

## Compartimentação Geoambiental da Mesorregião do Sul Cearense

Gleuba Maria Borges de Souza Carvalho<sup>1</sup>  
Marcos José Nogueira de Souza<sup>1,2</sup>  
Silvania Maria dos Santos<sup>1</sup>  
Maria Aldemisa Gadelha de Almeida<sup>1</sup>  
Manuel Rodrigues de Freitas Filho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME  
Av. Rui Barbosa, 1246 - 60115-221 - Fortaleza - CE, Brasil  
{gleuba, silvania, aldemisa, freitas}@funceme.br

<sup>2</sup>Universidade Estadual do Ceará - UECE  
Caixa Postal 1531 - 60740-000 - Fortaleza - CE, Brasil  
marcosnogueira@fortalnet.com.br

**Abstract.** The geoenvironmental compartments were defined based on the integration of the landscape and the geocological components that compose the natural potential and the derived biological exploration. A interpretation of the ETM LANDSAT satellite image was used to delimitate the environments. It emphasizes the main environmental attributes that indicates the potentiality or limitation conditions. The map contemplates the environmental systems and subsystems in scale of 1:250.000.

**Palavras-chave:** remote sensing, environmental system, compartment, sensoriamento remoto, sistemas ambientais, compartimentação.

### 1. Introdução

Para a elaboração do Diagnóstico Geoambiental da Mesorregião do Sul Cearense, os estudos se fundamentam na concepção geossistêmica, considerando o contexto das variáveis físicas e bióticas, as relações entre os subsistemas naturais e as condições do uso e ocupação que encerram a realidade estática e dinâmica do espaço. Foram obtidas informações integradas em uma base geográfica, de modo a classificar o território de acordo com a sua capacidade de suporte.

As análises setoriais apenas servem de meios para integração dos componentes. Adotam-se procedimentos que conduzem à delimitação dos sistemas ambientais, em consonância com pressupostos metodológicos integrativos capazes de apreender as relações de interdependência dos componentes físico-bióticos.

Os conjuntos ambientais são hierarquizados em domínios naturais, sistemas e subsistemas ambientais, configurados em mapas organizados em duas escalas previamente selecionadas (1:250.000 e 1:100.000), delimitados na interpretação de imagens orbitais e com rigoroso controle de campo.

Os estudos mostram que os sistemas ambientais tendem a apresentar um arranjo espacial decorrente da similaridade de relações entre os componentes naturais – de natureza geológica, geomorfológica, hidroclimática, pedológica e bioecológica – materializando-se nos diferentes padrões de paisagens.

Considerando-se que os sistemas ambientais são integrados por variados elementos que mantêm relações mútuas e são continuamente submetidos aos fluxos de matéria e de energia, cada sistema representa uma unidade de organização do ambiente natural. Em cada sistema verifica-se, comumente, um relacionamento harmônico entre seus componentes, dotados de

potencialidades e limitações próprias sob o ponto de vista de recursos ambientais. Como tal, reagem também de forma singular no que tange às condições históricas de uso e ocupação.

Considerando os pressupostos retromencionados, o estudo tem como objetivos:

- identificar e caracterizar as principais variáveis ambientais relativas ao *suporte* (condições geológicas, geomorfológicas e hidrogeológicas), ao *envoltório* (clima e hidrologia de superfície) e à *cobertura* (solos e condições de biodiversidade);
- elaborar o diagnóstico ambiental do meio físico-biótico com base na aplicação de metodologia sistêmica;
- delimitar, mediante interpretação em imagens orbitais, os sistemas e subsistemas ambientais, com base nas relações entre os componentes do potencial ecológico e da exploração biológica, definindo a compartimentação geoambiental;
- apresentar as condições atuais de uso e ocupação da terra, indicativas do grau de conservação ou de degradação da área estudada;
- indicar as potencialidades, as limitações e a ecodinâmica dos sistemas ambientais, definindo sua capacidade de suporte;
- identificar impactos que afetam os sistemas e os subsistemas ambientais.

## 2. Estratégias Metodológicas e Operacionais

Os resultados do presente estudo decorrem de uma revisão sistemática dos levantamentos anteriormente procedidos sobre a base dos recursos naturais. As análises desse material e a interpretação em produtos de sensoriamento remoto, além dos trabalhos de campo, para fins de reconhecimento da verdade terrestre, constituem os meios utilizados para o alcance dos objetivos propostos.

As análises temáticas são apresentadas de modo a demonstrar o estreito relacionamento entre os componentes geoambientais. Estas análises, são conduzidas de modo a definir as características das diversas variáveis que compõem o meio físico. Sequencialmente, são apresentadas as condições litoestratigráficas e as características das feições morfogenéticas; características climáticas e hidrológicas; e, finalmente, distribuição dos solos, suas principais propriedades e os padrões de cobertura vegetal. Essa seqüência apresenta uma cadeia de produtos parciais que expõe uma relação de dependência entre as variáveis geoambientais. Cada uma delas se apóia nas anteriores e fundamenta as seguintes.

Na caracterização do meio físico, é apresentada uma proposta de síntese da compartimentação geoambiental, sustentada na análise das variáveis anteriormente referidas e nas relações mútuas dessas variáveis. São realizadas integrações parciais entre os componentes, de modo a definir o significado geoambiental das variáveis relacionadas com o “*suporte*,” com o “*envoltório*” e com a “*cobertura*”. Visa-se, com isso, a atender os pressupostos de uma análise integrada do ambiente físico-natural.

Nessa etapa prioriza-se a visão de totalidade para a caracterização dos sistemas ambientais. Destacam-se, nesse aspecto, as concepções metodológicas consagradas em trabalhos ligados aos diagnósticos ambientais.

Os sistemas e subsistemas ambientais são delimitados em função de combinações mútuas específicas entre as variáveis abióticas e bióticas. Destacando-se as diversidades internas dos sistemas, são delimitadas as unidades elementares contidas em um mesmo sistema de relações. Sob esse aspecto, a concepção de paisagem assume significado na delimitação dos subsistemas, em virtude da exposição de padrões uniformes ou relativamente homogêneos, perceptíveis nas imagens orbitais. A paisagem encerra o resultado da combinação dinâmica e instável de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem dessa paisagem um conjunto único e indissociável em perpétua evolução.

Na preparação da legenda do mapa da compartimentação geoambiental, são destacadas as características dos principais atributos ambientais. Estas serviram de base para indicar condições potenciais ou limitativas, quanto às possibilidades de uso dos recursos naturais e das reservas ambientais.

Com o objetivo de avaliar a dinâmica ambiental e o estado de evolução dos sistemas e subsistemas, são estabelecidas categorias de meios ecodinâmicos, com base em critérios de Tricart (1977). Cada categoria de meio está associada ao comportamento e à vulnerabilidade das condições geoambientais em função dos processos degradacionais.

A organização do mapeamento é feita com base na interpretação em imagens de sensoriamento remoto, em produtos cartográficos básicos e temáticos disponíveis e a partir dos trabalhos de campo.

A partir do conhecimento e da análise integrada dos atributos geoambientais mencionados e para a individualização dos espaços territoriais modificados ou não pelos fatores econômicos e sociais, foram adotadas as seguintes estratégias metodológicas:

a) identificação e delimitação dos sistemas e subsistemas ambientais homogêneos configurados no mapa dos sistemas ambientais, inicialmente na escala de 1:250.000, para permitir a visão sinóptica. Tais sistemas e subsistemas são resultantes do agrupamento de áreas dotadas de condições específicas quanto às relações mútuas entre os fatores do potencial ecológico (fatores abióticos) e aqueles da exploração biológica, compostos essencialmente pelo mosaico de solos e pela cobertura vegetal. Esse mapa é organizado mediante a interpretação das imagens de sensoriamento remoto, uma vez que a individualização dos sistemas e subsistemas é, quase sempre, facilmente perceptível nas imagens orbitais. Também foi utilizado o acervo cartográfico temático disponível, oriundo de levantamentos sistemáticos dos recursos naturais, sendo essas informações, posteriormente, checadas em campo;

b) análise das condições atuais de uso e ocupação do solo, também indicativas do grau de conservação ou de degradação dos recursos naturais das áreas estudadas, por meio da interpretação das imagens e das observações no campo;

c) análise e interpretação de produtos de sensoriamento remoto, seguindo uma legenda temática previamente estabelecida, tendo em vista os diversos estudos temáticos e as integrações parciais e progressivas desses temas, com a utilização de imagens do sensor ETM<sup>+</sup> do satélite LANDSAT - 7, correspondentes às cenas 216.065 e 217.065, tomadas em 2002. Nestas imagens, além das três bandas espectrais de 30 metros, incluiu-se uma banda pancromática com resolução espacial de 15 metros e com nível de correção, apresentado pela empresa distribuidora das imagens, com precisão de cerca de 1(um) pixel, ou seja 30 metros. As interpretações, entretanto, foram realizadas em imagens sintéticas - resultantes da fusão de 3 bandas selecionadas do ETM (banda 3, banda 4 e banda 5) com a imagem pancromática, o que origina uma composição colorida com resolução espectral correspondente às bandas ETM e resolução espacial da banda pancromática -15 metros.

d) utilização de geoprocessamento na preparação da cartografia básica e temática elaborada mediante o Sistema SPRING, contendo as principais informações planialtimétricas e aquelas referentes aos temas abordados, na escala de 1:250.000;

e) levantamentos de campo para fins de reconhecimento da verdade terrestre sob o ponto de vista dos recursos naturais e das condições de ocupação e exploração desses recursos;

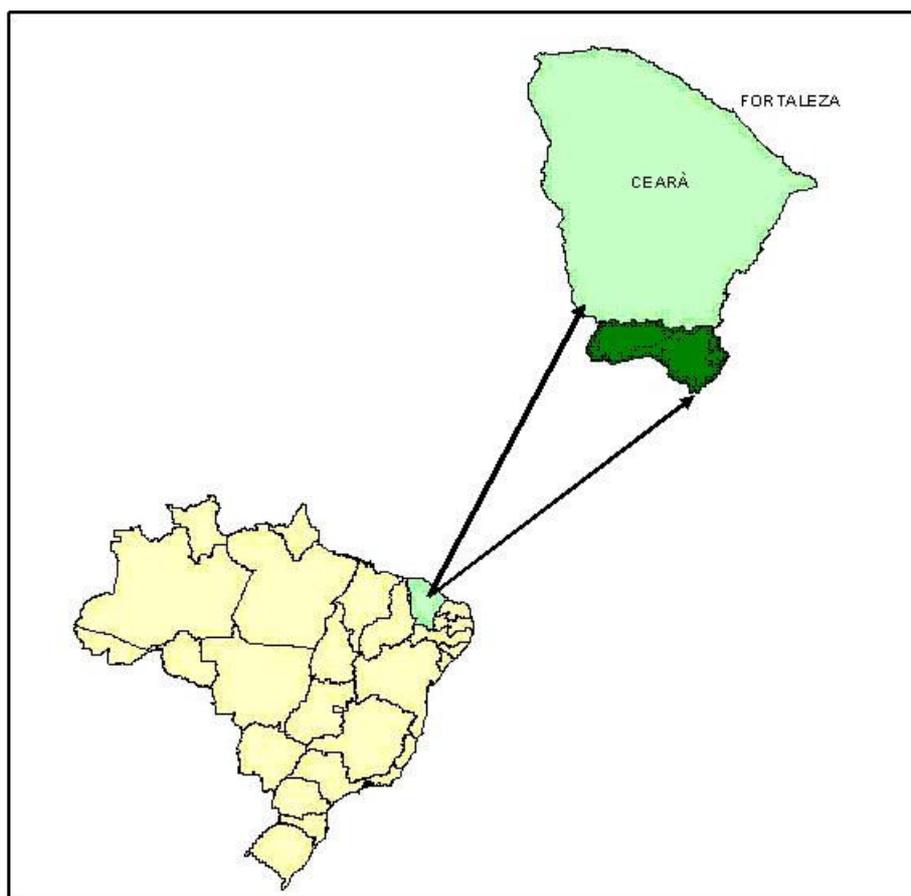
f) elaboração final das cartas temáticas com os sinais convencionais e legendas; e

g) análise ecodinâmica - procedida com base em critérios consagrados, com as necessárias adaptações às características naturais da área. São consideradas como categorias de ambientes as seguintes: 1- ambientes estáveis; 2- ambientes de transição (*intergrade*) e 3- ambientes fortemente instáveis. Cada uma dessas categorias, definidas e enquadradas para os

diferentes sistemas, serviu de base para avaliar a tipologia da vulnerabilidade ambiental, impactos e comprometimento ambiental.

### 3. Configuração Ecogeográfica da Mesorregião

A Mesorregião do Sul Cearense se inscreve na porção meridional do Estado do Ceará entre os paralelos  $06^{\circ} 46' 07''$  a  $07^{\circ} 51' 25''$  latitude sul e  $38^{\circ} 22' 09''$  a  $40^{\circ} 35' 59''$  de longitude oeste de *Greenwich*. **Figura 1.**



**Figura 1** – Localização da área do estudo

Abrange uma área com cerca de  $14.800 \text{ km}^2$ , limitando-se ao sul com o Estado de Pernambuco, ao oeste com o Piauí e ao leste com a Paraíba.

Trata-se de uma das áreas que abrange parcela muito significativa da bacia sedimentar do Araripe, circundada parcialmente, por terrenos paleozóicos, e na quase totalidade por terrenos pré-Cambrianos do embasamento cristalino.

A área da bacia do Araripe, expõe a chapada de denominação homônima, que possui níveis altimétricos entre 800 e 900m e têm os arenitos Cretáceos da Formação Exu como mantenedora do relevo. A Chapada é divisor de águas das bacias hidrográficas dos rios Jaguaribe, São Francisco e Parnaíba. Possui extensão leste – oeste com cerca de 180 km e largura em torno de 50 – 70 km em sentido sul – norte.

Ao longo da sua borda norte-oriental, desenvolve-se a região do Cariri cearense que se apresenta como um brejo de encosta e de vales espriados, decorrentes de uma ramificação generalizada da drenagem. Nos rebordos da Chapada, originam-se mais de duas centenas de fontes perenes ou sazonais que drenam na direção do vale do Cariri e contribuem para o enriquecimento dos recursos hídricos regionais.

Excluindo a área da Chapada e do seu entorno imediato, submetidas a condições climáticas subúmidas e com totais pluviométricos superiores a 900mm, grande parte da Mesorregião tem clima semi-árido quente. Ele exerce sua influência nos sertões periféricos da chapada do Araripe que se estendem ao norte dos seus contrafortes e compõem a ampla depressão periférica meridional do Ceará. Há, com efeito, um contraste altimétrico nítido entre os dois macrocompartimentos de relevo predominantes: o da superfície de cimeira da chapada do Araripe (800 – 900 m) e a depressão periférica sertaneja (350 – 450 m). Sobre o nível da depressão emergem, topograficamente, níveis serranos dos maciços cristalinos e as cristas residuais, oriundos que são do trabalho seletivo da erosão diferencial. Embutidas na depressão periférica sertaneja, expandem-se as planícies fluviais que bordejam as calhas fluviais convergentes para o principal coletor de drenagem regional – o rio Salgado.

Os recursos hídricos da Mesorregião dependem, de modo significativo, das influências morfoestruturais e climáticas. Nos sertões da depressão periférica meridional semi-árida, a rede de drenagem é muito ramificada, subdendrítica e alguns rios possuem controle estrutural. Na chapada do Araripe, a alta permeabilidade das rochas sedimentares limita o escoamento superficial e favorece a elevada percolação de água para alimentar os aquíferos. Desse modo, a escassez ou ausência de rios é compensada pelo maior potencial de águas subterrâneas que ressurgem nas bordas norte – orientais da Chapada.

Os solos exibem maior diversidade de associações no entorno sertanejo da depressão periférica meridional. A complexidade do mosaico de solos decorre dos mais diferenciados tipos de combinações entre os fatores e processos pedogenéticos. Na chapada, as condições ambientais mais homogêneas encerram menor variedade de tipos e de associações de solos, onde há significativa preponderância de Latossolos e Neossolos Quartzarênicos. Nos sertões há maior ocorrência de solos rasos ou mais fortemente erodidos das classes de Neossolos Litólicos, Luvisolos, Planossolos, Vertissolos e Afloramentos rochosos. Nos maciços residuais, as classes de Neossolos Litólicos, Argissolos e Afloramentos rochosos. Nas planícies fluviais sertanejas há evidente primazia de Neossolos Flúvicos, muitas vezes associados a Planossolos e Vertissolos.

Das relações que se estabelecem entre os fatores do potencial ecológico (fatores abióticos) e da exploração biológica (fatores bióticos), resultam as características do recobrimento vegetal. Na depressão periférica, onde há maior escassez de umidade e maiores taxas de evaporação, há primazia de vegetação de caatingas que ostentam variados padrões fisionômicos e florísticos. As matas ciliares que recobriam primariamente as planícies aluviais estão fortemente descaracterizadas pelos desmatamentos desordenados. No acesso ao nível de cimeira da chapada do Araripe, os patamares se revestem de matas secas ou de faixas de transição com as matas de encostas e com os cerrados, cerradões e carrascos do altiplano sedimentar.

As marcas da ação antrópica são evidentes em toda a Mesorregião do Sul Cearense, destacando-se como mais evidentes: os desmatamentos desordenados; manejo não adequado dos recursos hídricos e dos solos; caça predatória; ocupação de áreas de preservação permanente; aceleração dos processos erosivos com a conseqüente ablação dos horizontes superficiais dos solos; intensificação do assoreamento dos rios e pequenos açudes; comprometimento das fontes e ressurgências nas bordas norte – orientais da chapada do Araripe; queimadas indiscriminadas, inclusive na área da FLONA; contaminação dos solos e dos recursos hídricos, dentre outras.

#### 4. Categorias Espaciais dos Sistemas e Subsistemas Ambientais da Mesorregião

Foram os seguintes Sistemas e Subsistemas Ambientais identificados no mapeamento.

**Quadro 1.**

SISTEMAS AMBIENTAIS	SUBSISTEMAS AMBIENTAIS
Chapada do Araripe Patamares de Entorno (Cp)	Platô oriental revestido por cerrado/cerradão; Platô ocidental revestido por carrasco; Patamares norte-ocidentais; Patamares orientais do cariri cearense; Patamares de Missão Velha; Patamares de Mauriti; Patamares de Brejo Santo; Patamares do Araripe; Altos estruturais.
Tabuleiros Interiores com Coberturas Sedimentares (Tc)	Tabuleiros interiores norte ocidentais; Tabuleiros de Salitre;
Vales Úmidos e Alvéolos e Vales Secos (Vs)	Planícies fluviais do cariri; Planícies fluviais da depressão periférica meridional do Ceará.
Maçiços e Cristas Residuais (Mr)	Serra de São Pedro; Serra do Quincuncá; Baixos maciços e cristas residuais.
Sertões da Depressão Periférica Meridional do Ceará (Sm)	Sertões de Aurora/Granjeiro; Sertões de Barro; Sertões de Jati; Sertões de Penaforte; Sertões de Juazeiro do Norte; Sertões de Nova Olinda/Farias Brito; Sertões de Assaré/Altaneira; Sertões de Campos Sales; <u>Sertões de Potengi.</u>

Os sistemas e subsistemas ambientais derivados da auto-organização da biosfera em um ambiente físico, praticamente já não existem em função do processo histórico de uso e ocupação da terra e da exploração predatória dos recursos naturais.

O mapa resultante, contempla os sistemas e subsistemas ambientais em escala 1:250.000.

**Figura 2.**

