determinação

de horários específicos para explosão, além da recuperação das áreas degradadas pela exploração do calcário.

Na etapa de produção da cal pelas caieiras artesanais algumas medidas precisam ser implementadas no sentido de tornar menos insalubre a atividade. A necessidade da realização de pesquisa futuras para determinar a distância mínima entre as caieiras e as residências, além da direção predominante dos ventos como ocorre na localidade de Pedra de Fogo, onde a situação é mais crítica.

Ao nível da caieira, a geração de tecnologias para desenvolvimento de estruturas físicas que mantenham o maior calor interno exigindo menor quantidade de lenha, o qual passa pela construção de abrigos para proteção da lenha e da rocha das chuvas, além do desenvolvimento de filtros alternativos para redução do dióxido de carbono lançado na atmosfera, conforme identificou Albuquerque (2008).

No tocante à saúde de trabalhadores e população do entorno, faz-se necessário um programa de monitoramento da saúde ocupacional dos trabalhadores e moradores direta e indiretamente envolvidos com as diversas etapas da cadeia produtiva da cal, o qual passa pela determinação dos horários de explosão das minas e combustão dos fornos com a devida adoção dos equipamentos de proteção individual, algo inexistente nos núcleos produtivos de cal do geossistema.

## CONCLUSÕES

As conclusões da presente tese enquadram-se, em linhas gerais, em duas categorias, uma de cunho teórico-metodológico e, a outra, de base empírica perpassando pelas duas macrodimensões da realidade, a sociedade e a natureza, e por diferentes escalas de análise espacial colocando em verificação a hipótese e os questionamentos anunciados no início da pesquisa.

No campo teórico-metodológico da Geografia, a pesquisa permite-nos concluir a plena possibilidade de um diálogo concreto e harmônico entre os paradigmas sistêmico e dialético de enxergar os fenômenos geográficos (organização espacial e ordenamento territorial) mediante a adoção do conceito de recurso natural, um conceito geográfico concreto e híbrido livre de amarras ideológicas através da junção/adaptação das teorias geossistêmicas de Georges Bertrand e Victor Sotchava e da Teoria dos Dois Circuitos da Economia Urbana de Milton Santos.

O geossistema de cunho natural surge então como o táxon principal da análise multiescalar e não mais como apenas uma ordem de grandeza como as demais. A partir do geossistema, escalas superiores e inferiores são definidas, porém, nessa entidade espacial (e a partir dela) recursos naturais (elementos e aspectos) são apropriados estabelecendo uma maior influência direta dos sistemas sociais à medida que a escala de análise torna-se mais local, como é o caso dos geótopos representados pelos afloramentos calcários explorados.

Dessa forma, o geossistema marca a passagem entre as escalas superiores de domínio da dinâmica e paisagens naturais e as escalas inferiores onde a sociedade impõe suas marcas na paisagem com maior presença dos fixos geográficos e os fluxos por eles gerados.

Na releitura do geossistema de Georges Bertrand, os calcários como objeto de estudo revelam a necessidade da interpretação da litologia como elemento “dissociado” do relevo, ou seja, além do potencial ecológico, a existência de um potencial mineral, na medida em que a superfície aplainada e arrasada da depressão Sertaneja revela o potencial geológico regional, colocando em destaque a apropriação direta da litologia em detrimento da apropriação indireta do relevo revelando fragilidade no modelo teórico de Georges Bertrand.

Outra importante questão teórica trata-se da adaptação da Teoria dos Dois Circuitos da Economia Urbana de Milton Santos para uma perspectiva escalar regionalizada e rural ao invés de urbana e a formação de circuitos espaciais socioeconômicos a partir das diferentes formas de apropriação de um mesmo recurso natural, seja de forma direta como elemento ou indireta como aspecto, dando origem aos circuitos econômicos e/ou culturais superiores e inferiores dos recursos naturais estabelecendo um elo teórico-metodológico entre a abordagem sistêmica de cunho mais naturalista.

Nesse contexto, o recurso natural mostrou-se plenamente exequível configurando-se como uma ponte teórica entre diferentes abordagens geográficas e uma ponte metodológica entre sociedade e natureza mediante a adoção de critérios que permitem quantificar e qualificar, revelando as áreas de superposição espacial as quais traduzem-se em conflitos e impactos ambientais acarretando muitas vezes em rupturas como a instalação da feira do Apreciável, importante fixo geográfico ou gradual como a substituição econômica da produção da cal pela moda íntima na cidade de Frecheirinha.

Mesmo não sendo um diálogo corrente na Geografia, as abordagens sistêmica e dialética são complementares e não antagônicas e, o conceito de recurso natural, por sua vez, coloca-se como uma importante estratégia metodológica para a análise geográfica.

No tocante às características assumidas pelos recursos naturais, pode-se constatar em relação à mobilidade territorial, que o aspecto natural se inverte em relação ao elemento natural, pois é a demanda que vai até o aspecto, pois, o mesmo é valorado no contexto da paisagem que lhe dá origem e não dissociado dela.

Quanto à valoração do recurso natural, constata-se que não há relação linear entre aspecto/conservação e elemento/degradação como pensávamos no estágio embrionário na pesquisa, mas entre o grau de valoração. Dessa forma, a apropriação direta de um recurso natural pode levar também a sua conservação ambiental, da mesma forma que a sua não-apropriação em função de uma desvalorização de preço no mercado, por exemplo, pode levá-lo a degradação, como pode ser percebido com relação ao extrativismo da carnaúba.

Do ponto de vista espacial, a ruptura do paradigma de exclusividade da bacia hidrográfica como recorte espacial nos estudos geográficos, principalmente, numa região semiárida onde a escassez hídrica assume maior significado. Nesse sentido, o geossistema em análise coloca-se espacialmente como área de ocorrência de diferentes campos de uma mesma formação geológica no contexto de uma depressão interplanáltica e não uma bacia ou sub-bacia hidrográfica, além disso, sem restringir a discussão à linhas demarcatórias rígidas.

O ordenamento territorial com vistas ao desenvolvimento regional precisa considerar o tripé coesão territorial, policentralidade e sustentabilidade proposto por Cláudio Egler e colaboradores numa perspectiva multiescalar temporal e espacial aproximando a Geografia (ciência) com a política, a partir do momento em que 3 escalas de análise são consideradas (formação geológica – campo geológico – afloramento rochoso) abrindo discussões para um zoneamento dos recursos naturais e não dos elementos naturais de uma determinada região, passando a figurar como instrumento de gestão ambiental de ordenamento territorial.

No tocante à base empírica da pesquisa, conclui-se que o parque nacional de Ubajara e a fábrica de cimento do grupo Votorantim colocam-se como marcos temporais no processo de organização espacial regional, a partir da apropriação do recurso natural calcário revelando potencialidades e impondo restrições aos usos da natureza.

De forma mais específica, o arranjo geométrico dos campos calcários aliado à disposição da malha rodoviária que o circunda, além da sua expressividade mineral e socioeconômica no contexto regional, assumindo uma singularidade espacial, permite-nos denominar a região de *Triângulo Calcário do Noroeste Cearense*, cujos vértices, encontram-se nascidades de Coreaú (norte) e Frecheirinha (oeste) e no distrito de Aprazível, município de Sobral (leste).

No geossistema onde encontra-se o Triângulo Calcário do Noroeste Cearense foi identificado a coexistência de 03 circuitos espaciais, muito embora na formulação do projeto, apenas o circuito espacial de apropriação do calcário para fabricação de cimento (*circuito superior*) e cal (*circuito inferior*) eram claros em nossa mente. Na mesma perspectiva, revelou-se a existência de um circuito de apropriação indireta do calcário no contexto das paisagens naturais do PNU (*circuito superior*) e das estruturas calcárias das furnas do Araticum (*circuito inferior*).

Como resultado da reestruturação produtiva do território um terceiro circuito foi formado e consolidado no início do século XXI, o circuito espacial da fabricação e comercialização de confecções representado pela feira permanente do distrito de Aprazível (*circuito inferior*) e pelas fábricas do pólo de moda íntima da cidade de Frecheirinha (*circuito superior*).

Nesse âmbito conclui-se que os conflitos não ocorrem entre os circuitos inferior e superior de um mesmo circuito espacial, mas entre as políticas e áreas de conservação/preservação e degradação ambiental do geossistema, como pode-se constatar que o fixo geográfico com maior contato/sobreposição regional é a unidade de conservação, principalmente pelo fato de sua área circundante impor restrições aos usos dos recursos

naturais disponíveis incluindo até 2010 a cidade de Frecheirinha no raio de 10 km colaborando para a decadência da atividade minerária do campo homônimo e, em parte, a necessidade da constituição de uma outra fonte de emprego e renda chegando ao atual arranjo produtivo local de confecções, o maior do Estado, na sua categoria.

Dessa forma, a cidade de Frecheirinha tendo as fábricas de *lingerie* como os principais fixos geográficos desponta-se como uma nova centralidade espacial no geossistema dada a sua capacidade de investimento e geração de emprego atraindo diariamente mão-de-obra de distritos vizinhos como Ubaúna, São José do Torto, Arapá e Araticum. Essa transformação traduz-se espacialmente, mas também no campo simbólico revelando diferentes formas de apropriação e temporalidades distintas dos recursos naturais, pois, a cidade que antes identificada como a “terra da cal” com a ilustração de uma caieira na sua bandeira, atualmente, apresenta a moda íntima como a nova identidade socioeconômica do município.

Na escala do geofácies do campo Aroeiras e adjacências, constata-se a existência de um macrozoneamento no uso das terras, pois, enquanto a criação extensiva de gado ocupa as áreas mais secas, ou seja, os *geótopos áridos*, a mineração de subsistência de calcário, ocupa os *geótopos subúmidos* internos ao campo, os quais configuram-se como um ambiente de exceção na paisagem sertaneja devido ao fato das condições litopedológicas reterem a umidade por um período mais prolongado.

Do ponto de vista dos sistemas sociais na escala do geofácies, o campo calcário Aroeiras condiciona a existência do *Quadrilátero Calcário Aroeiras – Aprazível – São José do Torto – Ubaúna*, o qual concentra 83% das caieiras do geossistema e o núcleo Vila Basílio – Pau D’Arco, o maior dos 05 núcleos de produção de cal, possui 10 caieiras em atividade, enquanto no campo Frecheirinha, a atividade é praticamente inexistente com apenas 04 caieiras. O campo Aroeiras ainda conta com a jazida da atual fábrica de cimento e será palco das instalações da segunda unidade fabril do mesmo grupo econômico projetada para 2016.

Do ponto de vista espacial, é possível concluir a existência de uma relação direta entre as 03 configurações na distribuição e organização espacial das caieiras ao longo do tempo e os 04 estágios de relação entre as caieiras e os aglomerados populacionais que, apesar do tempo pode ser visto na paisagem.

Na primeira e mais antiga fase, as caieiras localizavam-se próximas aos afloramentos rochosos e os corpos hídricos, a exemplo do núcleo de produção de cal Queimadas – Visitação; a segunda configuração onde as caieiras migraram para os aglomerados populacionais, a exemplo de Ubaúna e; a terceira, as caieiras localizadas ao longo das principais rodovias como é o caso de Frecheirinha e do núcleo de produção de cal Vila Basílio

– Pau D’Arco, maior núcleo em atividade em todo o geossistema com 10 caieiras, das 19 em funcionamento no campo Aroeiras e 23 em todo o geossistema.

A exceção fica por conta da cidade de Frecheirinha onde a primeira e a segunda configuração se confundem, pois, o sítio urbano está assentado sobre o campo calcário. Na paisagem é possível perceber diferentes níveis de relação das caieiras com os aglomerados populacionais: Frecheirinha (cidade), Ubaúna (distrito), Pedra de Fogo (povoado) e Vila Basílio (vila), sendo que nas duas primeiras, a atividade entrou em decadência, revelando que quanto maior o aglomerado urbano menor o número de caieiras, pelos conflitos existentes entre a atividade e a expansão urbana.

No plano da degradação das terras da região, constatou-se que as terras degradadas decorrem de inúmeros fatores, porém alguns colocam-se como principais em cada escala de análise. A posição a sotavento do maciço da Meruoca-Rosário e a menor restrição ao uso dos recursos naturais na porção leste da depressão, ao nível do geossistema; litologias mais tenras e fraturadas das formações Coreau e Trapiá associado à pecuária e extração de madeira, ao nível do geofácies, e; a presença de afloramentos calcários e a mineração de subsistência para produção da cal, ao nível do geótopo, onde o Pinhão-Bravo (*Jatropha mollissima*) é o principal bioindicador de terras degradadas.

Na escala do geofácies, a identificação de 03 núcleos de terras degradadas entre 15 e 42 km<sup>2</sup> bordejando o campo Aroeiras revela uma inexistente relação entre a litologia calcária e as áreas degradadas nessa escala de análise, com exceção da porção leste onde constata-se um relação significativa entre o NPC Vila Basílio – Pau D’Arco, o campo calcário e o núcleo leste de terras degradadas dada a maior atividade e, conseqüentemente, maior pressão sobre os recurso natural calcário – lenha nesta porção do geofácies.

As áreas de ocorrência de solos argilosos produto da decomposição do calcário, conhecidos localmente como *massapê*, possuem, o menor índice de degradação em função da presença dos afloramentos calcários de significativo valor no mercado, da dificuldade de manejo e tráfego em estações chuvosas mais severas, nesse caso, não servindo ao cultivo de sequeiro de milho e feijão, além da maior capacidade de resiliência da vegetação desse sistema de maior umidade no contexto da aridez.

No âmbito do ordenamento territorial, os núcleos de produção da cal (NPC) e os núcleos de exploração do calcário (NEC) identificados permitem uma aproximação espacial e socioeconômica com a atividade minerária do calcário colocando-se como fixos geográficos, além da necessidade de redimensionamento da área do campo Aroeiras para a proposta de

implantação da cadeia produtiva de beneficiamento do calcário no núcleo Vila Basílio – Pau D’Arco, por exemplo.

No âmbito dos demais recursos naturais, as propostas de apropriação direta da carnaúba e indireta das paisagens naturais da depressão interplanáltica semiárida do Alto Coreaú (CE) recaem sobre a criação da cadeia produtiva de artefatos da carnaúba em Coreaú conjugando a conservação das planícies fluviais, a geração de emprego e renda e o empoderamento da questão de gênero para as chefes de família e, no caso, das paisagens naturais a criação de um museu da história natural da região reunindo elementos da flora, fauna, paleontologia, litologia, entre outros colocam-se como elementos importantes na perspectiva de criação de outras centralidades como Sobral, Ubajara e Frecheirinha e da sustentabilidade social e ambiental do geossistema.

Para finalizar, julgamos que a hipótese onde a apropriação (in)direta do recurso natural calcário pela unidade de conservação e pela fábrica de cimento e caieiras instaladas no geossistema possuiria uma estreita relação com o quadro de degradação de terras através da implementação das políticas públicas/privadas de conservação/degradação dos recursos naturais, as quais delineariam as características da organização espacial regional foi atingida com satisfação, resguardando os ajustes escalares e as multifacetadas na apropriação dos recursos naturais e os desdobramentos exigidos pelo desenvolvimento da pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A. A. **A paisagem e a Geografia**. In: Palestra no V Seminário de Pesquisa em Geografia Física – SEPEGE 2012. São Paulo: FFLCH/SUP. 2012.

AB’SABER, A. N. A problemática da desertificação e da savanização no Brasil. In: **Geomorfologia**, nº 53. São Paulo: USP. 1977. 20 p.

AB’SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial. 2003.

ALBUQUERQUE, F. N. B. **Mineração, degradação ambiental e desertificação na Bacia do Rio Itacoatiara, noroeste do Estado do Ceará**. Rio de Janeiro: UFRJ. Dissertação(Mestrado em Geografia). 2008. 138 f.

ALVES, F; SILVEIRA, V. C. P. A metodologia sistêmica na geografia agrária: um estudo sobre a territorialização dos assentamentos rurais. In: **Revista Sociedade e Natureza** (Online). vol. 20. nº 1. Uberlândia. 2008.

AMARAL FILHO, J. *et al.* **Núcleos e arranjos produtivos locais: casos do Ceará**. Disponível em: [www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/artigos/ART\\_4.pdf](http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/artigos/ART_4.pdf). Acesso em: 15 ago 2014.

AMARAL FILHO, Jair; SCIPIÃO, Tatiana Teófilo. **Panorama geral do setor mineral cearense**. Fortaleza: SEPLAN: IPECE. Jul/2004 (nota técnica 09).

ANDRADE, J. K. C. **Diagnóstico sócio-ambiental da atividade de fabricação da cal em fornos artesanais no município de Frecheirinha/CE**. Fortaleza: UECE. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento em Meio Ambiente). 2005.

ANDRADE, D. C. Economia e meio ambiente: aspectos teóricos e metodológicos nas visões neoclássica e da economia ecológica. In: **Revista Leituras de Economia Política**, Campinas, (14). ago.-dez. 2008. p. 01-31.

ARAÚJO, V. T. **O entorno do Parque Nacional de Ubajara-CE: caracterização socioambiental do distrito de Araticum**. Fortaleza: UFC. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). 2004.

ARAÚJO, S. M. S; MARTINS, L. A. M. A indústria extrativa mineral do pólo gesso do Araripe e seus impactos sócio-ambientais. In: **Revista de Geografia** (Recife). v. 29. 2012. p. 91-112.

ARAÚJO, T. S. *et al.* Análise das forma de uso do solo e cobertura vegetal da APA da Serra da Meruoca/CE, através de imagem obtida por sensoriamento remoto orbital. **Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Foz do Iguaçu/PR. 13 a 18 de abril. 2013.

ASSIS, L. F. **Entre o turismo e o imobiliário: velhos e novos usos das segundas residências sob o enfoque da multiterritorialidade – Camocim/CE**. São Paulo: USP. Tese (Doutorado em Geografia Humana). 2012.

ASSOCIAÇÃO PLANTAS DO NORDESTE. **Ecorregiões: propostas para o Bioma Caatinga**. Aldeia/PE: APNE: The Nature Conservancy do Brasil. Resultados do Seminário de Planejamento Ecorregional da Caatinga. 2012. Disponível em: <http://www.plantasdonordeste.org/>. Acesso em: 23 fev 2014.

AUGUSTIN, C. H. R. R. Sistemas naturais e sociedade na Geografia Física. *In*: OLIVEIRA, M. P; COELHO, M. C. N; CORRÊA, A. M. (org.). **O Brasil, a América Latina e o Mundo: Espacialidades Contemporâneas (I)**. Rio de Janeiro: Lamparina, 2008, v. 1, p. 373-384.

AVELINO, N. N. M. *et al.* Extração do Caulim em Junco do Seridó, Paraíba: análise dos impactos ambientais e da saúde dos trabalhadores. *In*: **Anais do Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação – CONNEPI**. Palmas-TO. 2012.

BALLAIS, J. L. *Aeolian activity, desertification and the “green dam” in the Ziban Range, Algeria*. *In*: MILLINGTON, A.; PYE, K. **Environmental change in drylands – biogeographical and geomorphological perspectives**. John Wiley & Sons. 1994. p. 393-412.

BALTAR, C. A. M; BASTOS, F. F; LUZ, A. B. **Gipsita**. Rio de Janeiro: Ministério da Ciência e Tecnologia: Centro de Tecnologia Mineral. 2005. (Capítulo 21).

BANCO DO NORDESTE DO BRASIL. **A indústria de calcários e dolomitos no Nordeste**. Fortaleza: BNB/ETENE. 1987. (Série: Estudos econômicos e sociais, 34).

BERTALANFFY, L. **Teoria geral dos sistemas – fundamentos, desenvolvimento e aplicações**. 5. Ed. Petrópolis: Vozes. 2010.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física global: esboço metodológico. São Paulo, **Instituto de Geografia**. USP. 27 p. 1972. (Cadernos de Ciências da Terra, 13)

BERTRAND, G. A Geografia Física: de um paradigma perdido a um paradigma re-encontrado? (notas). **Anais do VII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada** - vol. I. Curitiba. 1997. p. 03 – 05.

BOLÓS i CAPDEVILLA, M. T. Problemática actual de los estudios de paisaje integrado. **Revista de Geografía**. n. 15. 1981. p. 45-68.

\_\_\_\_\_. **Manual de ciencia del paisaje**. Barcelona: Masson, 1992. 273 p.

BOTELHO, R. G. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. *In*: GUERRA, A. J. T; SILVA, A. S; BOTELHO, R. G. M. (Orgs.). **Erosão e Conservação dos Solos – conceitos, temas e aplicações**. 1 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1999. p. 269-300.

BRASIL. SNUC. **Decreto nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. 2000.

BRASIL. MIN. **Nova delimitação do Semiárido Brasileiro**. Brasília: MIN. 2005.

CABRAL JÚNIOR, R. M. *et al.* A mineração no Estado de São Paulo: situação atual, perspectivas e desafios para o aproveitamento dos recursos minerais. *In: Geociências*, v. 27, n. 2, p. 171-192. 2008.

CAPRA, F. **O ponto de mutação**. 1996. 25. ed. São Paulo: Cultrix. 1996.

CARVALHO, V. C. Abordagem multiescala para o monitoramento de indicadores do processo de desertificação. *In: Anais do X SBSR*, Foz do Iguaçu, 21-26 abril, INPE. 2001.

CAVALCANTI, V. M. M. A geodiversidade do Semiárido Brasileiro. *In.: DNPM. Mineração no Semiárido Brasileiro*. Brasília. 2009.

CEARÁ. SRH. **Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAE-CE**. Fortaleza: MMA. SRH. 2010. 372 p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgar Blücher. 1999. 236 p.

CEARÁ. SUDEC. Superintendencia do desenvolvimento do estado do ceará – SUDEC. **Levantamento básico dos municípios cearenses**. Fortaleza – 1977. Vol. V. micro-região Sobral.

COELHO, M. C. N. **Impactos ambientais em áreas urbanas – teorias, conceitos e métodos de pesquisa**. *In: GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. (orgs.). Impactos ambientais urbanos no Brasil* Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2001. p. 19-45.

CONTI, J. B. **Desertificação nos trópicos – proposta de metodologia de estudo aplicada ao Nordeste Brasileiro**. São Paulo, USP, FFLCH – Departamento de Geografia. Tese de Livre Docência. 1995.

\_\_\_\_\_. Geografia e Tropicalidade. **Revista Casa da Geografia de Sobral**. vol. 12. N. 1. 2010. p. 47-58.

COSTA, J. S. **Análise geoambiental da Serra da Penanduba (Coreaú/Frecheirinha): bases geográficas voltadas à criação de unidade de conservação**. Sobral/CE: UVA. Dissertação (Mestrado em Geografia). 2015. 105 f.

COSTA, T. C. C. *et al.* Análise da degradação da Caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB). *In: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande. Vol. 13. Nov/dez. 2009.

CPRM. **Carta geológica do Brasil ao milionésimo**. Brasília: CPRM. 2004.

DNPM. **Mineração no Semiárido Brasileiro**. Brasília. 2009.

DAGNINO, R. S; CARPI JÚNIOR, S. Risco ambiental: conceitos e aplicações. **Climatologia e Estudos da Paisagem**. Rio Claro - Vol.2 - n.2 - julho/dezembro/2007, p. 50-87. 2007.

D'ALVA, O. A. **O extrativismo da carnaúba no Ceará**. Fortaleza: UFC. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). 2004.

DANTAS, E. W. C. *et al.* Nordeste brasileiro fragmentado: de uma região com bases naturais a uma fundamentação econômica. *In: SILVA, J. B.; DANTAS, E. W. C.; ZANELLA, M. E.; MEIRELES, A. J. A. (orgs). Litoral e sertão – natureza e sociedade no nordeste brasileiro.* Fortaleza: Expressão Gráfica. 2006. p. 23-44.

DAVIES, J. *et al.* *Conserving dryland biodiversity.* UNEP/UNCCD. 2012. 84 p.

DIEGUES, A. C. O mito moderno da natureza intocada. São Paulo: Hucitec. 1996. 169 p.

DINIZ, J. A. F. **Geografia da Agricultura.** São Paulo: DIFEL, 1984.

EGLER, C. *at al.* Pensar o território e a região: por uma agenda de desenvolvimento regional. *In: Revista Mercator.* Fortaleza, v. 12, n. 28, mai./ago. 2013. p.7-17.

EMBRAPA. **Zoneamento agroecológico do Nordeste – ZANE.** Disponível em: [www.uep.cnps.embrapa/zoneamentos\\_zane.php](http://www.uep.cnps.embrapa/zoneamentos_zane.php). Acesso em: 20 nov 2012.

FAO. *Natural resources and the human environment for good and agriculture.* Environment Paper. nº 1 Roma. 1980.

FEIJÓ, A; LANGGUTH, A. Mamíferos de médio e grande porte do Nordeste do Brasil: Distribuição e Taxonomia, com Descrição de Novas Espécies. *In: Revista Nordestina de Biologia.* Vol. 22. n. 1/2 . 2013.

FERREIRA, D. G. *et al.* **A desertificação no nordeste do Brasil.** Teresina: UFPI; Núcleo Desert. 1994.

FIEC. **Terras cearenses escondem riqueza mineral ainda inexplorada.** Disponível em: <http://www.sfiac.org.br/artigos/economia/mineracao.htm>. Acesso em: 22 mar 2014.

FIEC. Travessia pela industrialização do Ceará. *In: Revista da FIEC.* ano 3. ed. 36. maio de 2010. Disponível em: <http://www.sfiac.org.br/porta/v2/sites/revista>. Acesso em: 04 jan 2014.

FONSECA, A. C. R. **Geologia do município de Formiga e adjacências.** Notas de aula de Geologia. UNIFOR-MG. 2014.

FORNASARI FILHO, N.; LEITE, C. A. G.; PRANDINI, F. L.; AZEVEDO, R. M. B. Avaliação preliminar dos problemas causados pela mineração no meio ambiente no estado de São Paulo. *In: Congresso Brasileiro e Geologia de Engenharia,* 4, 1984, Belo Horizonte: ABGE, v. 1, p. 71-83, 1984.

FUERTES, C. H. **Geografía de los recursos naturales del Perú.** Instituto de Cultura Alimentaria Andina – INCAA. (Serie: Geoeducación Comprometida Siglo XXI). Lima. 2007.

FUNCEME. Áreas degradadas susceptíveis aos processos de desertificação no Estado do Ceará. 2ª Aproximação. *In: Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto,* Curitiba. 1993.

GEOCONSULT. **Complexo eólico Bons Ventos da Serra 2 – Relatório de impacto ambiental.** Fortaleza. 2015.

GEOPLAN. **Relatório de impacto no meio ambiente (RIMA) do projeto de lavra de calcário (DNPM 805.014/75) Coreau/CE.** Grupo Votorantim. vol. II. jan. 1989.

GERARDI, L. H. O; SILVA, B. C. N. **Quantificação em Geografia.** São Paulo: Diefel, 1981.

GONZÁLEZ-BERNALDEZ, F. **Ecología y paisaje.** Blume. Madrid. 1981.

HAESBAERT, R. **Territórios alternativos.** 2. ed. São Paulo: Contexto. 2006.

HAUFF, S. N. **Representatividade dos ecossistemas da Caatinga nas áreas prioritárias e unidades de conservação.** Brasília: 2010. Acesso em:

HOLANDA, V. C. C. **Modernizações e espaços seletivos no Nordeste brasileiro – Sobral: conexão lugar/mundo.** São Paulo: USP. Tese (Doutorado em Geografia Humana). 2007.

IBGE. **Geografia do Brasil – Região Nordeste.** Rio de Janeiro: IBGE. Vol. 2. 1977.

JOCA, Tereza Helena de Paula. A agricultura do semi-árido do Ceará nos últimos 20 anos. *In: FÓRUM DA SOCIEDADE CIVIL CEARENSE SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. Diagnóstico sócio-ambiental do Estado do Ceará: o olhar da sociedade civil.* Fortaleza, 1993.

JORNAL DIÁRIO DO NORDESTE. **Feira de Apazível.** Fortaleza, 22/03/2014. P. 9.

KONDER, L. **O que é dialética.** São Paulo: Brasiliense. 1981.

KOPEZINSKI, I. **Mineração x meio ambiente: considerações legais, principais impactos ambientais e seus processos modificadores.** Porto Alegre: Ed. da UFRGS. 2000.

LEFF, E. **Racionalidade Ambiental: a reapropriação social da natureza.** Trad. Luís Carlos Cabral. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

LONG, G. **Conceptions générales sur la cartographie biogéographique intégrée de la végétation et de son écologie.** Annales de Géographie, 427(78): 1969. p. 257-285

MARTEN, G. G. **Ecología Humana: Conceptos básicos para el desarrollo sustentable.** Earthscan Publications. 2001. Disponível em: <http://gerrymarten.com/ecologia-humana/indice.html>. Acesso em: 03 mar 2014.

MAIA, R. P. *et al.* Geomorfologia do Nordeste: concepções clássicas e atuais acerca das superfícies de aplainamentos nordestinas. *In: Revista da Geografia.* Recife: UFPE – DCG/NAPA. Vol. Especial VIII SINAGEO. n. 1, set, 2010.

MATALLO JÚNIOR, H. **Indicadores de desertificação: histórico e perspectivas.** Brasília: UNESCO. 2001.

MEDEIROS, M. S. *et al.* A saúde no contexto do polo gesso de Araripina-Pernambuco, Brasil. **Revista Saúde e Sociedade.** vol. 19. nº 2. São Paulo. 2010.

MENDES, B. V. **Alternativas tecnológicas para a agropecuária do semi-árido**. 2. ed. São Paulo: Nobel. 1985.

\_\_\_\_\_. **Biodiversidade e desenvolvimento sustentável do Semi-Árido**. 1. ed. Fortaleza: SEMACE. v. 1. 1997.

MENDONÇA, F; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Texto. 2007. 206 p.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Nova delimitação do Semi-Árido Brasileiro**. Brasília: MIN: Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional. 2005.

MITTERMEIER, R. A. Uma breve história da conservação da biodiversidade no Brasil. *In: Revista Megadiversidade*. Vol. 1. n. 1. Jul 2005.

MMA. **Avaliação ambiental estratégica**. Brasília. 2002. 92 p.

MONTEIRO, C. A. F. **Geossistema – a história de uma procura**. São Paulo: Contexto. 2003. (Coleção Novas Abordagens, Geosp 3).

MORAIS, J. O. Minerais e rochas industriais: conceituação, aplicação e abrangência. *In: MORAIS, J. O; SALES, F. A. C. B; SOUSA, J. F. (orgs.). Rochas industriais – pesquisa geológica, exploração, beneficiamento e impactos ambientais*. Fortaleza: Realce. 2003. p. 17-30.

MOREIRA, R. **Geograficidades das coisas geográficas**. Vitória da Conquista: UESB. Palestra concedida em 15 dez. 2011.

MORIN, E. **O método – a natureza da natureza**. 2. Ed. Porto Alegre: Sulina. 2008.

MUMFORD, L. **A cidade na história: suas origens, transformações e perspectivas**. Tradução de Neil R. da Silva. São Paulo: Martins Fontes. 1998.

NASCIMENTO, F. R; SAMPAIO, J. L. F. Geografia física, geossistemas e estudos integrados da paisagem. *In: Revista da Casa da Geografia de Sobral*, v. 6/7, p. 167-179, 2006.

OLIVEIRA, V. P. V. A problemática da degradação dos recursos naturais no domínio dos sertões secos do Estado do Ceará – Brasil. *In: SILVA, J. B. et al. Litoral e sertão – natureza e sociedade no nordeste brasileiro*. Fortaleza: Expressão Gráfica. 2006. p. 209-222.

ORTIZ, A. G; ARIAS, M. C. M. El paisaje como tema transversal en el diseño curricular base de la educación obligatoria. *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, Barcelona, n. 267, 2001. Disponível em: <<http://www.ub.es/geocrit/b3w-267.htm>>. Acesso em: 13 maio. 2013.

PÁDUA, M. T. J. *et al.* **Os parques nacionais do Brasil**. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, Brasília. 1978.

PARAHYBA, R. E. R. Economia mineral do Semiárido. *In: DNPM. Mineração no Semiárido Brasileiro*. Brasília. 2009.

- PARENTE, A. M. M; SANTANA, A. N. C. A Feira do Aprazível: mudanças e perspectivas no espaço urbano. P. 29-43. In: HOLANDA, V. C. C; CARACRISTI, I. (orgs.). **Sociedade e natureza no semiárido: desafios e olhares geográficos**. Sobral: EGUS. 2013.
- PEREZ FILHO, A. Sistemas ambientais e sociedade. In: OLIVEIRA, M. P; COELHO, M. C. N; CORRÊA, A. M. (org.). **O Brasil, a América Latina e o Mundo: Espacialidades Contemporâneas (I)**. Rio de Janeiro: Lamparina, 2008, v. 1, p. 362-372.
- PEREZ FILHO, A.; QUARESMA, C. C. Ação antrópica sobre as escalas temporais dos fenômenos geomorfológicos. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. V. 12, n. 03. P. 83-90. 2011.
- PILDAS, L. **História de Coreaú (1702-2002)**. Fortaleza: Expressão Gráfica. 2003.
- PRADO, D. E. As Caatingas da América do Sul. In: LEAL, I. R. *et al.* **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE. p. 03-74. 2003.
- PROJETO RADAMBRASIL. **Levantamento de recursos naturais**. Rio de Janeiro: MME. 1981.
- PROJETO RADAMBRASIL. **Mapa metalogenético preliminar**. 1981. Escala 1:1.000.000.
- RIBASKI, J. *et al.* **Sabiá (Mimosa Caesalpiniaefolia) – árvore de múltiplo uso no Brasil**. Embrapa: Colombo/PR. Comunicado Técnico 104. 2003.
- RIBEIRO, A. G. As escalas do clima. **Boletim de Geografia Teórica**, 23 (45-46): 288-294, 1993.
- RICARDI-BRANCO, F; CAIRES, E. T; SILVA, A. M. Levantamento de ocorrências fósseis nas pedreiras de calcário do Subgrupo Irati no estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**. 38(1): 78-86, março de 2008.
- ROCHA, Y. T. Paisagens urbanas brasileiras e a Teoria Geográfica da Paisagem. In: TERRA, C. G; ANDRADE, R. (Org.). **Paisagens culturais: contrastes sul-americanos**. 1. ed. Rio de Janeiro (RJ): Escola de Belas Artes/UFRJ, v. 1, p. 123-141. 2008.
- RODRIGUES, C. Teoria geossistêmica e sua contribuição aos estudos geográficos e ambientais. **Revista do Departamento de Geografia**, 14 (2001) 69-77.
- RODRIGUEZ, J. M. M; SILVA, E. V; LEAL, A. C. **Paysage y geosistema: apuntes para una discusión teórica**. Revista Geonorte. Ed. Especial. v. 1. n. 4. 2012. p. 78-90.
- RODRIGUEZ, J. M; SILVA, E. V. **Planejamento e gestão ambiental: subsídios da Geocologia das Paisagens e da Teoria Geossistêmica**. Fortaleza: Edições UFC. 2013.
- ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. In: **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo. FFLCH/USP. 1992. P. 17-29.

\_\_\_\_\_. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental.** São Paulo: Oficina de Textos. 2006.

ROUGERIE, G. e BEROUTCHACHVILI, N. L. **Géosystèmes et paysages. Bilan et méthodes.** Paris: Armand Colin, 1991.

RUCKERT, A. A. A Política Nacional de Ordenamento Territorial – Brasil: Uma política territorial contemporânea em construção. *In: IX Colóquio Internacional de Geocrítica.* Porto Alegre: UFPR. Junho. 2007. Disponível em: <http://www.ub.edu/geocrit/9porto/aldomar.htm>. Acesso em: 30 nov. 2013.

RYLANDS, A. B. e BRANDON, K. **As unidades de conservação brasileiras.** *In: Revista Megadiversidade.* Vol. 1. n. 1. Jul 2005.

SÁ, I. B. *et al.* Degradação ambiental e reabilitação natural do trópico semi-árido brasileiro. *In: Conferência Nacional e Seminário Latino Americano de Desertificação.* Fortaleza, CE. 1994.

SALES, V. C. Geografia, sistemas e análise ambiental: abordagem crítica. **GEOUSP – Espaço e Tempo**, São Paulo, Nº 16, pp. 125 - 141, 2004.

SALES, M. C. L; OLIVEIRA, J. G. B. Análise da degradação ambiental no núcleo de desertificação de Irauçuba. *In: SILVA, J. B. et al. (orgs.) Litoral e sertão: natureza e sociedade no nordeste brasileiro.* Fortaleza: Expressão Gráfica. 2006. p. 223-232.

SÁNCHEZ, R. O; SILVA, T. C. Zoneamento ambiental: uma estratégia de ordenamento da paisagem. **Cadernos de Geociências**, Rio de Janeiro, n. 14, p. 47-53, abr./jun. 1995.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental – conceitos e métodos.** São Paulo: Oficina de Textos. 2008.

SANTANA, M. O. (org.). **Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil.** Brasília: MMA. 2007.

SANT'ANNA NETO, J. L. Clima e organização do espaço. **Boletim de Geografia.** UEM. v. 16, n. 1 (1998).

SANTOS, M. **O espaço dividido.** São Paulo: Edusp. 2008.

SANTOS, C. A. P. **Entre o porto e a estação: cotidiano e cultura dos trabalhadores urbanos de Camocim/CE – 1920-1970.** Recife: UFPE. Tese (Doutorado em História). 2008.

SANTOS, F. L. A; SOUZA, M. J. N. Caracterização geoambiental do planalto cuestasiforme da Ibiapaba – Ceará. *In: Revista Geonorte.* Edição Especial, V.2, N.4, p.301 –309, 2012.

SEBRAE RN. **Diagnóstico sócio-econômico e ambiental da indústria da cal no município de Apodi/RN.** Terra Assessoria e Consultoria Ambiental. 2012.

SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS DO CEARÁ. **Atlas eletrônico de recursos hídricos do Estado do Ceará.** Disponível em: [www.shr.ce.gov.br](http://www.shr.ce.gov.br). Acesso em: 28 set 2014.

SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO E DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (SEID). MINEROPAR. **Perfil da indústria de rochas calcárias**. CURITIBA. 1999.

SILVA, J. C.; ALBUQUERQUE, F. N. B.; NASCIMENTO, M. C. . As comunidades remanescentes de quilombos das regiões da Baía de Camamu (BA) e do Núcleo Picinguaba do Parque Estadual da Serra do Mar (SP): um olhar sob a perspectiva socioambiental. **Revista Homem, Espaço e Tempo**, v. VII, p. 33-52, 2013.

SILVA, C. P.; RODRIGUES, A. B.; DIAS, M. S. A. **Percepção de caieiros quanto às consequências do trabalho no processo saúde-doença**. In: Revista de Saúde Pública. v.41 n.5. São Paulo. out. 2007.

SILVA, J. M. C. et al. (orgs.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília. DF: Ministério do Meio Ambiente: Universidade Federal de Pernambuco. 2003. 382 p.

SILVA, M. M. (coord.). **O Norte Cearense**. Recife: SUDENE. 1985. (Série Estudos Regionais, 12).

SILVA, E. V. *et al.* Caracterização dos elementos naturais da paisagem e utilização dos recursos naturais. In: SAMPAIO, J. L. F.; VERÍSSIMO, M. E. Z.; SOUZA, M. S. (orgs.). **A comunidade Tremembé: meio ambiente e qualidade de vida**. Fortaleza: INESP. 2002. p. 18-59.

SILVA, S. K. **As práticas de ecoturismo no Parque Nacional de Ubajara no Estado do Ceará – Brasil**. Natal: UFRN. Monografia (Bacharelado em Turismo). 2013. 73 f.

SILVEIRA, C. M.; SALES, T. B. Entre a fábrica e a foto: narrativas e imagens na construção de um diálogo sobre o mundo do trabalho em Sobral. In: **Anais do I Encontro Internacional História, Memória, Oralidade e Culturas**. Fortaleza: UECE. 2012.

SOCIEDADE NORDESTINA DE ECOLOGIA. **Mapeamento da mata Atlântica, seus ecossistemas: Ceará**. Relatório Técnico. SNE. Recife-PE. 2002.

SOTCHAVA, V. B. **O estudo do geossistema**. Trad. MONTEIRO, C. A. F.; ROMARIZ, D. A. São Paulo: IG-USP. 1977.

SOUSA, J. F.; VIDAL, F. W. H. **Rochas carbonáticas**. CETEM: Rio de Janeiro. 2005.

SOUZA, B. I.; MARTINS, V. L. Infiltração da água em solos de zona semiárida e sua relação com os processos de desertificação. **Boletim Gaúcho de Geografia**. Jul. 2012. Págs. 25-40.

SOUZA, M. J. N. **Geomorfologia dos vales do Acaraú e Coreaú**. São Paulo: USP. Tese (Doutorado em Geografia). 1981.

STÁLIN, J. V. **Sobre o Materialismo Dialético e o Materialismo Histórico**. Trad. Fernando A. S. Araújo. 1938. Disponível em: <http://www.marxists.org/portugues/stalin/1938/09/mat-dia-hist.htm>. Acesso em: 29 jun 2014.

TABARELLI, M.; VICENTE, A. Conhecimento sobre plantas lenhosas da Caatinga: lacunas geográficas e ecológicas. In: SILVA, J.M.C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M.T.; LINS, L.V. (orgs.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília: MMA, 2004. p. 101-111.

TROPPEMAIR, H; GALINA, M. H. Geossistemas. **Mercator** – Revista de Geografia da UFC, ano 05, número 10, 2006.

VALLEJO, L. R. Unidade de conservação: uma discussão teórica a luz dos conceitos de território e de políticas públicas. In: **GEOgraphia**, Vol. 4, nº 8. 2002.

VELLOSO, A. L. *et al.* (eds.). **Ecorregiões para o Bioma Caatinga**. Brasília: Instituto de conservação ao Ambiental The Nature Conservancy do Brasil; Recife; Associação de Plantas do Nordeste, 2002. 76 p.

VENTURI, L. A. B. **Parque Nacional das Emas: gestão e degradação**. São Paulo: USP. Dissertação (Mestrado em Geografia Física). 1993.

\_\_\_\_\_. Recurso natural: a construção de um conceito. **Revista GEOUSP** – Espaço e Tempo. São Paulo. n. 20. 2006. pp. 09-17.

\_\_\_\_\_. **Oriente Médio: o compartilhamento e a tecnologia revertendo a perspectiva de escassez hídrica e conflitos**. São Paulo: USP. Tese (Livre Docência). 2012.

VIDAL, F. W. H. *et al.* **Rochas e minerais industriais do Estado do Ceará**. Fortaleza: CETEM/ UECE/ DNPM/ FUNCAP/ SENAI. 2005.

VITTE, A. C. **Abordagens ambientais na Geografia contemporânea**. In: Palestra no XIII SBGFA. Viçosa/MG: UFV. 2009.

VITTE, A. C. Os fundamentos metodológicos da geomorfologia e sua influência no desenvolvimento das ciências da terra. In: VITTE, A. C; GUERRA, A. J. T. (Org.). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertand Brasil, 2012, p. 23-48.

VOTORANTIM CIMENTOS. **Linha do tempo**. 2012. Disponível em: <http://www.votorantimcimentos.com.br/htms-ptb/Default.htm>. Acesso em: 21 jan 2014.

ZACHARIAS, A. A. **Geossistemas físico e técnico-sócio-econômico numa visão sistêmica e integrada**. Expressão (Guaxupé), Guaxupé/MG, v. 3, p. 119-150. 2003.