

**MINISTÉRIO DE PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO**  
**FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**  
**IBGE**  
**DIRETORIA DE GEOCIÊNCIAS**  
**1ª DIVISÃO DE GEOCIÊNCIAS DO NORDESTE - DIGEO 1/NE.1**

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA DO RIO JAGUARIBE**

**DIRETRIZES GERAIS PARA A ORDENAÇÃO TERRITORIAL**

**LUIZ CARLOS SOARES GATTO**  
**(Supervisor)**

**Salvador**  
**1999**

**Presidente do IBGE**

Sérgio Besserman Viana

**Diretor da Diretoria de Geociências - DCG**

Guido Gelli

**Chefe do Departamento de Recursos Naturais - DERNA**

Celso José Monteiro Filho

**Chefe da Primeira Divisão de Geociências do Nordeste – DIGEO1/NE.1**

Roberval Matos Rocha

**Chefe do Serviço de Estudos Ambientais – DIGEO1/NE.1 – SE.02**

Helge Henriette Sokolonski

**EQUIPE TÉCNICA**

**Supervisor**

Luiz Carlos Soares Gatto - Geógrafo

**AUTORES**

Margarete Prates Rivas - Geógrafa

Francisco Ferreira Fortunato - Geólogo

Adauto Lima Santiago Filho - Geólogo

Flavio Cordeiro Oliveira - Geólogo

Luiz Carlos Soares Gatto - Geógrafo

Rita de Cássia Moreira Brito Cunha - Geógrafa

José Henrique Vilas Boas - Geógrafo

Geraldo César Vieira Costa Pinto - Geógrafo

Helge Henriette Sokolonski - Engenheiro Agrônomo

**APOIO TÉCNICO**

Equipe de Informática do Setor de Tratamento Gráfico da DIGEO/NE.1-ST.21

Equipe de Cartografia do Serviço de Geodésia e Cartografia da DIGEO/NE.1-SE.1/ST.11

Normatização Bibliográfica

Maria Ivany Cardoso de Lima - Bibliotecária

# SUMÁRIO

- 1 – Apresentação
- 2 - Características Gerais
- 3 - Referencial Metodológico
  - 3.1 - Levantamentos e Interpretações Temáticas
  - 3.2 - Setorização Geoambiental
- 4 - Zoneamento Geoambiental
  - 4.1 - Estrutura e Dinâmica Geoambiental
- 5 - Sócio-Economia
  - 5.1 - Demografia e Urbanização
  - 5.2 - População Economicamente Ativa
  - 5.3 - Hierarquia dos Centros Urbanos
  - 5.4 - Saneamento Básico
  - 5.5 - Estrutura Fundiária e Utilização Das Terras
- 6 - Uso da Terra
- 7 - Recursos Hídricos
  - 7.1 - Recursos Hídricos Superficiais
  - 7.2 - Recursos Hídricos Subterrâneos
- 8 - Recursos Minerais
- 9 - Considerações Finais
- 10 - Bibliografia

## TABELAS:

Tabela 1 - População Residente

Tabela 2 - População Residente por Microrregião em 1980, 1991 e Crescimento Populacional

Tabela 3 – População Residente por Situação de domicílio para 1980, 1991 e Crescimento Populacional

Tabela 4 – Distribuição Percentual da PEA segundo setores de atividade

Tabela 5 – Domicílio por Abastecimento de Água segundo as Microrregiões e os Municípios

Tabela 6 – Domicílio por Destino do Lixo

Tabela 7 – Domicílio por Uso e Escoamento de Instalações Sanitárias

Tabela 8 – Estrutura Fundiária – Área dos Estabelecimentos

Tabela 9 – Estrutura Fundiária – Número dos Estabelecimentos

Tabela 10 – Utilização das Terras

Tabela 11 – Descargas Extremas observadas em Postos Fluviométricos

## FIGURAS

Fig. 1 – Localização da Bacia do Rio Jaguaribe

Fig. 2 – Tipologia Climática

Fig. 3 – Roteiro Metodológico

Fig. 4 – Crescimento Populacional 1980 e 1991

Fig. 5 - População Residente 1980 e 1991

Fig. 6 – População Residente por Situação de Domicílio

Fig. 7 – Tipologia dos Centros Urbanos

Fig. 8 – Tipologia dos Centros Urbanos – Centro de Zona

Fig. 9 – Uso da Terra

Fig. 10 – Localização das Principais Sub-bacias

Fig. 11 – Qualidade das Águas Superficiais

Fig. 12 – Qualidade das Águas Subterrâneas

Fig. 13 – Principais Depósitos Minerais

## **1. APRESENTAÇÃO**

O presente estudo trata do Diagnóstico Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe, desenvolvido pela Divisão de Geociências do IBGE-BA.

Os estudos tiveram como objetivo a setorização geoambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe, visando: conhecer as potencialidades e limitações dos recursos naturais, e os processos e fatores da organização do espaço; identificar problemas geoambientais; indicar áreas prioritárias para detalhamento dos estudos visando o uso racional das terras, águas e dos recursos vegetais e minerais.

Culmina este estudo multidisciplinar com a elaboração do Mapa de Potencial Geoambiental, acompanhado do relatório técnico final.

## 2. CARACTERÍSTICAS GERAIS

A bacia hidrográfica do rio Jaguaribe está situada em sua quase totalidade dentro dos limites do Estado do Ceará, com ínfima parcela estendendo-se ao sul para o Estado de Pernambuco, ocupando parte dos municípios de Exu, Moreilândia e Serrita. Ocupa cerca de 51,9% da área total do estado, balizando-se entre as coordenadas de 4°30' e 7°45' de latitude sul e 37°30' e 41°00' de longitude oeste (Fig.1).

A área total da bacia é de aproximadamente 75.669 km<sup>2</sup> e as cabeceiras de suas sub-bacias servem de limite entre o Ceará e os Estados do Piauí, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte.

Com uma extensão de cerca de 610 km, desde as nascentes a sudoeste até o litoral a nordeste, o rio Jaguaribe e seus tributários percorrem uma região dominada, basicamente, pelas formações vegetais da Savana Estépica (Caatinga) e as de Tensão Ecológica, do tipo contato Savana-Estepe na região da Serra do Pereiro e Estepe-Floresta Estacional no setor extremo sul.

A distribuição climática, de acordo com a metodologia adotada ( IBGE, no prelo) indica quatro tipos climáticos: úmido, subúmido, semi-árido e árido, além de três tipos de transição, úmido a subúmido, subúmido a semi-árido e semi-árido a árido, sendo que 60% da bacia é abrangida pelo clima semi-árido, que ocorre no sentido NE-SO, desde as proximidades do litoral até o extremo sudoeste (Fig.2).

O período crítico e com maior deficiência hídrica ocorre entre os meses de julho a novembro, com pequenas variações, para uma área onde as pluviosidades máximas e mínimas anuais estão entre 1.270 mm e 470 mm.

A região de maior destaque e importância climática na bacia do Jaguaribe é o *front* da Chapada do Araripe, onde ocorre o clima úmido, não podendo deixar de citar também a Serra do Pereiro. O clima úmido é dominante na região de Carriacú, onde observa-se um índice de pluviosidade em torno de 1.200 mm anuais, deficiência hídrica de 320 mm, com cinco meses de déficit hídrico, excedente hídrico de 400 mm anuais, com três meses de excedente hídrico. A temperatura média anual é de 23°C.

A zona de transição climática úmida para subúmida, na região do Araripe apresenta uma deficiência hídrica de 450 mm anuais, excedente hídrico de 200 mm anuais, temperatura média anual de 25°C e uma pluviometria média anual de 1.000 a 1.100 mm.

Na região climática subúmida, verifica-se uma pluviometria média anual de 900 a 1.000 mm, uma temperatura média anual entre 25°C e 26°C, um excedente hídrico de 100 a 200 mm anuais, com dois meses de excedente hídrico, uma deficiência hídrica de 500 a 600 mm anuais, com sete meses de déficit hídrico.

A zona de transição climática subúmido a semi-árido ocorre em três regiões distintas: no topo da Chapada do Araripe, em uma faixa estreita no sentido NE-SO, onde estão as localidades de Catarina, Piquet Carneiro e Milhã, e uma área localizada ao sul do açude de Orós, estendendo-se tanto para SE como para SO. As temperaturas médias anuais são de 24°C a 26°C no topo da Chapada do Araripe, uma pluviometria média anual de 800 a 900 mm, um excedente hídrico de 0 a 50 mm anuais, gerando um a dois meses com excedente; a deficiência hídrica é de 600 mm a 700 mm anuais, com sete a oito meses com déficit.

O clima semi-árido na bacia do Jaguaribe apresenta uma pluviosidade média anual de 700 mm a 800 mm, a temperatura média anual entre 26°C e 27°C, uma deficiência hídrica de 700 a 800 mm anuais, com oito a nove meses com déficit, o excedente hídrico sendo de 0 mm anuais.

A transição climática semi-árido a árido ocorre numa pequena faixa ao sul da bacia, com temperaturas médias anuais em torno dos 24°C, com pluviometria média anual de 600 mm a 700 mm, uma deficiência hídrica em torno de 800 mm anuais e atinge de oito a nove meses com déficit hídrico, não havendo excedente nesta zona climática.

O clima árido apresenta um índice pluviométrico de 500 mm a 600 mm anuais, uma deficiência hídrica superior a 900 mm anuais, com dez a onze meses de déficit hídrico, excedente hídrico de 0 mm e temperatura média anual em torno de 27°C.

As formas de relevo mais comuns na área são os dissecados com diversos níveis de aprofundamento, predominando aqueles com topos convexizados a agu-

çados e com encostas retilíneas a convexas, além de cristas de grandes dimensões, que normalmente balizam os dissecados. Este conjunto, de uma maneira geral, obedece a orientação estrutural SO-NE, sendo isto mais notável no Planalto Sertanejo.

Áreas planas ocorrem em toda a bacia, porém isoladas entre si, como a Chapada do Araripe, a Planície do Jaguaribe, os Tabuleiros do Baixo Jaguaribe, os Tabuleiros Costeiros, a Depressão de Iguatu e a Chapada do Apodi. Não constituem grandes extensões, mas são extremamente importantes do ponto de vista econômico.

Conjuntos de serras com níveis altimétricos de até 1.000 m em alguns casos acham-se concentrados na Serra do Pereiro, nas Serras Residuais, ou em blocos mais elevados e destacados, como no Planalto Sertanejo.

Estes relevos se desenvolvem sobre litologias predominantemente pré-cambrianas, destacando-se os migmatitos, gnaisses, xistos, filitos, serpentinitos, anfibolitos, além de granitos, dioritos, granodioritos e outros, pertencentes aos Complexos Nordestinos, Trindade, Itatira e ao Grupo Ceará. Secundariamente destacam-se os depósitos sedimentares do Grupo Araripe, Apodi e Rio do Peixe, com arenitos, calcários, folhelhos, argilitos e coberturas terciário-quadernárias do Grupo Barreiras, além de aluviões e depósitos dunares.

Os solos são geralmente pouco profundos, pedregosos, com fertilidade média a alta. As principais ocorrências são de Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos, Solos Litólicos eutróficos, Planossolos Solódicos e Bruno Não Cálcicos.

A bacia do Jaguaribe possui baixa perspectiva em reserva de águas subterrâneas, pois a quase totalidade de sua área situa-se em rochas cristalinas de baixo potencial hídrico. A exceção são os aquíferos da Chapada do Araripe, que formam sistemas livres, com potencial relativamente alto.

A rede de drenagem possui um nítido controle estrutural, com cursos retilinizados, mudanças de cursos marcantes, devido à influência de fraturamentos e falhamentos.

A área em estudo compreende 17 microrregiões, com o total de 80 municípios no Estado do Ceará e 3 no Estado de Pernambuco, sendo que vários destes estão incluídos apenas parcialmente.

A contagem populacional em 1996 registra para a área um total de 2.064.535 habitantes, o que proporciona uma densidade demográfica de 27,28 hab/km<sup>2</sup>. A distribuição percentual da PEA apresenta-se concentrada no setor primário da economia.

Os municípios compõem a unidade espacial básica para o levantamento dos dados estatísticos, a fim de caracterizar os aspectos econômicos, demográficos e sociais da área. Os Sistemas Naturais (Geossistemas), conceituados a seguir, grupam municípios que apresentam semelhanças quanto às características sociais e econômicas e ao fluxo de subordinação dos centros urbanos.

### **3. REFERENCIAL METODOLÓGICO**

Os estudos apoiaram-se na concepção holístico-sistêmica, como referencial para a integração dos componentes geoambientais e sócio-econômicos que formam os conjuntos de unidades espaciais, consideradas como Sistemas Naturais ou Geossistemas. Nestes, os elementos interdependentes funcionam harmonicamente, conduzidos por fluxos de energia, de modo que cada um dos seus componentes reflete sobre os outros as mudanças neles impostas por estímulos externos.

Conduzidos por esta concepção, os estudos descartam a abordagem meramente setorial que enfatiza individualmente a vegetação, a água, os minerais, etc. para deter-se na análise integrada e nas correlações entre todos esses componentes, guiados pelos princípios de interdisciplinaridade.

Esses estudos tiveram como objetivo específico identificar os Sistemas Naturais (Geossistemas), definidos de acordo com seus atributos e propriedades físicas e bióticas, que exprimem seus potenciais de oferta e limitações ecológicas, correspondentes a cada área diferenciada. Constituem a base para a realização do diagnóstico ambiental. A execução dos trabalhos seguiu o roteiro metodológico apresentado na Fig.3 , que engloba uma série de procedimentos, agrupados em fases sucessivas, descritas sucintamente a seguir.

#### **3.1. Levantamentos e Interpretações Temáticas**

Esses procedimentos objetivaram o conhecimento dos dados temáticos e informações básicas sobre os atributos e propriedades dos componentes físicos e bióticos através dos estudos geológicos, geomorfológicos, pedológicos, climáticos e fitogeográficos.

Os dados temáticos provêm dos levantamentos de recursos naturais realizados pelo Projeto RADAMBRASIL, escala 1:1.000.000, com base em imagens de radar na escala 1:250.000 e imagens de satélite Landsat TM, também na escala 1:250.000.

A orientação metodológica resultou em mapa de potencial geoambiental e relatório.

## Enfoques Temáticos

Os estudos geológicos identificaram as unidades geotectônicas e litoestratigráficas, bem como as feições estruturais existentes na área. Tais estudos, envolvendo etapas de caracterização das rochas quanto à sua composição, e de levantamento e análise das ocorrências minerais, revelaram parâmetros imprescindíveis para se definir a compartimentação morfoestrutural e subsidiarem os elementos pedológicos. Além disto permitem configurar a área em termos de suas potencialidades minerais e hídricas.

Os estudos geomorfológicos foram conduzidos para a análise da morfologia e morfometria, visando subsidiar a compartimentação morfoestrutural e a análise dos processos morfogenéticos e morfopedológicos para a avaliação ecodinâmica, bem como a base das correlações entre a pedogênese e a morfogênese.

Os estudos pedológicos resultaram do mapeamento das associações de solos e apoiaram as sínteses interdisciplinares para a definição das interdependências entre os solos, os materiais originários das rochas e da evolução morfogenética. As classes de solos contidas nas associações analisadas visaram a delimitação das combinações morfopedológicas.

Os estudos climáticos ressaltaram as influências do regime hídrico, encarado como um fator favorável ou limitante face aos demais componentes dos sistemas. Os parâmetros utilizados foram a temperatura média anual, a pluviosidade média anual e a evapotranspiração potencial, que definiram os climas regionais.

O estudo fitogeográfico consistiu em sintetizar os inventários da vegetação para a definição das Regiões, Formações e Sub-formações, incluindo a vegetação secundária. O confronto dos tipos de vegetação com seus suportes físicos possibilitou a percepção do condicionamento exercido pelos elementos climato-hídricos e morfopedológicos.

Esses estudos forneceram as bases para a interpretação dos temas, o que permitiu a integração destes conhecimentos, a fim de definir favorabilidades e restrições aos usos dos recursos naturais e a setorização da área em unidades territoriais dinâmicas.

### **3.2. - Setorização Geoambiental**

Corresponde à caracterização da estrutura da área e da dinâmica dos espaços diferenciados que representam Sistemas Naturais (Geossistemas), compostos pela combinação de Unidades Elementares.

Consiste de correlações interdisciplinares segundo as relações de causa e efeito dos componentes do sistema. Os dados geológicos e paleoclimáticos correlacionados possibilitaram analisar as influências tectônicas e litoestruturais sobre a configuração morfológica e a distribuição da drenagem, resultando na delimitação de componentes morfoestruturais. Sobre esses compartimentos, a análise das associações de solos, relacionados aos tipos genéticos de modelado, distinguem unidades morfopedológicas. Essas associações, examinadas através dos parâmetros que indicam resistências e sensibilidades dos ambientes, considerados de acordo com suas dinâmicas próprias, identificaram as unidades que compõem os sistemas.

As unidades definem uma porção do território com elevado grau de coerência ecológica. O Mapa do Potencial Geoambiental, na escala de 1:600.000, anexo, representa os Sistemas Naturais (Geossistemas) por cores e conjuntos alfanuméricos, nos quais os algarismos romanos indicam os Sistemas Naturais identificados (I,II,III, etc.), seguidos de letras minúsculas (a, b, c, etc.) relativas às Unidades Elementares.

As unidades, avaliadas de acordo com os parâmetros favoráveis e limitantes às modificações ecodinâmicas, foram classificadas segundo os graus de vulnerabilidade: muito fraco, fraco, moderado, forte e muito forte.

Os resultados desses estudos são considerados como passo inicial para o entendimento da resistência oferecida pela natureza, estruturada em unidades dinâmicas, aos processos desencadeados pelas ações antrópicas que modificam o equilíbrio dos sistemas naturais.

## 4. ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL

### 4.1. Estrutura e Dinâmica Geoambiental

A bacia hidrográfica do rio Jaguaribe foi compartimentada, conforme a diversidade do seu quadro natural, em unidades geoambientais denominadas de geossistemas, os quais estão divididos em geofácies, que correspondem a unidades elementares de maior coerência. Os geossistemas foram agrupados em regiões em função das características fitoecológicas e dos seus condicionantes climáticos e estão cartografados no Mapa de Potencial Geoambiental.

#### *Região da Savana Estépica (Caatinga)*

O domínio da Savana Estépica coloniza a maior extensão da bacia hidrográfica do rio Jaguaribe, dominada por clima semi-árido e clima subúmido a semi-árido, caracterizado pela irregular e concentrada distribuição pluviométrica, com valores anuais entre 600 e 1.200 mm, dos quais grande parte desta precipitação (80%) ocorre no período janeiro a maio. As elevadas médias de temperatura, oscilando entre 24 e 27°C, concorrem para uma taxa de evapotranspiração potencial muito elevada e uma deficiência hídrica de 500 a 1.200 mm anuais, entre 8 a 12 meses. Neste regime climático, sobre solos oriundos de rochas do embasamento cristalino, rochas sedimentares e coberturas detrito-lateríticas, o domínio fitoecológico da Savana Estépica, aparece em formações características e bem definidas da Savana Estépica Florestada, Savana Estépica Arborizada e Estepe Parque.

Dentre as espécies arbóreas mais representativas da Savana Estépica Florestada incluem-se: pau d'arco amarelo (Tabebuia chrysotricha (Mart. ex DC.) Standley), angico (Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan), pau branco (Auxemma onocalyx (Fr. Allemão) Taubert), aroeira (Astronium urundeuva (Fr. Allemão) Engler), catingueira (Caesalpinia pyramidalis Tul.), pereiro (Aspidosperma pyrifolium Mart.), quixabeira (Bumelia sartorum Mart.), mulungu (Erytrina velutina Willd.). Nas áreas mais úmidas ao longo das drenagens, a quixabeira (Bumelia sartorum Mart.) e o mulungu (Erytrina velutina Willd.) dominam.

A Savana Estépica Arborizada caracteriza-se por uma fisionomia constituída de pequenas árvores, esparsamente distribuídas, a exemplo do marmeleiro (Croton sp.), da jurema (Mimosa tenuiflora (Willd.) Poir) e do mufumbo (Combretum leprosum Mart.), entremeadas de plantas suculentas como o facheiro (Pilosocereus piauhiensis (Guerke) Byl. Et Rowl.) e o mandacaru (Cereus jamacaru DC.), com um estrato herbáceo estacional entre scrubs perenes espinhosos.

Esta formação em geral é conseqüência da intervenção humana que degrada a vegetação lenhosa. Como resultado do intenso uso da pecuária e extração de madeira, desenvolve-se um tipo bem definido de unidade florística denominada Estepe Parque, caracterizada por homogeneidade vegetal, acompanhada por um tapete graminóide.

Nesta região distinguem-se as seguintes unidades geoambientais:

#### I - Tabuleiros Costeiros

Situam-se na porção norte da área mapeada, conectando o litoral e envolvendo setores da planície do baixo Jaguaribe. As altitudes médias estão na faixa de 70 m e abrangem uma área de 778 km<sup>2</sup>.

São caracterizados pela superfície plana, conservada, pouco inclinada e limitada no litoral por falésias vivas e mortas. Constituem-se de sedimentos do Grupo Barreiras, com camadas sub-horizontais, de espessuras variáveis, geralmente mergulhando para E e para N.

Estão recobertos por uma camada arenosa, também aplanada, e com espessura variável nos setores mais interiorizados, enquanto nas proximidades do litoral avolumam-se os depósitos de areias, constituindo dunas de dimensões, formas e alturas variadas.

As dunas móveis ocupam a área costeira com uma faixa variável de poucas centenas de metros de largura. As dunas fixas estão recobertas por vegetação Pioneira Marinha Arbustiva e alcançam cotas superiores a 50 metros, localizando-se à retaguarda daquelas móveis, com pequenas extensões e núcleos isolados no interior dos tabuleiros.

Os Tabuleiros Costeiros estão recobertos por Savana Estépica (Caatinga), em grande parte substituída por vegetação secundária, e extensas plantações de caju. Em termos pedológicos, predominam Areias Quartzosas distróficas e Areias Quartzosas Marinhas distróficas. Estes solos, derivados de sedimentos terció-quaternários (Grupo Barreiras) e de sedimentos marinhos, apresentam textura arenosa essencialmente quartzosa. Esta textura arenosa e constituição mineralógica essencialmente quartzosa condicionam uma baixa capacidade de armazenamento de água, baixa capacidade de retenção de cátions e baixa disponibilidade de nutrientes para as plantas, o que provoca fortes restrições à utilização agrícola.

A drenagem superficial é incipiente e está limitada a pequenos cursos, de caráter intermitente, posicionados nas partes mais baixas dos relevos, inexistindo nos topos. O clima é seco, com 7 a 8 meses secos durante o ano.

Os principais atributos das geofácies que integram esta unidade estão descritos no quadro abaixo.

a	Planos retocados por drenagens incipientes, com declives de 0 a 3%, contendo Areias Quartzosas distróficas, submetidas a ação de processos de infiltração e localmente remobilização do material arenoso pelo vento. Vulnerabilidade natural forte.
b	Dunas fixas resultantes da remobilização de areias marinhas por processos eólicos, colonizados por vegetação Pioneira Marinha Arbustiva. Vulnerabilidade natural extremamente forte.
c	Dunas móveis resultantes da remobilização eólica de areias marinhas. Vulnerabilidade natural extremamente forte.

O Geossistema Tabuleiros Costeiros define um agrupamento que engloba parcialmente os municípios de Aracati, Fortim, Itaiçaba e Jaguaruana.

## II - Tabuleiros do Baixo Jaguaribe

Localiza-se predominantemente ao norte do rio Banabuiú além de pequeno setor disposto na margem esquerda do baixo rio Jaguaribe. A altitude média situa-se num nível de 0 a 100 m, cobrindo cerca de 4.479 km<sup>2</sup> da totalidade da área.

A principal característica é a superfície aplainada, recoberta por espessa capa arenosa-argilosa de cor esbranquiçada, limitada por escarpas erosivas, bem marcadas ou dissimuladas. O relevo plano apresenta-se localmente retocado, podendo apresentar declives pouco acentuados e áreas com vales de fraca incisão e rampas mais íngremes.

Os solos predominantes são Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos, argila de atividade baixa, textura arenosa/média, derivados de sedimentos terciário-quaternários, Planossolos Solódicos, com argila de atividade alta, textura arenosa/média e Solos Litólicos eutróficos textura arenosa e média, relacionados ao Complexo Nordestino. Os Podzólicos são eutróficos e abruptos e ocorrem em áreas de relevo plano e suave ondulado. Apresentam boas reservas de nutrientes que favorece seu aproveitamento para a agricultura, mas exigem cuidados no manejo porque são altamente susceptíveis à erosão. Os Planossolos apresentam fortes restrições à utilização agrícola em função dos elevados teores de sódio trocável, restrição à circulação da água e penetração pelas raízes em decorrência do adensamento do horizonte B. A vegetação predominante é Savana Estépica (Caatinga), quase toda ela secundária e substituída em grande parte por extensas plantações de caju. Parte da atividade econômica também está voltada para a pecuária extensiva e para a agricultura tradicional com o cultivo de produtos para a subsistência.

A rede de drenagem tem aprofundamento fraco e o padrão sub-paralelo, ocorrendo ainda a presença de lagoas.

Os principais atributos das geofácies que integram esta unidade estão descritos no quadro abaixo.

a	Planos retocados com declives predominantemente de 0 a 3%, inumados por coberturas areno-argilosas onde desenvolvem-se solos Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos, textura arenosa/média, sob a ação de processos de escoamento difuso e erosão laminar ligeira. Vulnerabilidade natural moderada.
b	Planos retocados com declives predominantemente de 0 a 3%, onde desenvolvem-se Planossolos Solódicos, textura arenosa/média, submetidos à ação de escoamento difuso e erosão laminar moderada. Vulnerabilidade natural forte.
	Vales com fraca incisão, com declives de 2 a 8%, onde desenvolvem-se

c	Planossolos Solódicos, textura arenosa média, associados a Solonetz Solodizados, submetidos a processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural forte.
d	Rampas com declives de 3 a 20%, contendo Solos Litólicos eutróficos, textura arenosa e média, submetidos a processos de escoamento semi-concentrado. Vulnerabilidade natural moderada.
e	Planos retocados com declives predominantemente de 3 a 8%, onde desenvolvem-se solos Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos, textura média/argilosa, submetidos a processos de escoamento difuso e erosão laminar ligeira. Vulnerabilidade natural fraca.

Os Tabuleiros do Baixo Jaguaribe definem um agrupamento que engloba total ou parcialmente os seguintes municípios: Itaíçaba, Ibicuitinga, Jaguaruana, Limoeiro do Norte, Morada Nova, Palhano e Russas.

### III - Chapada do Apodi

Está situada no setor nordeste da área à margem direita do rio Jaguaribe, sendo constituída por sedimentos cretácicos das Formações Jandaíra e Açú, no nível altimétrico médio de 40 m e ocupando uma extensão areal de 1.973,33 km<sup>2</sup>.

É caracterizada por uma superfície plana, formando um patamar de acesso ao topo da chapada, onde se confundem parte da planície aluvial e os arenitos Açú e calcário Jandaíra, localmente ondulados, e rampas no contato com níveis mais elevados. As encostas são marcadas por uma dissecação mais acentuada, sendo observados alguns desmoronamentos, ravinas incipientes e sulcos mais acentuados, em função do escoamento das águas superficiais.

A drenagem é subparalela, com aprofundamento incipiente, não formando canais expressivos. A vegetação, quase toda secundária, constituía-se originalmente de Savana Estépica (Caatinga) e é entremeada por plantios tradicionais como milho e feijão, além de criatório extensivo. Ocorrem nesta unidade Cambissolos eutróficos, argila de atividade alta e textura argilosa, derivados de rochas carbonatadas do Grupo Apodi, em área de relevo plano. Estes solos apresentam elevada fertilidade natural e grande potencial para uso agrícola. Secundariamente, ocorrem Podzólicos

Vermelho-Amarelos distróficos, argila de atividade baixa, textura arenosa a média, em relevo plano e suave ondulado, derivados de arenitos da Formação Açu e Vertissolos, em relevo plano, derivados de calcários da Formação Jandaíra. Os processos de escoamento que ocorrem neste geossistema são difusos e concentrados.

Os principais atributos das geofácies que integram esta unidade estão descritos no quadro abaixo.

a	Planos regulares com declive de 0 a 5%, contendo Cambissolos eutróficos, textura argilosa, sob a ação de processos de escoamento difuso e infiltração. Vulnerabilidade natural fraca.
b	Plano retocado por drenagem de primeira ordem com declives de 0 a 5%, contendo solos Podzólicos Vermelho-Amarelos distróficos, textura arenosa/média, sob ação de processos de escoamento difuso e infiltração. Vulnerabilidade natural moderada.
c	Rampas com incipiente dissecação e declives de 0 a 6%, contendo Vertissolos, sob ação de processos de escoamento difuso e localmente concentrado. Vulnerabilidade natural moderada.

A Chapada do Apodi define um agrupamento formado pelos municípios de Jaguaruana, Limoeiro do Norte, Quixeré, Tabuleiro do Norte, Potiretama e Alto Santo.

#### IV - Planície do Jaguaribe

Este geossistema engloba as áreas de acumulação fluvial mais expressivas e, com certa continuidade, acompanhando os cursos dos principais rios da bacia do rio Jaguaribe, neste caso o próprio Jaguaribe, o Banabuiú e o Salgado.

Estende-se deste o litoral até aproximadamente o centro da área, com largura variável, atingindo amplitude máxima em torno de 14 km. As altitudes variam de 0 a cerca de 200 m e sua distribuição espacial é de 1.930,66 km<sup>2</sup>.

Tratam-se de depósitos holocênicos que ocorrem nos leitos dos rios, recobrendo rochas pré-cambrianas, mesozóicas e cenozóicas. São areias finas a grosseiras, cascalhos e argilas com matéria orgânica em decomposição, formando as planí-

cies e os terraços fluviais. De espessura variável, em alguns locais, onde o material existe em pouca quantidade, chega a expor o substrato rochoso.

Os pontos de maior largura exibem marcas de paleodrenagens, diques marginais, além de marcas de sulcamento e desbarracamento nas margens. A cobertura vegetal dominante é Savana Estépica (Caatinga), sendo intensa a presença de grandes carnaubais. Os solos predominantes são Aluviais eutróficos, com argila de atividade alta e textura indiscriminada, Vertissolos, Planossolos Solódicos e Solonetz Solodizados, todos desenvolvidos a partir de sedimentos fluviais. Na foz, relacionados a depósitos flúvio-marinhos, ocorrem solos cuja gênese está relacionada à alta concentração de sódio no ambiente, que são os Solonchak Sódicos e Solos Indiscriminados de Mangues.

Por sua fertilidade e disponibilidade de água este geossistema é intensamente utilizado, sendo elevada a densidade demográfica nas suas proximidades.

Os principais atributos das geofácies que integram esta unidade estão descritos no quadro abaixo.

a	Planícies e terraços com diques marginais e marcas de paleodrenagens, contendo Solos Aluviais eutróficos, textura indiscriminada, e subordinadamente Vertissolos, Planossolos Solódicos e Solonetz Solodizado sob a ação de processos de acumulação e erosão por escoamento concentrado com desbarracamento das margens côncavas. Vulnerabilidade natural muito forte.
b	Planícies flúvio-marinhas contendo Solonchak Sódico, textura indiscriminada, e Solos Indiscriminados de Mangues, colonizadas por vegetação marinha de restinga arbustiva. Resulta dos processos de acumulação fluvial e marinha, sujeito a inundações periódicas. Vulnerabilidade natural extremamente forte.

A Planície do Jaguaribe define um agrupamento que inclui total ou parcialmente os municípios de Aracati, Itaiçaba, Jaguaruana, Alto Santo, Limoeiro do Norte, Morada Nova, Quixeré, Russas, São João do Jaguaribe, Tabuleiro do Norte, Jaguaretama, Jaguaribara, Jaguaribe, Icó, Iguatu e Quixelô.

## V - Depressão Sertaneja

Situada na porção centro-norte da bacia ocupa uma extensão de 22.596,65 km<sup>2</sup> e uma altitude de até 300 m. Circunda os compartimentos mais elevados da área, o que denota o seu caráter de depressão periférica.

Caracteriza-se por apresentar uma topografia predominantemente plana com pequenos setores apresentando uma dissecação incipiente traduzidos por colinas e cristas. Elaborada em rochas do embasamento cristalino tais como migmatitos, metassedimentos, núcleos granitóides, etc., por ação dos processos de intemperismo, e remoção dos detritos por escoamento difuso e concentrado. Observa-se o efeito da erosão seletiva configurado por relevos residuais (*inselbergs*) distribuídos isoladamente ou formando grupamentos a exemplo das Serras Residuais. Os solos, em geral, são pouco espessos, pedregosos e desenvolvidos a partir da alteração de rochas do embasamento cristalino. Predominam Solos Litólicos de textura arenosa e média, Bruno Não Cálcicos, textura média/argilosa, Planossolos Solódicos, argila de atividade alta e baixa e textura arenosa/média e Podzólicos Vermelho-Amarelos, argila de atividade baixa textura média/argilosa.

As condições de semi-aridez tendem a assumir maior expressividade, o que se evidencia pela espessura mínima das alterações e pelo recobrimento generalizado da superfície por material pedregoso.

Os principais atributos das geofácies que integram esta unidade estão descritos no quadro abaixo.

a	Planos retocados com declives de 0 a 7%, contendo solos Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos textura arenosa/média, sob ação de processos de escoamento difuso e infiltração. Vulnerabilidade natural fraca.
b	Rampas suavemente dissecadas em lombas com declives de 3 a 8%, contendo solos Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos, textura média/argilosa, sob a ação de processos de escoamento concentrado e difuso. Vulnerabilidade natural fraca.
c	Planos retocados com declives de 2 a 8% contendo solos Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos, textura média/argilosa, sob ação de processos de escoamento difuso. Vulnerabilidade natural fraca.

d	Rampas suavemente dissecadas em lombas com declives de 0 a 8%, contendo solos Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos, textura médio/argilosa, sob a ação de processos de escoamento semiconcentrado e difuso. Vulnerabilidade natural fraca.
e	Colinas amplas com declives de 3 a 20%, contendo solos Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos, textura média/argilosa, sob a ação de processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural moderada.
f	Cristas com declives de 15 a 45%, contendo solos Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos, textura média/argilosa, sob a ação de processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural forte.
g	Plano retocado com declives de 1 a 6%, contendo Planossolos Solódicos, textura arenosa/média, sob a ação de processos de escoamento difuso. Vulnerabilidade natural forte.
h	Rampas dissecadas em lombas com declives de 2 a 8%, contendo Planossolos Solódicos, textura arenosa/média, sob a ação de processos de escoamento difuso e concentrado. Vulnerabilidade natural forte.
i	Depressão com declives de 0 a 4%, contendo Planossolos Solódicos vérticos derivados de dioritos, textura arenosa/média e argilosa, sob a ação de processos de escoamento difuso. Vulnerabilidade natural forte.
j	Cristas com declives de 20 a 75%, contendo Solos Litólicos eutróficos, textura arenosa e média, sob ação de processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural extremamente forte.
k	Superfícies colinosas com declives de 5 a 20%, contendo solos Bruno Não Cálcicos, textura média/argilosa, sob a ação de processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural extremamente forte.
l	Superfícies colinosas pedregosas com declives de 4 a 20%, contendo Solos Litólicos eutróficos, textura arenosa e média, com freqüentes intercalações de afloramentos rochosos, sob a ação de processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural muito forte.
m	Planos retocados compondo extensas lombas, com freqüentes intercalações de afloramentos rochosos, com declives de 3 a 15%, contendo Solos Litólicos eutróficos, pedregosos, textura arenosa e média, associados a Solonetz Solodizados, submetidos a processos de escoamento difuso e

	concentrado. Vulnerabilidade natural muito forte.
n	Superfícies colinosas com declives de 3 a 20%, contendo Solos Litólicos, textura arenosa e média, pedregosa, com freqüentes intercalações de afloramentos rochosos, sob a ação de processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural muito forte.
o	Colinas com declives de 20 a 45%, com Solos Litólicos eutróficos, textura média e arenosa, pedregosos, com freqüentes intercalações de afloramentos rochosos, submetidos a processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural muito forte.
p	Planos retocados com declives de 0 a 8%, contendo Regossolos eutróficos, com freqüentes intercalações de afloramentos rochosos, submetidos a processos de escoamento difuso. Vulnerabilidade natural moderada.
q	Superfícies colinosas com declives de 3 a 20%, contendo solos Bruno Não Cálcicos, textura média/argilosa, associados a Solos Litólicos, submetidos a processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural forte.
r	Plano dissecados em lombas com declives de 1 a 8%, contendo solos Bruno Não Cálcicos, textura média/argilosa, pedregosos e localmente vérticos, submetidos a processos de escoamento difuso. Vulnerabilidade natural moderada.
s	Planos dissecados com declives de 0 a 8%, contendo Solonetz Solodizados, associados a Planossolos Solódicos, submetidos a processos de escoamento difuso. Vulnerabilidade natural forte.
t	Planos dissecados com declives de 0 a 8%, contendo solos Bruno Não Cálcicos, textura média/argilosa, localmente vérticos e com horizonte C carbonático, submetidos a processos de escoamento difuso. Vulnerabilidade natural moderada.
u	Planos retocados com declives de 0 a 3%, contendo Vertissolos, associados a Solonetz Solodizado e Solos Litólicos, submetidos à ação de processos de escoamento difuso. Vulnerabilidade natural fraca.
v	Planos retocados com declives de 0 a 3%, contendo Solonetz Solodizado, textura arenosa/média e argilosa, submetidos a processos de escoamento difuso. Vulnerabilidade natural forte.

w	Planos retocados pedregosos, com declives de 0 a 8%, contendo Planossolos Solódicos, textura arenosa/média e argilosa, associados a Solos Litólicos e Bruno Não Cálcicos, submetidos a processos de escoamento difuso. Vulnerabilidade natural forte.
---	---

A Depressão Sertaneja define um agrupamento de municípios dos mais extensos da bacia do Jaguaribe, composto total ou parcialmente por: Itatira, Monseñor Tabosa, Banabuiú, Boa Viagem, Madalena, Quixadá, Quixeramobim, Acopiara, Deputado Irapuan Pinheiro, Milhã, Piquet Carneiro, Senador Pompeu, Solonópole, Alto Santo, Ibicuitinga, Limoeiro do Norte, Morada Nova, São João do Jaguaribe, Tabuleiro do Norte, Jaguaretama, Jaguaribara, Jaguaribe, Ererê, Iracema, Pereiro, Potiretama, Cedro, Icó, Orós, Quixelô, Baixio, Ipaumirim, Lavras da Mangabeira e Umari. Quixadá, Quixeramobim, Limoeiro do Norte e Icó.

#### VI - Serras Residuais

Localizadas predominantemente na porção noroeste da bacia, ocupando uma área de 1.190 km<sup>2</sup>, compõem-se de relevo montanhoso compartimentado em blocos isolados com altitude média de 500 m, que se destacam na superfície plana da Depressão Sertaneja.

Constituídas por rochas metassedimentares, migmatitos e núcleos granitóides, submetidos a processos de dissecação diferencial, onde ocorrem Solos Litólicos de textura arenosa. Contêm áreas favoráveis à atividade agrícola por apresentarem melhores condições edáficas e climáticas em relação às áreas circundantes ou desenvolvem-se Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos, argila de atividade baixa, textura média/argilosa.

Citam-se como principais maciços que compõem este geossistema a serra de Orós e as serras do Machado e das Matas.

A serra de Orós destaca-se como grande alinhamento de cristas dispostas em direção norte-sul, com extensão de 150 km. Apresenta altitudes em torno de 650 m, tendo topo muito aguçado e vertentes íngremes, seccionadas pelo rios Jaguaribe e

Banabuiú e pelo riacho do Sangue, que abrem grandes boqueirões, atualmente barrados pela construção de açudes.

As serras do Machado e das Matas, localizadas na região de Itatira, salientam-se como um conjunto montanhoso dissecado em cristas, dispostas segundo a direção preferencial N-S, e escarpas íngremes em vales encaixados em “V”. Nesse conjunto as condições de umidade favorecem o estabelecimento de uma morfogênese química e um maior desenvolvimento de solos.

Os principais atributos das geofácies que integram esta unidade estão descritos no quadro abaixo.

a	Planos dissecados em lombas com declives de 3 a 8%, contendo solos Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos, textura média/argilosa, associados a Solos Litólicos, submetidos a processos de escoamento semi-concentrados. Vulnerabilidade natural fraca.
b	Cristas com declives de 15 a 45%, contendo solos Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos, textura média/argilosa, sob a ação de processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural forte.
c	Cristas com declives de 20 a 75%, contendo Solos Litólicos eutróficos, textura arenosa e média, sob a ação de processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural extremamente forte.
d	Colinas amplas com declives de 3 a 20%, contendo solos Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos, textura média/argilosa, sob a ação de processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural moderada.

As Serras Residuais definem um agrupamento composto pelos municípios de Itatira, Monsenhor Tabosa, Banabuiú, Boa Viagem, Madalena, Quixadá, Quixeramobim, Solonópole, Jaguaribe e Orós, todos eles incluídos parcialmente dentro deste geossistema.

## VII - Depressão de Iguatu

Localiza-se na porção centro-oriental da bacia, no contato entre o Planalto Sertanejo e a Depressão Sertaneja, ocupando uma área não-contínua de 778 km<sup>2</sup> com altitude média de 250 m.

Apresenta-se como uma depressão em relação ao Planalto Sertanejo, confundindo-se altimetricamente com a Depressão Sertaneja, estando em alguns locais em nível inferior a esta.

O relevo é plano em quase toda a extensão, apresentando rampas nos contatos com outras unidades. Alguns setores apresentam-se ligeiramente dissecados, com formas alongadas e níveis mais elevados que o entorno, com drenagem incipiente pouco aprofundada. Litologicamente se distingue, da base para o topo, por sedimentos imaturos, mal-selecionados, com intercalações pelíticas. Segue-se uma sedimentação pelítica e camadas fossilíferas com restos de peixes, fragmentos ósseos e vegetais, arenitos calcíferos e níveis carbonáticos fossilíferos. Os solos predominantes são Vertissolos, derivados de sedimentos carbonatados e dos depósitos fluviais, e Podzólicos Vermelho-Amarelos, com argila de atividade baixa e textura média/argilosa, desenvolvidos a partir de pedimentos.

A vegetação original é a Savana Estépica (Caatinga), que foi substituída por culturas cíclicas, em quase toda a sua extensão, restando apenas núcleos de vegetação secundária. Em função da grande atividade agrícola, apresenta-se alta a densidade demográfica.

Os principais atributos das geofácies que integram esta unidade estão descritos no quadro abaixo.

a	Planos retocados com declives de 0 a 7%, contendo solos Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos, textura arenosa/média, sob a ação de processos de escoamento difuso e infiltração. Vulnerabilidade natural moderada.
b	Rampas com dissecção incipiente e declives de 0 a 6%, contendo Vertissolos, sob a ação de processos de escoamento difuso e localmente concentrado. Vulnerabilidade natural moderada.
c	Superfícies colinosas com declives de 3 a 20%, contendo Bruno Não Cálcicos, textura média/argilosa, associados a Solos Litólicos, submetidos a processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural forte.

A Depressão de Iguatu define um agrupamento composto pelos municípios de Iguatu, Jaguaribe, Icó, Orós e Quixelô com áreas total ou parcialmente nela incluídas.

### VIII - Planalto Sertanejo

Situado na porção centro-sul da bacia, dispõe-se de forma semicircular, bordejando a Chapada do Araripe e a Serra Grande, e é circundado pela Depressão Sertaneja. Ocupa uma área de 25.823 km<sup>2</sup>, com predominância de cotas de 350 m. Caracteriza-se por uma intensa dissecação do relevo resultando em cristas e colinas dispostas, geralmente, seguindo uma direção preferencial SO-NE e S-N. Trata-se de uma área com um quadro estrutural de lineamentos que representam zonas de falha, onde grandes falhamentos atingem ortogonalmente a costa e se refletem no relevo através de extensos alinhamentos de cristas, geralmente paralelas entre si, algumas semi-circulares, outras retilíneas intercaladas por áreas deprimidas colinosas. Estes relevos estão entalhados em zonas de intensa migmatização, predominando rochas gnaisse-granito-migmatíticas, e subordinadamente rochas metassedimentares e diques ácidos e intermediários. Nesta unidade ocorrem predominantemente Podzólicos Vermelho-Amarelos, com argila de atividade baixa e textura média/argilosa, Solos Litólicos textura arenosa e Bruno Não Cálcicos textura média/argilosa, todos desenvolvidos a partir da alteração de rochas do Complexo Nordeste.

O Planalto Sertanejo se inclui na categoria de “Serras Secas” submetidas às deficiências hídricas típicas de clima semi-árido que condicionam o revestimento da superfície por vegetação de Savana Estépica (Caatinga).

Os principais atributos das geofácies que integram esta unidade estão descritos no quadro abaixo.

a	Cristas com declives de 15 a 45%, contendo solos Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos, textura média/argilosa, sob a ação de processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural forte.
b	Colinas amplas com declives de 3 a 20%, contendo solos Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos, textura média/argilosa, sob a ação de

	processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural moderada.
c	Cristas com declives de 20 a 75%, contendo Solos Litólicos eutróficos, textura arenosa e média, sob a ação de processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural extremamente forte.
d	Superfícies colinosas com declives de 4 a 20%, contendo Solos Litólicos eutróficos, textura arenosa a média, com freqüentes intercalações de afloramentos rochosos, submetidas à ação de processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural muito forte.
e	Colinas com declives de 20 a 45%, contendo Solos Litólicos eutróficos, textura média e arenosa, pedregosos, com freqüentes intercalações de afloramentos rochosos, submetidos a processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural extremamente forte.
f	Superfícies colinosas com declives de 3 a 20%, contendo Solos Litólicos, textura arenosa e média, pedregosos, com freqüentes intercalações de afloramentos rochosos, sob a ação de processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural muito forte.
g	Colinas com declives de 3 a 20%, contendo Solos Litólicos eutróficos, textura arenosa e média, pedregosos, com freqüentes intercalações de afloramentos rochosos, sob a ação de processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural muito forte.
h	Superfícies colinosas com declives de 5 a 20%, contendo solos Bruno Não Cálcicos, textura média/argilosa, localmente vérticos, sob a ação de processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural forte.
i	Planos dissecados em lombas com declives de 1 a 8%, contendo solos Bruno Não Cálcicos, textura média/ argilosa, pedregosos e localmente vérticos, submetidos a processos de escoamento difuso. Vulnerabilidade natural moderada.
j	Planos dissecados com declives de 0 a 8%, contendo solos Bruno Não Cálcicos, textura média/argilosa, localmente vérticos, com horizonte C carbonático, submetidos a processos de escoamento difuso. Vulnerabilidade natural moderada.
	Cristas com declives de 8 a 45%, contendo solos Bruno Não Cálcicos

k	cos, localmente pedregosos e vérticos, submetidos a processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural muito forte.
l	Planície e terraços contendo Solos Aluviais eutróficos, textura indiscriminada e, subordinadamente, Vertissolos, Planossolos Solódicos, Solonetz Solodizado, sob a ação de processos de acumulação e erosão por escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural muito forte.
m	Superfícies colinosas, modelados em calcários metamórficos, com declives de 3 a 20%, contendo Terra Roxa Estruturada Similar eutrófica, textura argilosa, submetidas a processos de escoamento semiconcentrado e infiltração. Vulnerabilidade natural forte.
n	Superfícies colinosas com declives de 3 a 20%, contendo solos Bruno Não Cálcicos, textura média/argilosa, associados a Solos Litólicos, submetidos a processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural forte.
o	Colinas com declives de 3 a 20%, contendo solos Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos, textura média/argilosa cascalhenta, submetidos a processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural moderada.
p	Planos com declives de 0 a 5%, inumados por coberturas areno-argilosas, onde desenvolvem-se Latossolos Amarelos álicos, textura média e argilosa, submetidos a processos de infiltração e escoamento difuso. Vulnerabilidade natural muito fraca.
q	Cristas com declives de 20 a 75%, contendo solos Brunizém Avermelhado, textura média/argilosa fase erodida, associados a Solos Litólicos, submetidas a processos de escoamento concentrado e erosão. Vulnerabilidade natural muito forte.
r	Plano retocado com declives de 1 a 6%, contendo Planossolos Solódicos, textura arenosa/média, sob a ação de processos de escoamento difuso. Vulnerabilidade natural forte.
s	Superfícies colinosas com declives de 3 a 20%, contendo solos Bruno Não Cálcicos, textura arenosa/média, associados a Solos Litólicos submetidos a processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural forte.
	Plano dissecado com declives de 3 a 8%, contendo solos Brunizém

t	Avermelhado, textura média/argilosa, fase erodida, associados a Solos Litólicos, submetidos a processos de escoamento semiconcentrado. Vulnerabilidade natural moderada.
u	Colinas com declives de 5 a 20%, contendo solos Brunizém Avermelhado, textura média/argilosa, fase erodida, associados a Solos Litólicos, submetidas a processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural forte.
v	Cristas com declives de 5 a 20%, modeladas em calcário contendo Terra Roxa Estruturada similar eutrófica, textura argilosa, submetidos a processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural forte.

O Planalto Sertanejo constitui um agrupamento formado pelos municípios de Boa Viagem, Quixeremobim, Aiuaba, Arneiroz, Catarina, Saboeiro, Tauá, Acopiara, Mombaça, Pedra Branca, Piquet Carneiro, Senador Pompeu, Orós, Antonina do Norte, Cariús, Jucás, Tarrafas, Várzea Alegre, Ipaumirim, Lavras da Mangabeira, Assaré, Campos Sales, Potengi, Altaneira, Caririáçu, Farias Brito, Granjeiro, Aurora, Barro, Mauriti, Crato, Jardim, Juazeiro do Norte, Missão Velha, Nova Olinda, Porteiras, Santana do Cariri, Brejo Santo, Jati, Milagres e Penaforte. Estes municípios estão incluídos neste geossistema de maneira total ou parcial.

#### IX - Depressão de Tauá

Localizada na porção oeste da bacia, ocupa uma extensão de 5.365 km<sup>2</sup> e possui uma altitude média de 200 a 250 m.

Caracterizada por feições planas irregulares, com dissecação incipiente modelada sobre o embasamento cristalino, ali representado por migmatitos, granitos, gnaisses e xistos além de sedimentos da bacia do rio Jucá. Configuram solos frequentemente pouco espessos e pedregosos, representados por Bruno Não Cálcidos e Podzólicos Vermelho-Amarelos, ambos eutróficos e textura média/argilosa.

Alguns setores exibem cristas e colinas resultantes da dissecação mais efetiva e de um controle estrutural marcante. Os solos são rasos, pedregosos, com textura arenosa (Solos Litólicos), intercalados por freqüentes afloramentos de rochas.

Os principais atributos das geofácies que integram esta unidade estão descritos no quadro abaixo.

a	Planos dissecados em lombas com declives de 1 a 8%, contendo solos Bruno Não Cálcicos, textura média/argilosa, pedregosos e localmente vérticos, submetidos a processos de escoamento difuso. Vulnerabilidade natural moderada.
b	Colinas amplas com declives de 3 a 20%, contendo solos Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos, textura média/argilosa, sob ação de processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural moderada.
c	Colinas com declives de 3 a 20%, contendo solos Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos, rasos, localmente abruptos, texturas média/argilosa sob ação de processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural moderada.
d	Planos dissecados em lombas com declives de 0 a 8%, contendo solos Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos, textura média/argilosa, associados a Solos Litólicos, submetidos a processos de escoamento semi-concentrado. Vulnerabilidade natural fraca.
e	Planos retocados pedregosos com declives de 0 a 8%, contendo Planossolos Solódicos, textura arenosa/média e argilosa, associados a Solos Litólicos e Bruno Não Cálcicos, submetidos a processos de escoamento difuso. Vulnerabilidade natural forte.
f	Cristas com declives de 8 a 45%, contendo Solos Litólicos eutróficos, textura arenosa e média, pedregosos, com freqüentes intercalações de afloramentos rochosos, sob a ação de processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural muito forte.
g	Superfícies colinosas com declives de 4 a 20%, contendo Solos Litólicos eutróficos, textura arenosa e média, com freqüentes intercalações de afloramentos rochosos, sob a ação de processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural muito forte.
h	Colinas com declives de 3 a 20%, contendo Solos Litólicos eutróficos, pedregosos, textura arenosa e média, submetidos a processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural muito forte.
i	Superfícies colinosas com declives de 3 a 20%, contendo Solos Litólicos, textura arenosa e média, pedregosos, com freqüentes intercalações

	de afloramentos rochosos, sob ação de processos de escoamento semiconcentrado. Vulnerabilidade natural muito forte.
--	---

A Depressão de Tauá constitui um agrupamento formado pelos municípios de Arneiroz e Parambu centralizados por Tauá, que é o centro urbano de maior hierarquia regional.

#### X - Serra Grande

Situa-se na porção ocidental da área numa disposição norte-sul, ocupando uma extensão de 938 km<sup>2</sup> e altitudes de 600 a 900 m.

A Serra Grande apresenta uma morfologia dissimétrica condicionada por estruturas monoclinais evidenciada por escarpamento abrupto disposto longitudinalmente, enquanto no sentido oposto o caimento topográfico é suave ressaltado por extensas rampas. Estas são modeladas em rochas sedimentares, onde desenvolvem-se Latossolos Amarelos álicos, textura média, muito profundos, bem drenados, submetidos a processos de infiltração e escoamento difuso. Na escarpa há uma predominância da morfogênese com atuação intensa dos processos de escoamento concentrado, onde ocorrem solos pouco desenvolvidos, rasos, eutróficos, de textura arenosa (Solos Litólicos).

Os principais atributos das geofácies que integram esta unidade estão descritos no quadro abaixo.

a	Planos com declives de 0 a 5%, inumados por coberturas areno-argilosas, onde desenvolvem-se Latossolos Amarelos álicos, textura média a argilosa, submetidos a processos de infiltração e escoamento difuso. Vulnerabilidade natural muito forte.
b	Cristas com declives de 20 a 45%, contendo Solos Litólicos eutróficos, textura arenosa e média, pedregosos, com freqüentes intercalações de afloramentos rochosos, sob a ação de processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural extremamente forte.

A Serra Grande constitui agrupamento que inclui parcialmente os municípios de Aiuaba e Parambu, e limita-se com o Estado do Piauí.

## XI - Patamar de Campos Sales

Situa-se na porção sudeste da alta bacia do rio Jaguaribe e ocupa uma extensão territorial de 1.514 km<sup>2</sup>, em níveis altimétricos médios de 500 m.

O Patamar de Campos Sales apresenta-se como um grande aplainamento, com incisões de drenagens bem fracas entremeado por colinas de encostas bem suaves e retilinizadas, muito se assemelhando aos planos, com extensas e profundas coberturas de origem coluvial e eluvial, onde desenvolvem-se Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos de textura média/argilosa. O setor norte da unidade é formado por extensas lombadas, modeladas sobre uma associação de rochas polimetamórficas gnaisse-granito-migmatítica com intercalações de metabasitos, quartzitos e calcários metamórficos, dos quais derivam Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos, argila de atividade baixa, e Brunos Não Cálcidos, ambos com textura média/argilosa. A vegetação é a Savana Estépica (Caatinga), quase toda secundária.

Os principais atributos das geofácies que integram esta unidade estão descritos no quadro abaixo.

a	Planos retocados com declives de 0 a 8%, inumados por coberturas areno-argilosas, onde desenvolvem-se Latossolos Amarelos álicos e distróficos, textura média, submetidos a processos de infiltração e escoamento difuso. Vulnerabilidade natural muito fraca.
b	Planos com declives de 0 a 5%, inumados por coberturas areno-argilosas, onde desenvolvem-se Latossolos Amarelos álicos, textura média e argilosa, submetidos a processos de infiltração e escoamento difuso. Vulnerabilidade natural muito fraca.
c	Planos retocados em declives de 3 a 8%, onde ocorrem solos Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos, pedregosos, textura média/argilosa, associados a Bruno Não Cálcidos, submetidos a processos de escoamento difuso. Vulnerabilidade natural fraca.
d	Planos dissecados com declives de 3 a 8%, onde ocorrem solos Podzólicos Vermelho-Amarelos abrupticos, textura arenosa/argilosa, associados a Solos Litólicos, submetidos a processos de escoamento difuso e se-

	miconcentrado. Vulnerabilidade natural moderada.
e	Planos dissecados em lombas com declives de 0 a 8%, contendo solos Bruno Não Cálcicos, textura média/argilosa, pedregosos e localmente vérticos, submetidos a processos de escoamento difuso. Vulnerabilidade natural moderada.
f	Cristas com declives de 20 a 75%, contendo Solos Litólicos eutróficos, textura arenosa e média, sob a ação de processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural extremamente forte.

O Patamar de Campos Sales constitui um agrupamento que inclui os municípios de Aiuaba, Araripe, Assaré, Campos Sales, Potengi e Salitre.

## XII - Tabuleiro de São José do Belmonte

Situado no extremo sul da bacia, ocupando uma extensão de 266 km<sup>2</sup> com altitude média de 500 m, compõe um dos menores geossistemas em análise, prolongando-se em direção ao sul.

Caracteriza-se por feições planas modeladas em arenitos grosseiros e conglomerados, imaturos, com sedimentos silicificados na base, onde desenvolvem-se solos Bruno Não Cálcicos com textura média/argilosa e Areias Quartzosas distróficas, sobre os quais atuam processos de infiltração e de escoamento difuso.

Os principais atributos das geofácies que integram esta unidade estão descritos no quadro abaixo.

a	Planos dissecados com declives de 0 a 8%, contendo solos Bruno Não Cálcicos, textura média/argilosa, localmente vérticos, com horizonte C carbonático, submetidos a processos de escoamento difuso. Vulnerabilidade natural moderada.
b	Planos rampeados retocados por drenagem incipiente, com declives de 0 a 3%, contendo Areias Quartzosas distróficas, submetidos à ação de processos de infiltração. Vulnerabilidade natural forte.

O Tabuleiro de São José do Belmonte define um agrupamento que inclui parte dos municípios de Jati e Penaforte, já na divisa com os municípios pernambucanos.

### *Áreas de Tensão Ecológica*

Estas formações vegetais caracterizam-se por apresentar floras indiferenciadas que se interpenetram sob forma de enclave e ecótono, submetidas a condições climáticas subúmidas, com isoietas anuais que oscilam de 700 a 1.200 mm, com deficiência hídrica de 6 a 9 meses.

As áreas de tensão ecológica são representadas por contatos entre Savana Estépica/Floresta Estacional. Localizam-se em áreas onde fatores edáficos e disponibilidade hídrica permitiram o desenvolvimento de floresta no interior de Savana Estépica. É frequente a ocorrência das seguintes espécies: aroeira (*Astronium urundeuva* (Fr. Alemão) Engler), braúna (*Schinopsis brasiliensis* Engler), jatobá (*Hymenaea courbaril* L.), pau-ferro (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul.), jacarandá (*Machaerium acutifolium* Vog.), mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomez), angico-de-bezerro (*Piptadenia moniliformis* Benth.), sucupira (*Bowdichia virgilinoides* H.B.K.) e coração-de-negro (*Dalbergia cearensis* Ducke).

A maior concentração desta fisionomia vegetal está situada nas unidades geoambientais da Serra do Pereiro, Depressão do Cariri e Chapada do Araripe. As atividades antrópicas nesta região vêm ampliando as áreas de Tensão Ecológica, com avanço de espécies de maior rusticidade.

### XIII - Serra do Pereiro

Localizada na margem direita do rio Jaguaribe, a leste do açude de Orós, situa-se num nível de 600m e abrange uma extensão territorial de 1.802 km<sup>2</sup>.

Trata-se de um conjunto de serras, talhadas em rochas parametamórficas com quartzitos, xistos, filitos e gnaisses, intercalações de calcários metamórficos, granitos finos a grosseiros, anatóticos e dioritos, cuja variação se traduz de maneira clara nas feições morfológicas. Observa-se que, na parte central, as rochas graníticas oferecem maior resistência à erosão, preservando um relevo menos movimentado.

do, onde ocorrem Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos, textura média/argilosa, e Bruno Não Cálcicos de textura média/argilosa. Nas zonas gnáissicas ocorre uma dissecação traduzida por relevos de cristas e colinas. A vegetação de Savana Estépica (Caatinga) praticamente coloniza toda a vertente onde os solos são pouco espessos de textura arenosa (Solos Litólicos eutróficos). À medida que se atinge o topo, o clima ameniza, dando ensejo ao aparecimento de mata, hoje praticamente substituída pela agricultura.

Os principais atributos das geofácies que integram esta unidade estão descritos no quadro abaixo.

a	Rampas suavemente dissecadas em lombas com declives de 0 a 8%, contendo solos Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos, textura média/argilosa, sob a ação de processos de escoamento semiconcentrado e difuso. Vulnerabilidade natural fraca.
b	Colinas amplas com declives de 3 a 20%, contendo solos Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos, textura média/argilosa, sob a ação de processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural moderada.
c	Cristas com declives de 15 a 45%, contendo solos Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos, textura média/argilosa, sob ação de processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural forte.
d	Cristas com declives de 20 a 75%, contendo Solos Litólicos eutróficos, textura arenosa e média, sob a ação de processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural extremamente forte.
e	Planos dissecados em lombas com declives de 1 a 8%, contendo solos Bruno Não Cálcicos, textura média/argilosa, pedregosos, e localmente vérticos, submetidos a processos de escoamento difuso. Vulnerabilidade natural moderada.
f	Planos retocados com declives de 0 a 8%, contendo solos Bruno Não Cálcicos, localmente pedregosos, textura média/argilosa, submetidos a processos de escoamento difuso. Vulnerabilidade natural moderada.

A Serra do Pereiro define um agrupamento que engloba de forma parcial ou total os municípios de Alto Santo, Ererê, Iracema, Icó, Jaguaribara, Pereiro, Potiretama e Umari.

#### XIV - Depressão do Cariri

Localiza-se na porção sudeste da área, bordejando a Chapada do Araripe. Situa-se em nível altimétrico de 450m, ocupando uma extensão territorial de 2.442 km<sup>2</sup>

É caracterizada por extensos planos modelados em rochas sedimentares como conglomerados, arenitos, filitos calcíferos e fossilíferos, folhelho betuminoso e ocorrências localizadas de granodioritos e sedimentos aluviais, onde se desenvolvem principalmente Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos, textura arenosa/média, relacionados a pedimentos, e Vertissolos relacionados a pelitos calcíferos, cobertos por Floresta Estacional.

A ocorrência de inúmeras nascentes neste sistema deram origem a um dos mais típicos brejos de pé de serra do nordeste brasileiro. A região do Cariri apresenta condições ambientais muito favoráveis sob o ponto de vista hídrico e pedológico, o que favorece um desenvolvimento agrícola intenso e uma grande concentração populacional.

Os principais atributos das geofácies que integram esta unidade estão descritos no quadro abaixo.

a	Planos dissecados com declives de 0 a 8%, contendo solos Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos, textura arenosa/média, submetidos a processos de escoamento difuso e infiltração. Vulnerabilidade natural moderada.
b	Planos rampeados retocados por drenagens incipientes, com declividade de 0 a 3%, contendo Areias Quartzosas distróficas, submetidos à ação de processos de infiltração. Vulnerabilidade natural forte.
c	Rampas com incipiente dissecção e declives de 0 a 6%, contendo Vertissolos, sob ação de processos de escoamento difuso e localmente concentrado. Vulnerabilidade natural moderada.

d	Planos dissecados em lombas com declives de 0 a 8%, contendo solos Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos, textura média/argilosa, associados a Solos Litólicos, submetidos a processos de escoamento semi-concentrados. Vulnerabilidade natural fraca.
e	Planícies com Solos Aluviais eutróficos, textura indiscriminada, submetidos a processos de acumulação e erosão por escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural muito forte.
f	Planos retocados com declives de 0 a 8%, inumados por coberturas areno-argilosas, onde desenvolvem-se Latossolos Amarelos álicos e distróficos, textura média, submetidos a processos de infiltração e escoamento difuso. Vulnerabilidade natural muito fraca.

A Depressão do Cariri define um agrupamento que engloba dez municípios localizados em áreas úmidas e férteis do sertão. Abaiara, Barbalha, Crato, Brejo Santo, Juazeiro do Norte, Missão Velha, Milagres, Mauriti, Jati e Penaforte.

#### XV - Chapada do Araripe

Localizada na porção sul da área, prolonga-se consideravelmente em direção ao Estado de Pernambuco, fora dos limites da bacia. Situa-se num nível de 800m e abrange uma extensão territorial de 3.786 km<sup>2</sup>.

A Chapada do Araripe é caracterizada por topo plano, conservado, onde desenvolvem-se Latossolos Vermelho-Amarelos álicos de textura argilosa, limitado em toda a sua extensão por escarpas erosivas onde ocorrem solos eutróficos pouco desenvolvidos, de textura média (Solos Litólicos). Litologicamente é constituída por rochas sedimentares de idade cretácea, contendo fácies carbonatada, intercalações de margas, siltitos calcíferos, argilito carbonoso, folhelhos betuminosos calcíticos, calcarenitos fossilíferos e, próximo ao topo, folhelho com concreções calcárias de maior significado fossilífero. Todo esse conjunto mergulha suavemente em direção norte e leste, o que possibilita a ocorrência de inúmeras nascentes responsáveis pela presença dos “brejos de pé-de-serra”, evidenciados na região do Cariri Cearense. A vegetação é de Savana (Cerrado) no topo, enquanto nas vertentes voltadas para o Cariri a vegetação de mata prevalece.

A drenagem superficial é inexpressiva, atestando a elevada porosidade e permeabilidade das rochas. O armazenamento de água é feito em pequenas depressões circulares com fundo impermeabilizado, conhecidos regionalmente por barreiros.

Os principais atributos das geofácies que integram esta unidade estão descritos no quadro abaixo.

a	Planos com declives de 0 a 5%, inumados por coberturas areno-argilosas, onde desenvolvem-se Latossolos Amarelos álicos, textura média e argilosa, submetidos a processos de infiltração e escoamento difuso. Vulnerabilidade natural muito fraca.
b	Colinas com declives de 3 a 20%, contendo solos Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos, textura média/argilosa, submetidos a processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural moderada.
c	Cristas com declives de 20 a 75%, contendo Solos Litólicos eutróficos, textura arenosa e média, sob a ação de processos de escoamento concentrado. Vulnerabilidade natural extremamente forte.
d	Rampas com incipiente dissecação e declives de 0 a 6%, contendo Vertissolos, sob a ação de processos de escoamento difuso e localmente concentrado. Vulnerabilidade natural moderada.
e	Planos dissecados com declives de 3 a 15%, contendo Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos, textura média e argilosa, submetidos a processos de escoamento semiconcentrado e infiltração. Vulnerabilidade natural muito fraca.
f	Rampas suavemente dissecadas em lombas com declives de 0 a 8%, contendo solos Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos, textura média/argilosa, sob a ação de processos de escoamento semiconcentrado e difuso. Vulnerabilidade natural fraca.

A Chapada do Araripe define um agrupamento que engloba parte dos municípios de Araripe, Jardim, Nova Olinda, Porteiras e Santana do Cariri.

## 5. SÓCIO - ECONOMIA

### 5.1. Demografia e Urbanização

A bacia do Rio Jaguaribe apresenta aspectos demográficos característicos de regiões subdesenvolvidas com elevados índices de crescimento demográfico, que atinge a base da pirâmide econômica.

A população da bacia, que em 1980 era de 1.968.800 habitantes, atinge em 1991 2.029.422 habitantes (Tab. 1), o que representa um aumento de 3,08% na onzena, indicando um crescimento populacional anual de 0,28% (Tab.2 e Figs. 4 e 5). No período de 1991 para 1996, a população aumentou para 2.064.535 habitantes, o que corresponde a um crescimento de 1,73% no período intercensitário, equivalendo a um crescimento anual de 0,35%.

Segundo dados da contagem populacional, de 1996, os municípios de Juazeiro do Norte e Crato apresentam as populações mais expressivas da bacia, alcançando em Juazeiro do Norte 186.490 habitantes e Crato 95.322 habitantes, seguidos de Iguatu e Quixadá com 78.230 e 64.356 habitantes, respectivamente.

A densidade populacional, que em 1980 era de 26,01 hab/km<sup>2</sup>, em 1991 aumenta para 26,82 e, em 1996, atinge a 27,8 hab/km<sup>2</sup>. O município de Juazeiro do Norte, onde se encontra o principal centro urbano da bacia, apresenta uma densidade demográfica de 851,55 hab/km<sup>2</sup> em 1996, enquanto o município de Crato apresenta 92,91 hab/km<sup>2</sup>. Já Iguatu e Quixadá apresentam, respectivamente, densidade demográfica de 107,45 e 23,0 hab/km<sup>2</sup>.

A taxa de urbanização da bacia do Jaguaribe apresenta-se da ordem de 433 para o período 1980/1991.

Ao avaliar-se a população por situação de domicílio observa-se que, em 1980, a população da bacia apresentava-se predominantemente rural, com 1.261.523 habitantes, abrigando 66,33% do total de população. Em 1991, ainda há o predomínio da população rural em detrimento da população urbana, apesar de ter havido um decréscimo da rural, que neste período chega a 1.045.808 habitantes, o que representa 51,53% do total populacional da bacia. (Tab.3 e Fig.6).

## **5.2. População Economicamente Ativa**

A PEA na bacia do rio Jaguaribe apresenta-se concentrada em sua grande maioria no setor primário da economia. No ano de 1970, apenas alguns municípios apresentavam menos de 50% da PEA no setor primário da economia, a exemplo de Aracati e Crato. O município de Juazeiro do Norte é o único que já na década de 70 se caracterizava com PEA concentrada no setor terciário da economia.

Em 1980 há um ligeiro decréscimo dessa população no setor primário e um aumento da PEA nos setores secundário e terciário, com um aumento mais significativo no setor terciário. O município de Juazeiro do Norte, que já na década de 70 apresentava concentração no setor terciário, em 1980 apresenta 58% da PEA neste setor (Tab. 4).

Na década de 90 continua o crescimento da PEA concentrada no setor terciário de economia. Este fato deve-se ao crescimento dos centros urbanos e à dificuldade de fixação do homem no campo.

## **5.3. Hierarquia dos Centros Urbanos**

Os municípios que compõem a bacia do rio Jaguaribe hierarquicamente apresentam-se subordinados ao Centro Metropolitano de Fortaleza. Apresentam-se ainda em parte sob a região de influência de Mossoró (Capital Regional de primeiro nível), Sousa, Cajazeiras e Crateús (Centro Sub-Regionais, Fig.7).

Dentre os municípios que fazem parte da bacia, três deles apresentam-se hierarquicamente como Capital Regional: o Complexo Crato/Juazeiro do Norte que apresenta-se como Capital Regional de primeiro nível, e Iguatu com Capital Regional de 2º nível.

Ao avaliar-se a Estrutura Ocupacional desses centros, encontra-se Iguatu apresentando uma estrutura de centro eminentemente terciário, e o Complexo Crato/Juazeiro do Norte com estrutura ocupacional de centro terciário com atividades industriais.

Em posição hierárquica inferior estão os Centros de Zona, que totalizam 16 em todo o perímetro da bacia e encontram-se representados na Fig. 8.

#### **5.4. Saneamento Básico**

O saneamento básico compreende o abastecimento de água, coleta e deposição de lixo e esgotamento sanitário. O padrão do saneamento de uma região é um dos fatores principais na determinação do nível de saúde pública da população do local.

A tabela 5 sintetiza a situação do abastecimento de água na bacia do rio Jaguaribe, onde todas as sedes municipais são abastecidas por água potável e apresentam sistema de abastecimento com ou sem canalização interna.

São 430.678 domicílios abastecidos, sendo que, destes, 32,49% apresentam canalização interna e 67,50% não apresentam canalização interna. Estes percentuais indicam uma infra-estrutura ainda deficitária. Dos municípios que compõem a bacia, o de Juazeiro do Norte é o que apresenta maior rede de canalização interna.

A coleta de lixo também é um serviço deficitário nos centros urbanos. Dos 421.648 domicílios pesquisados na bacia do rio Jaguaribe em seus diversos municípios, 24,08% tem o seu lixo coletado diretamente, enquanto 49,55% jogam o lixo em terrenos baldios, rio, lagos e mar. Outros 4,98% dos domicílios queimam o lixo que produzem, e 0,8 enterram o lixo (Tab.6).

O sistema de esgotamento sanitário é muito deficitário na bacia do rio Jaguaribe, sendo que um grande percentual dos domicílios existentes nos diversos municípios da bacia não apresentam qualquer tipo de escoadouro e instalações sanitárias (Tab.7). Este item apresenta-se como um dos indicadores da baixa qualidade da saúde pública na área.

Ao analisar-se os dados do Censo Demográfico de 1991 constata-se que a quase totalidade da bacia não apresenta qualquer tipo de tratamento dos dejetos nem escoadouro de instalação sanitária no domicílio. Dos poucos domicílios que apresentam estas instalações o maior percentual possui fossa rudimentar (Tab.7) e fossa séptica sem escoadouro, sendo a maior concentração no primeiro tipo.

### **5.5. Estrutura Fundiária e a Utilização das terras**

A tradição econômica e a política de incentivos fiscais consolidaram uma estrutura fundiária onde a propriedade e a posse de terra apresentam-se extremamente concentradas, como pode-se verificar nas tabelas 8 e 9. Aproximadamente 58,61% das propriedades existentes na bacia eram constituídas por módulos inferiores a 10ha, o que representa 5% de toda a área de propriedades da bacia; 37% da área útil estava distribuída entre propriedades com módulos entre 100 e 500 ha, enquanto 29% dessa área útil estavam destinados a propriedades com áreas superiores a 500 ha. Estas propriedades constituíam em torno de 8,16% do número de propriedades existentes, indicando uma grande concentração de terras e um desequilíbrio total na estrutura fundiária.

A análise dessa estrutura, a nível dos municípios, revela que a estrutura e posse da terra na bacia não foge ao padrão usual do Brasil, onde ocorre grande concentração de terras nas mãos de poucos proprietários e um percentual muito baixo distribuído para um grande número de produtores.

Ao analisar-se a utilização das terras para o ano de 1985 (último censo realizado pelo IBGE) na bacia, observa-se que toda a área recenseada, totalizando 6.264.542 ha (Tab.10), 21,6% era ocupada com lavouras temporárias e permanentes, 1,2% ocupada com pastagens e 21,7% por matas naturais e plantadas.

## **6. USO ATUAL DA TERRA**

O estudo de Uso Atual da Terra, dentro do contexto de um diagnóstico ambiental, tem por objetivo fornecer a real situação em que se encontram os ambientes naturais, se submetidos ou não à ação antrópica. Outrossim, esse estudo dá a medida do relacionamento homem/meio, principalmente no que tange a seus aspectos econômicos e culturais.

Na bacia do rio Jaguaribe, a principal utilização do solo está ligada à atividade econômica agrícola (Fig. 9). A pecuária situa-se, de um modo geral, como atividade paralela à agricultura, excetuando-se algumas áreas em que as unidades rurais têm no criatório sua atividade principal. Deve ser ressaltado, contudo, que grandes áreas de uso impróprio para a agricultura, dentro dos atuais recursos tecnológicos empregados, são utilizadas, de modo extensivo, pela pecuária.

### **Agricultura**

Em vista das duras condições climáticas, com estações secas prolongadas e, principalmente, irregularidade do regime de chuvas, a agricultura manteve-se nos seus padrões de uso tradicionais, como forma de se ajustar ao meio, apreendido ao longo da história de ocupação do território, mantendo um razoável equilíbrio de sobrevivência na relação homem/meio.

Na região da bacia do rio Jaguaribe, a agricultura tradicional é amplamente praticada (Fig. 9), caracterizando-se pela cultura de sequeiro, culturas de ciclo curto, predominando o milho e o feijão entre as demais. Cultivadas na estação das chuvas (dezembro, janeiro e fevereiro), podem ser encontradas a solteiro, ou consorciadas, aproveitando-se de uma forma geral os terrenos mais baixos, onde se acumula mais água, empurrando-se para diante o início dos efeitos da estação seca, mantendo-se os terrenos úmidos. Sokolonski (1996) define a Agricultura Tradicional quando “praticada em geral por pequenos e médio produtores que utilizam práticas agrícolas tradicionais onde o conhecimento das técnicas é repassado através de gerações; não é utilizada uma orientação técnica especializada para o manejo da área e da cultura com relações sociais de produção predominantemente familiares”.

Predomina nas áreas de pequenas e médias propriedades, onde se utiliza a mão-de-obra familiar. A renda advém da produção obtida com a safra, que passa a ser responsável pela manutenção da família durante todo o ano. O orçamento familiar ao longo do ano pode ser complementado pela venda do excedente de produção ou de alguma criação de bovino, caprino ou ovino. A criação faz parte da unidade rural dentro da Agricultura Tradicional. O gado criado à solta, na caatinga, durante a estação das chuvas, alimenta-se do restolho das culturas de sequeiro, forragem e, até mesmo, de ração durante a estação seca.

A Agricultura de Transição ocorre em áreas bem definidas, representada por culturas comerciais, como arroz irrigado e cana-de-açúcar. Ocorrem quando as condições de umidade do solo podem ser mantidas durante o ano todo, através de técnicas simples de irrigação, sejam nas planícies fluviais onde o lençol freático não se encontra a muita profundidade, sejam em áreas úmidas, a exemplo da Depressão do Cariri, em função de grande número de nascentes. Sokolonski (op. cit.) define Agricultura de Transição como atividade praticada pelas pequenas e médias propriedades que utilizam de “práticas modernizadas, sempre que possível, geralmente têm um acompanhamento técnico adequado para o manejo da área. As relações sociais de produção são familiares e assalariadas, em geral nos períodos mais críticos, nos piques de trabalho da cultura, estas relações são encontradas com predominância assalariada”.

Culturas de ciclo curto de sequeiro, milho e feijão, foram classificadas nesse tipo de uso, em regiões que se apresentam com características comerciais, em função da fertilidade do solo, que propicia o investimento com vistas ao retorno lucrativo, mesmo que seja somente na curta estação das chuvas.

Encontra-se incluída neste tipo de uso uma cultura de ciclo longo, a do caju, muito difundida nos Tabuleiros Costeiros e do Baixo Jaguaribe, onde deixa de ser uma atividade complementar de uma agricultura tradicional e passa a ser uma agricultura comercial.

A criação em paralelo, nessas unidades produtoras, perde a importância, assumindo um aspecto complementar, sendo contudo observadas, principalmente na-

quelas unidades produtoras que se dedicam às culturas de sequeiro, a presença do gado utilizando o restolho da produção.

A Agricultura Modernizada, embora presente na região, não tem expressão, restringe-se a certas fazendas, em que se dá o plantio de culturas cíclicas, ou de culturas permanentes, como a do caju e carnaúba.

### **Pecuária**

A pecuária tem uma distribuição generalizada em toda a região da bacia do rio Jaguaribe, e mesmo nas áreas agrícolas a criação sempre existe (Fig. 9). Os rebanhos, sejam eles bovino, ovino ou caprino, de uma maneira geral são pequenos. As condições climáticas adversas não garantem nem alimentação suficiente nem água, mantendo-se assim o efetivo do rebanho num certo estado de equilíbrio com o meio.

A Pecuária em Sistema de Criação Intensivo ocorre de forma pontual e corresponde a algumas unidades de produção, por exemplo, que se dedicam à criação de gado leiteiro, em regime de confinamento. Este sistema de produção, aliás, condiz bastante com a região, onde há escassez de pastagens verdes durante quase todo o ano, e cujos custos de produção são compensados pelo rendimento do produto. Há também ocorrências localizadas de criação de gado de corte, em sistema de produção intensivo, com emprego de modernas técnicas e altos investimentos.

A Pecuária em Sistema de Criação Extensivo corresponde ao “sistema em que o gado é solto na vegetação natural, podendo receber o trato fitossanitário básico no manejo. Em geral, o pastoreio não tem cerca e quando tem é apenas para delimitar o perímetro da propriedade” (Sokolonski, op. cit.).

Tem distribuição generalizada por toda a área da bacia em função de três características principais: a vegetação da Savana Estépica (Caatinga) é por tradição histórica um meio natural de criação de gado; o enraizamento cultural na região do sistema de produção tradicional em que a criação convive paralelamente com a agricultura; a caatinga é encontrada, ainda hoje, em maiores ou menores áreas em toda a extensão da bacia, já que a seca limita a expansão de espaço agrícola ou pecuário.

A mão-de-obra é praticamente familiar. Esse sistema exige grandes áreas para pastoreio, visto que o suporte da caatinga é baixo. Há um manejo da caatinga,

em que se toca fogo numa área pré-determinada, cultiva-se milho por um ano ou dois e, depois, deixa-se o capim nativo crescer. A caatinga regenera-se também, mas por alguns anos, sem o seu adensamento natural, propicia a circulação do gado e um maior percentual de pasto natural.

As unidades produtoras, em que predominam a pecuária, dedicam uma área ao cultivo do milho e feijão. Destinam-se ao consumo humano e obedecem às raízes da população rural de plantar durante as chuvas. Estas roças tendem a aumentar de importância quando a pecuária é bovina, visto que necessitam mais de alimentação durante a seca. Já o gado ovino e caprino consegue sobreviver na caatinga o ano todo, fazendo pouco ou nenhum uso de forragem ou ração.

De uma certa forma, bovinos, caprinos e ovinos são encontrados por toda a parte. Mas, conforme a disponibilidade de água, a distribuição do gado bovino encontra restrições, predominando então nas áreas mais secas o gado caprino e ovino

A Pecuária em Sistema de Criação Semi-intensivo consiste, teoricamente, de um “sistema intermediário em que o manejo varia desde utilização do pasto natural até o plantado, com uso do piqueteamento e práticas fitossanitárias” (Sokolonski, 1996).

Tal qual ocorre com o tipo de uso Agricultura de Transição, a Pecuária em Sistema de Criação Semi-Intensivo é encontrada em áreas bem definidas, seja em função de solo mais fértil, seja em função de uma melhor oferta de água para o gado.

A pecuária de leite tem na região importância comparável à pecuária de corte, predominando o gado mestiço de holandês e gir. Pouquíssimas fazendas apresentam o gado nelore, mais apropriado para o corte.

Mesmo no sistema de criação semi-intensivo, não se tem grandes rebanhos, tendo em vista os sérios riscos que se corre para sua manutenção. A escassez de água e a incerteza quanto à sua oferta coloca em risco pastagens, capineiras e rebanhos. À exceção da região do Cariri, onde a oferta de água é mais constante, só se compreende a criação de gado na região da bacia do Jaguaribe com provisão suficiente de forragens e/ou ração durante o ano todo. A criação semi-intensiva de gado caprino e ovino não é comum.

## **Extrativismo**

Contribuindo como importante fonte de renda para a região, o extrativismo está presente principalmente no baixo curso e na foz do rio Jaguaribe (Fig. 9).

O extrativismo vegetal tem maior expressão na exploração de carnaubais. Sua exploração está ligada, principalmente, à obtenção de cera e uso de suas folhas secas, utilizadas como palha para confecção de vassouras, esteiras, chapéus, etc. Os troncos também são usados como esteios de casas e decoração.

A exploração de madeira vem declinando ao longo dos anos, em função da diminuição da área de matas, devido aos constantes desmatamentos. São comuns ainda a extração da lenha para uso doméstico e obtenção de carvão para as olarias, bem como para a confecção de cercas.

Nas pequenas áreas de mangue situadas junto à foz do rio Jaguaribe (Fig. 9), se dá a cata de mariscos e crustáceos, principalmente a do caranguejo.

A pesca marítima é praticada na costa, a partir de seu porto pesqueiro de Fortim, onde sobressai a pesca da lagosta. Nos açudes da região a pesca artesanal é organizada, por vezes, em colônias e entrepostos pesqueiros, assumindo aí não mais um caráter de subsistência, mas comercial. Geralmente, espécies de maior valor comercial têm sido aí introduzidas, numa espécie de manejo.

A caça é uma prática usual, não comercial, na região, assumindo um caráter de sobrevivência para as populações rurais mais pobres, nos longos períodos de estiagem, quando avoantes (Zenaida auriculata), tatus (Tolypeutes sp) e teiús (Tupinambis teguixini) passam a fazer parte da magra dieta alimentar. As áreas de caça estão relacionadas, de uma certa forma, à vegetação natural da caatinga.

## **7. RECURSOS HÍDRICOS**

### **7.1. Recursos Hídricos Superficiais**

O rio Jaguaribe nasce na Serra da Joanhina, no município de Tauá, drena uma área de aproximadamente 75.669 km<sup>2</sup>, correspondendo a praticamente 51,9% do Estado do Ceará. O rio percorre um trajeto aproximado de 610 km desde sua nascente até sua desembocadura no oceano Atlântico, na cidade de Fortim.

O padrão de drenagem predominante é o dendrítico. Entretanto, na foz e proximidades desta seu padrão é anastomótico, e no alto curso do rio Quixeramobim (afluente da margem esquerda) o padrão é subdendrítico. Em boa parte do alto curso do Jaguaribe também ocorrem os padrões paralelo e subparalelo.

A bacia tem uma forma bastante irregular, apresentando nos alto e médio cursos uma largura média de 220 km, enquanto que no baixo curso passa a ter uma largura de 80 km, diminuindo gradativamente até sua foz. Grosseiramente, poderia ser considerada como sendo triangular (Christofoletti, 1974).

O rio Jaguaribe corre inicialmente na direção NW-SE até o seu encontro com o riacho Conceição, onde toma o rumo aproximado leste até a foz do rio Salgado, nas proximidades da cidade de Icó. Nestes trechos, que correspondem ao Geossistema Planalto Sertanejo, tanto o Jaguaribe como também os seus afluentes possuem cursos retilíneos, intercalados por curvas e ângulos anômalos, e são marcados por inflexões bruscas com vários sentidos devido a influências estruturais relacionadas a falhamentos. Isto é bem marcado após a cidade de Icó, onde o Jaguaribe muda bruscamente o seu curso para o sentido norte até alguns quilômetros a jusante da cidade de Jaguaribe, onde seu trajeto toma o sentido nordeste até a cidade de Jaguaruana; já no seu baixo curso, toma uma inflexão para o norte até sua foz, na cidade de Fortim.

Como principais afluentes destacam-se os rios Banabuiú, Palhano e Riacho do Sangue na margem esquerda. Na margem direita, os principais são os rios Salgado e Cariús, todos os demais são de pequena a média extensão.

Segundo as características locais, optou-se por subdividir a bacia do rio Jaguaribe em setores principais: do Alto Jaguaribe, do Médio Jaguaribe, do Baixo Jaguaribe e as sub-bacias do rio Salgado e do rio Banabuiú (Fig.10 )

O Alto Jaguaribe localiza-se a montante de Orós, drenando uma área aproximada de 24.500 km<sup>2</sup> e 325 km de extensão. As declividades variam entre 0,03% e 2,5%, sendo que a declividade média é de 0,06%. Praticamente todo este trecho mantém-se seco ao longo do ano.

O rio Jaguaribe toma essa nomenclatura a partir da confluência dos rios Trici e Carrapateiras, numa altitude de 400m. Durante seu alto curso até o açude de Orós não se registra qualquer trecho em que a constância do rio seja perene.

#### Principais características hidrográficas do Alto Jaguaribe

RIO	BACIA HIDROGRÁFICA (km <sup>2</sup> )	COMPRIMENTO DO TALVEGUE (km)	COEFICIENTE DE COMPACIDADE	DECLIVIDADE MÉDIA DA BACIA (%)
Carrapateiras	2.224	110,4	1,89	0,11
Trici	951,75	63,5	1,49	0,14
Puiú	1.506,6	75,7	1,33	0,199
Jucá	1.797,0	104,9	1,45	0,14
Condado	722,8	62,3	1,32	0,18
Conceição	3.597,2	140,0	1,85	0,269
Cariús	5.264,0	124,2	1,13	0,169
Trussu	2.272,3	107,8	1,52	0,147

O nível de açudagem do Alto Jaguaribe é o segundo mais desenvolvido da área em estudo, onde se destacam os açudes de Orós, Várzea do Boi, Poço da Pedra e Favelas.

#### Principais barragens do Alto Jaguaribe

AÇUDE	LOCALIZ.	RIO BARRADO	CAPACIDADE (1.000 m <sup>3</sup> )	ALTURA (m)	CONCLUSÃO
Caiçaras	Tauá	Riacho Carrapateira	1.072	6,0	1988
Favelas	Tauá	Riacho Favelas	30.100	18,0	1988
Forquilha I	Tauá	Riacho Carrapateira	3.000	12,6	1988
Orós	Orós	Jaguaribe	2.100.000	54,0	1961
P. da Pedra	C. Sales	Conceição	52.000	31,4	1958
V. do Boi	Tauá	Riacho Carrapateira	51.900	17,4	1954

O médio Jaguaribe possui um curso de 171 km de extensão, e situa-se no trecho entre o açude de Orós e a localidade Peixe Gordo, onde o rio Jaguaribe cruza a rodovia BR 116, drenando uma área de 10.509 km<sup>2</sup>.

O trecho inicia-se com uma altitude de 200 m e possui declividades que variam de 0,02% a 0,83%, sendo que a média é de 0,06%.

A descarga que é liberada do açude de Orós permite regularizar as águas provenientes do Alto Jaguaribe, tornando assim o rio perenizado até sua foz. Devem também ser destacadas as contribuições durante a estação chuvosa das bacias dos rios Salgado e Figueiredo e dos riachos Manoel Lopes e do Sangue.

#### **Principais características hidrográficas do Médio Jaguaribe**

RIO	BACIA HIDRO-GRÁFICA (km <sup>2</sup> )	COMPRIMENTO DO TALVEGUE (km)	COEFICIENTE DE COMPACIDADE	DECLIVIDADE MÉDIA DA BACIA
Figueiredo	2.448,9	115,8	1,56	0,21
Manoel Lopes	1.027,0	69,9	1,42	0,16
R. do Sangue	2.517,4	113,0	1,54	0,13

Este trecho possui um nível de açudagem deficiente, onde se destacam apenas os açudes Riacho do Sangue e Iracema. Porém, vale salientar que é neste trecho do rio Jaguaribe que está sendo construído o açude do Castanhão, o maior do Nordeste, cuja área provável de inundação encontra-se delimitada no Mapa do Potencial Geoambiental. O açude terá uma capacidade de armazenamento de aproximadamente 6 bilhões de metros cúbicos de água, favorecendo assim a área onde se concentram 70% das terras irrigáveis da bacia do rio Jaguaribe, viabilizando cerca de 43 mil hectares de terra, acabando também com a possibilidade de inundação das localidades a jusante. As águas do açude poderão abastecer várias regiões do Estado, inclusive podendo chegar até Fortaleza.

### Principais barragens do Médio Jaguaribe

AÇUDE	LOCAL	RIO BARRADO	CAPACIDADE (1000 m <sup>3</sup> )	ALTURA (m)	CONCLUSÃO
Ema	Iracema	Iracema	10.395	18,50	1932
Feiticeiro	Jaguaribe	Feiticeiro	24.105	20,50	1933
N. Floresta	Jaguaribe	M. Lopes	7.619	15.60	1926
P. do Barro	M. Nova	Livramento	54.704	23,00	1956
R. Sangue	Solonópole	R. Sangue	68.194	24,00	1918
Velame	Jaguaribara	R. Velame	2.566	8,50	1920

O Baixo Jaguaribe situa-se desde a localidade de Peixe Gordo, na BR-116, até sua foz, percorrendo cerca de 137 km, drenando uma área de 4.970 km<sup>2</sup> e possui um desnível de 40 m, com declividade média de 0,029 %. Este trecho é caracterizado pelo alargamento do vale, formando uma extensa planície aluvial, cobrindo áreas que vão até a encosta da Chapada do Apodi.

Nas proximidades da cidade de Limoeiro do Norte, o Jaguaribe recebe seu principal afluente, o rio Banabuiú, responsável com o próprio rio pelas grandes e freqüentes enchentes do baixo vale.

A jusante de Itaiçaba já podem ser sentidos os efeitos das marés: durante os períodos de cheia, formam um remanso das águas do rio, dando origem a um enorme reservatório natural comparável em volume a um açude de grande porte.

A rede de drenagem na margem direita é mal definida, não se destacando nenhum curso d'água. À margem esquerda destaca-se apenas o rio Palhano, cujas características são mostradas a seguir.

RIO	BACIA HIDROGÁFICA (km <sup>2</sup> )	COMPRIMENTO DO TALVEGUE (km)	COEFICIENTE DE COMPACIDADE	DECLIVIDADE MÉDIA DA BACIA
Palhano	2.483,7	118,5	1,38	0,069

O nível de açudagem é baixíssimo nesse trecho, destacando-se apenas os dois citados abaixo.

AÇUDE	LOCALIZ.	RIO BARRADO	CAPACIDADE (1.000 m3)	ALTURA (m)	CONCLUSÃO
L. Pombas	Aracati	L. Pombas	2.231	4,6	1910
S.A. Russas	Russas	Palhano	24.000	14,0	1928

O rio Salgado é o principal afluente da margem direita do Jaguaribe, é formado pela confluência dos riachos dos Porcos e Batateiras no sopé da encosta da Chapada do Araripe, numa altitude de 800 m.

Seu trajeto dá-se no sentido norte-sul até seu encontro com o Jaguaribe, próximo à cidade de Icó, a jusante do açude de Orós, drenando uma área de 12.216 km<sup>2</sup>, percorrendo uma extensão de 308 km.

Nas vertentes da chapada, o rio possui declividades muito acentuadas, que vão se tornando mais suaves à medida que atravessa o Geossistema Planalto Sertanejo e se aproxima da Depressão Sertaneja. As declividades do talvegue variam de 0,1% a 8%, sendo a média 0,18%.

Na bacia do rio Salgado não se registra a existência de qualquer grande barramento, o que, aliado ao escoamento torrencial, pode ser considerado como elemento que favorece as enchentes do Baixo Vale.

#### **Principais características hidrográficas da Bacia do Salgado**

RIO	BACIA HIDRO- GRÁFICA (km <sup>2</sup> )	COMPRIMENTO DO TALVEGUE (m)	COEFICIENTE DE COMPACIDADE	DECLIVIDADE MÉDIA DA BACIA (%)
Batateiras	1.864,1	59,0	1,28	0,20
R. Porcos	5.029,4	193,2	1,65	0,20

Como já foi citado anteriormente, o nível de açudagem desta sub-bacia é muito baixa destacando-se apenas os caracterizados no quadro a seguir.

AÇUDE	LOCALIZ	R. BARRADO	CAPACIDADE (1.000 m <sup>3</sup> )	ALTURA (m)	CONCLUSÃO
Gomes	Mauriti	R. Gomes	2.394	29,0	1967
L. Campos	Icó	R.S. João	66.382	19,0	1932
Quixabinha	Mauriti	R. Bois	32.150	35,0	1967
R. Carneiros	Caririaçu	R. Carneiros	37.181	35,3	1985
Umari	Crato	Carás	28.788	28,7	1982

O rio Banabuiú é o mais importante tributário do Jaguaribe. Drena uma área de 19.810 km<sup>2</sup>, desenvolve-se no sentido oeste-leste, percorrendo um curso total de 314 km, até desaguar no rio em estudo nas proximidades da cidade de Limoeiro do Norte.

O Banabuiú possui uma intensa rede de drenagem, sendo seus principais afluentes pela margem esquerda os rios Patu, Quixeramobim e Sitiá e pela margem direita destaca-se apenas o riacho Livramento.

Apesar do forte controle de suas águas pelo alto nível de açudagem, o rio Banabuiú vez por outra lança seus excedentes de escoamento sobre o Baixo Vale do Jaguaribe, contribuindo para a inundação de sua planície aluvial.

Seu alto curso é encachoeirado, onde são freqüentes as corredeiras. As declividades do talvegue variam de 2,1% a 0,5%, tendo 0,095 como valor médio.

#### **Principais características hidrográficas do Banabuiú**

RIO	BACIA HI- DROGRÁFICA (km <sup>2</sup> )	COMPRIMENTO DO TALVEGUE (km)	COEFICIENTE DE COMPACIDADE	DECLIVIDADE MÉDIA DA BACIA (%)
Patu	1.028,50	71,5	1,40	0,36
Quixeramobim	7.632,30	159,0	1,61	0,08
Sitiá	2.052,40	109,0	1,47	0,05
Livramento	1.505,00	75,0	1,41	0,09

O nível de açudagem desta sub-bacia é o mais desenvolvido do Estado do Ceará, destacando-se os açudes Banabuiú, Pedras Brancas, Cedro e Quixeramobim,

além de grande quantidade de açudes de menor tamanho, pertencentes a particulares.

O quadro abaixo mostra alguns dos mais importantes açudes desta sub-bacia.

AÇUDE	LOCALIZAÇÃO	R. BARRADO	CAPACIDADE (1.000 m <sup>3</sup> )	ALTURA (m)	CONCLUSÃO
Banabuiú	Banabuiú	Banabuiú	1.700.000	57,7	1966
Cedro	Quixadá	Sitiá	125.684	20,0	1906
M J Cândido	B. Viagem	R. Fernandes	3.863	19,5	1967
Patu	S. Pompeu	Patu	71.829	44,4	1987
P. Brancas	Quixadá	Sitiá	434.049	33,6	1978
Quixeramobim	Quixeramobim	Quixeramobim	54.000	13,8	1960

O controle da rede de drenagem da bacia do rio Jaguaribe é feito através de 17 postos fluviométricos, sendo 4 no rio principal e os outros 13 em seus principais afluentes (Tabela 11). Estes dados são fornecidos pelo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), órgão responsável pela manutenção e operação destas estações fluviométricas. Infelizmente estes dados só estão disponíveis até 1988, embora o controle seja feito até os dias atuais.

No Alto Jaguaribe existem 11 postos, donde se destaca o de Iguatu, especialmente por ser este o que sempre tem merecido as atenções dos órgãos gerenciadores e operadores da rede, pois é justamente o posto que dispõe de vasta documentação, grande número de medições de descargas e dados de cotas. Todos os fluviogramas mensais utilizados para análise de continuidade dos trechos incluem uma comparação com relação às vazões deste posto.

Os demais postos apresentam dados com pouca confiabilidade, alguns com medições executadas no início dos anos 80; no de Arneiroz por exemplo, a série de descargas vai somente até 1981. A última medição nesta estação ocorreu em 19/04/80, e o leito apresenta grande mobilidade.

Observa-se, porém, que as análises de vazões características dos postos, apontam os altos módulos específicos dos rios oriundos das encostas da Chapada do

Araripe, quais sejam, os rios Cariús e Bastiões. O rio Trussu também apresenta médias específicas elevadas, por drenar águas provenientes de regiões elevadas.

Nos trechos do Médio e do Baixo Jaguaribe possuem 3 postos sendo que os de Peixe Gordo e de Jaguaribe possuem dados de boa qualidade.

Nos períodos de estiagem, quando a vazão do rio Jaguaribe é mantida pela liberação do açude de Orós, as vazões no posto de Peixe Gordo são menores que as do posto de Jaguaribe, que está a montante. Isto se deve às grandes perdas em trânsito nos aluviões do rio, associados às retiradas para consumo que ocorrem nos Baixo e Médio Vales.

O módulo específico do rio em Peixe Gordo é em torno de 3,0 l/s/km<sup>2</sup>, e logo adiante recebe o rio Banabuiú, que possui módulos próximos a 3,5 l/s/km<sup>2</sup>. Na entrada do Baixo Jaguaribe, já com a contribuição do Banabuiú, estima-se uma vazão média de 200 m<sup>3</sup>/s para o rio Jaguaribe.

Na sub-bacia do rio Salgado, os postos de Lavras da Mangabeira e Icó possuem informações de boa qualidade. Os dados dos demais postos desta sub-bacia mostram-se inconsistentes.

Quando desemboca no Jaguaribe, o rio Salgado possui vazão média interanual superior a este, fato comprovado pelos valores da média dos postos de Icó e Orós, quando a barragem do mesmo ainda não estava construída.

A sub-bacia do Banabuiú é mais difícil de ser analisada, pois pouco são os períodos coincidentes de dados entre postos de montante e jusante. Os postos de Boqueirão do Patu, no rio Patu, e de Senador Pompeu, no rio Banabuiú, possuem localizações muito ruins, influenciados que são pela confluência dos dois rios, merecendo restrição quanto aos seus dados.

Em termos de tipos químicos, as águas superficiais da bacia do rio Jaguaribe (Fig.11) são predominantemente do tipo bicarbonatadas-mistas (IBGE, 1996), excetuando-se apenas a sub-bacia do rio Banabuiú, onde predominam as águas cloradas-mistas e cloretadas-sódicas. Na região de Penaforte e Brejo Santo ocorrem também do tipo cloretadas-sódicas.

A potabilidade é boa em quase toda a área (IBGE, op. cit.), menos próximo à foz, onde a água tem potabilidade momentânea, e numa pequena área na parte central da bacia, a sul de Mombaça, onde a água tem potabilidade má.

Para a irrigação, predominam na área as águas do tipo C<sub>2</sub>-S<sub>1</sub> (IBGE op. cit.), de salinidade média, podendo ser usadas onde houver boa lixiviação. No alto curso do Jaguaribe há uma área próximo a Catarina com água do tipo C<sub>1</sub>-S<sub>1</sub>, sem restrição para o uso. Na região dos altos cursos dos rios Banabuiú e Quixeramobim, as águas são do tipo C<sub>4</sub>-S<sub>4</sub>, ou imprestáveis para a irrigação, assim como no baixo curso, próximo à foz, devido à influência da água do mar.

## **7.2. Recursos Hídricos Subterrâneos**

Na bacia do Jaguaribe ocorrem dois tipos de sistemas aquíferos classificados como cristalino e sedimentar. Cerca de 80% da área da bacia encontra-se no domínio das rochas cristalinas.

Considerando que a distribuição dos aquíferos não é uniforme, conclui-se que o cristalino é o aquífero mais importante da bacia, haja vista ser, praticamente, a única alternativa de exploração de águas das populações do semi-árido, encravados em rochas cristalinas, mais afetadas pelos períodos de estiagem prolongada.

As outras unidades aquíferas correspondem a pequenas bacias sedimentares que podem configurar-se como sistemas produtores de elevada potencialidade, como acontece com o grupo Araripe. Os sedimentos terciário-quadernários são representados pelo Grupo Barreiras, dunas e aluviões; destes, apenas os aluviões consistem aquíferos de alguma importância na área.

### **Sistema Cristalino**

Com aproximadamente 80% da área da bacia do Jaguaribe, este sistema está presente nos Geossistemas dos Tabuleiros do Baixo Jaguaribe, Depressão Sertaneja, Serras Residuais, Planalto Sertanejo, Depressão de Tauá, parte do Patamar de Campos Sales, Tabuleiros de São José do Belmonte e Serra do Pereiro.

Trata-se genericamente de um sistema aquífero de fraca potencialidade, constituído por um meio fraturado, descontínuo, heterogêneo, anisotrópico, com

zonas fendilhadas limitadas. Sua litologia abrange uma extensa variedade de rochas, que incluem migmatitos homogêneos e heterogêneos, gnaisses, granitos, granitóides, granodioritos, dioritos, quartzitos, xistos, calcários cristalinos, rochas calcossilicáticas, metassiltitos e outras.

As estruturas presentes no cristalino são muito variadas, destacando-se as falhas que ocorrem na região de Arneiroz-Senador Pompeu, Aiuaba, Jaguaribe e várias outras, que têm predominantemente direção nordeste, com inúmeras fraturas. As lineações dentro destas rochas alinham-se predominantemente segundo as direções dos falhamentos. Sinformes e antiformes de eixos apertados ocorrem ocasionalmente. Há que se destacar as unidades da região de Itatira, que compõem o Geossistema das Serras Residuais, onde ocorre um falhamento com rejeito direcional com direção noroeste, e é acompanhado por faixa de cisalhamento. Aí as falhas e fraturas costumam apresentar-se regeladas.

A porosidade destas rochas é de ordem secundária, regulada pelas fissuras das rochas. A permeabilidade e o coeficiente de armazenamento estão associados à extensão, grau de abertura e conexão das fraturas.

A recarga do aquífero fraturado está relacionada diretamente a pluviometria, rede hidrográfica e aluviões. A circulação, entretanto, é praticamente inexistente.

Por ser o cristalino um aquífero de grande complexidade hidráulica, os poços tubulares nele contidos apresentam um índice de insucessos bastante elevado, daí a justificativa da carência de poços existentes, o que dificulta a elaboração de um quadro estatístico de avaliação.

A profundidade média dos poços perfurados nestas litologias é de 65m, onde as vazões situam-se entre mínima de 0,2 m<sup>3</sup>/hora e máxima em torno de 5 m<sup>3</sup>/h

O tipo químico mais freqüente nestes aquíferos cristalinos é o cloretada-mista, sendo subordinado o tipo cloretada-sódica. Numa área reduzida, de orientação SO-NE, entre Mombaça e Iguatu (Fig.12), predominam águas bicarbonatadas-mistas. Quanto à potabilidade predominam águas de regular a boa. Em relação ao aproveitamento das águas para irrigação, verifica-se que nas rochas que constituem o aquífero cristalino predominam, muito fortemente, águas que vão desde C<sub>2</sub>-S<sub>2</sub> até C<sub>4</sub>-S<sub>4</sub>. Estas águas variam desde aquelas de salinidade média e elevado índice de

sódio, até as águas de salinidade e índice de sódio muito elevados, com muitas e variadas restrições quanto aos solos (textura, drenagem, etc.) e quanto às culturas (tolerância ao sal, etc.) a serem irrigados por estas mesmas águas ( IBGE, 1996).

## Sistema Sedimentar

### Formação Serra Grande

Na bacia hidrográfica do Jaguaribe esta unidade constitui o Geossistema Serra Grande, formando uma faixa estreita e irregular com extensão aproximada de 60 km e largura variando em torno de 10 km. Trata-se da borda da Bacia Sedimentar do Parnaíba, localizada no extremo ocidental desta bacia.

Sedimentos arenosos mais ou menos arcósicos, de granulação média a grossa, com níveis conglomeráticos, constituem a litologia dominante desta unidade. Na parte superior ocorrem intercalações de argilitos e folhelhos. A existência de várias fontes ao longo da escarpa comprova a presença de níveis impermeáveis intercalados.

A espessura da Formação Serra Grande foi estimada, nesta área, como sendo da ordem de 280 m, e seu mergulho para oeste é suave.

Seu potencial hídrico é limitado devido principalmente a sua pouca expressão areal na bacia do rio Jaguaribe.

No trecho aflorante desta unidade, as águas são predominantemente do tipo sulfatada cálcica (Fig.12), com potabilidade boa, e classificadas como águas para irrigação do tipo C<sub>2</sub>-S<sub>1</sub>, com salinidade média, podendo ser usadas onde haja lixiviação.

### Grupo Rio do Peixe

As rochas que compõem este grupo formam o Geossistema da Depressão de Iguatu e ocorrem em estreitas faixas formando bacias isoladas, no Médio Jaguaribe.

A litologia deste grupo é constituída de arenitos finos a médios, intercalações de arenitos grosseiros, conglomerados, siltitos, argilitos, com níveis de calcários, brechas, conglomerados brechóides, arenitos arcoseanos, areias sílticas e argilosas.

A alimentação da bacia é feita diretamente pelas precipitações pluviométricas e indiretamente através da rede hidrográfica. Com base em 102 poços cadastrados na bacia do rio Peixe (Ceará, 1992), a vazão média apresentada é da ordem de 7 m<sup>3</sup>/h, com profundidades inferiores a 100 m.

Albuquerque (1970) cita que o nível dos aquíferos dos arenitos da Formação Antenor Navarro situam-se em contato com o embasamento cristalino. As características hidrodinâmicas não são conhecidas. As águas desta bacia são do tipo cloretada-sódica com potabilidade boa. Quanto ao seu aproveitamento para a irrigação, são classificadas como C<sub>2</sub>-S<sub>1</sub>, de média salinidade, e demandam alguma lixiviação para serem usadas sem riscos.

#### Formação Cariri e Grupo Araripe

Estas unidades compõem os Geossistemas da Depressão do Cariri, Chapada do Araripe e parte do Patamar de Campos Sales.

A Formação Cariri situa-se nos setores norte e leste da Chapada do Araripe, compondo a base da seqüência do Grupo Araripe. Geocronologicamente possui a mesma idade da Formação Serra Grande, descrita anteriormente. É constituída por uma seqüência de sedimentos grosseiros, arenitos duros, maciços, com bancos quartzíticos, geralmente conglomeráticos, com uma espessura média de 100 m. Sobre esta formação ocorre a seqüência do Grupo Araripe, onde se distribuem, da base para o topo, as Formações Missão Velha, Santana e Exu.

A Formação Missão Velha ocorre em duas áreas de formato irregular a nordeste e a leste da Chapada do Araripe. Compõe-se de siltitos e arenitos finos na base, gradando para arenitos de médios a grosseiros na seção superior. Há níveis ocasionais de folhelhos, calcarenitos, conglomerados, calcários e margas betuminosas. A espessura estimada para esta unidade é da ordem de 250 m.

A Formação Santana distribui-se na borda nordeste e parte na borda norte da Chapada do Araripe. Os sedimentos desta formação são constituídos por folhelhos

betuminosos, siltitos amarelados, calcários laminados, arenitos calcíferos, gipsita e folhelhos calcíferos sem concreções. A espessura máxima é da ordem de 250 m.

A Formação Exu forma uma superfície contínua, bastante plana, que corresponde à “capa” da Chapada do Araripe. Os arenitos constituem a litologia predominante, mostrando-se médios a grosseiros, friáveis, por vezes conglomeráticos e localmente silicificados. Possui uma espessura máxima de 300 m e um mergulho muito suave para o norte.

A alimentação de todos estes aquíferos é realizada pela infiltração direta das águas pluviais. No aquífero Missão Velha, em particular, a alimentação é proveniente também do escoamento superficial, fontes e das infiltrações das águas do aquífero Exu, que atravessa as margas da Formação Santana.

Os principais exutórios dos aquíferos estão representados pelas fontes, riachos e evapotranspiração.

No aquífero Missão Velha, os poços existentes apresentam vazões exploráveis superiores a 100 m<sup>3</sup>/h/poço, para profundidades acima de 100m e regime de bombeamento contínuo. Na Formação Cariri as vazões exploráveis são da ordem de 30 m<sup>3</sup>/h/poço, também para um regime de bombeamento contínuo. Estas duas formações compõem os aquíferos mais importantes do grupo analisado.

As águas destes aquíferos são classificadas como bicarbonatadas-mistas no setor ocidental da chapada e cloretadas-mistas no setor oriental, tendo também boa potabilidade. Quanto ao aproveitamento para irrigação são águas do tipo C<sub>1</sub>-S<sub>1</sub>, podendo ser usadas sem restrição (IBGE, 1996).

### Grupo Apodi

Este grupo ocorre em pequenas áreas, nas proximidades do limite entre os Estados do Ceará e Rio Grande do Norte, na região nordeste da bacia do Jaguaribe, compondo o Geossistema Chapada do Apodi.

Na área aflorante, o Grupo Apodi está subdividido nas Formações Açú e Jandaíra. A Formação Açú é a unidade basal, sendo composta por arenitos brancos, cinza e avermelhados, conglomeráticos e caulínicos, com intercalações de folhelhos,

siltitos e calcarenitos. Sua espessura nesta área oscila em torno de 70 m, aumentando gradativamente em direção à costa.

A Formação Jandaíra constitui o topo, onde calcários compactos, duros, lajeados, fraturados constituem a litologia dominante, que ocupa uma largura média de 5 km e extensão aproximada de 100 km. A espessura desta unidade situa-se em torno de 180 m.

Os poços inventariados nos arenitos da Formação Açú não atingem a média de vazão dos poços construídos na mesma formação no Rio Grande do Norte (80 m<sup>3</sup>/h/poço, para profundidade de 900 m, Ceará. 1992). Na faixa que ocorre na bacia do Jaguaribe a vazão média dos poços existentes é da ordem de 3 m<sup>3</sup>/h/poço. Isto é explicado devido, principalmente, à pouca espessura destes sedimentos no Ceará. Nos poços do calcário Jandaíra, a vazão média é da ordem de 6 m<sup>3</sup>/h/poço, mais ou menos equivalentes à encontrada no Rio Grande do Norte.

Considerados como grande reservatório subterrâneo, os aquíferos do Grupo Apodi, principalmente os arenitos da Formação Açú, apresentam condições hidrogeológicas favoráveis à exploração de água subterrânea, apesar das grandes profundidades. Na bacia em estudo, entretanto, esta importância se reduz bastante devido à pouca profundidade e reduzida extensão areal, por ser área de borda.

As águas destas unidades são classificadas como bicarbonatadas-mistas e de potabilidade boa. Quanto ao aproveitamento para irrigação, no setor norte as águas são do tipo C<sub>3</sub>-S<sub>1</sub>, com alta salinidade, não podendo ser usadas em solos com drenagem deficiente, e apenas para culturas com alta tolerância ao sal. Na parte sul, as águas C<sub>1</sub>-S<sub>1</sub>, podem ser usadas sem restrições à irrigação, com pouco risco de salinidade (IBGE, 1996).

#### Grupo Barreiras

Esta unidade ocorre no baixo curso da bacia compondo o Geossistema dos Tabuleiros Costeiros.

A litologia é muito variada, com arenitos finos a médios, siltitos, argilitos variegados e níveis conglomeráticos. Apresenta estratificação cruzada e cores avermelhadas e amareladas.

A presença dos níveis argilosos reduz consideravelmente a sua permeabilidade, porém, inversamente, atua como suporte de aquíferos suspensos de pequena monta e contribui localizadamente, para a existência de alguns exutórios que ocorrem sob forma de fontes.

Nas áreas onde o Grupo Barreiras está em contato com depósitos aluvionares, estes atuam como drenos, carreando água para suas areias, pois estão posicionados morfológicamente em cotas menos elevadas.

As águas são do tipo bicarbonatadas-mistas com potabilidade boa. São classificadas como C<sub>2</sub>-S<sub>1</sub>, com salinidade média, só devendo ser utilizadas para irrigação em áreas com boa lixiviação e drenagem.

#### Coberturas Detríticas

Ocorrem nos Geossistemas dos Tabuleiros do Baixo Jaguaribe e Serra Grande. Estas coberturas têm um relevo monótono, formas irregulares, recortadas pela drenagem.

Litologicamente, esta unidade consiste de areias sílticas, argilosos, localmente grosseiros, com ocorrência ocasional de laterização, que pode afetar a sua permeabilidade efetiva.

Sua distribuição areal muito restrita e com espessuras muito reduzidas, torna esta unidade com muito pouca importância hidrogeológica.

#### Dunas

Estes sedimentos fazem parte do Geossistema dos Tabuleiros Costeiros. São representados por uma pequena faixa, próxima à foz do Jaguaribe, onde forma um cordão litorâneo bem desenvolvido, capeando a seqüência do Grupo Barreiras.

São constituídos por sedimentos litorâneos e areias de praia, bem selecionados e inconsolidados. Compõem um aquífero do tipo livre com elevada capacidade de infiltração e recarga assegurada pelas precipitações pluviométricas e pelas lagoas interdunares.

Tendo em vista a possibilidade de intrusão salina, os poços construídos nos aquíferos costeiros requerem cuidados especiais, tanto no dimensionamento das va-

zões quanto na fase de bombeamento. A superexploração desse aquífero poderá provocar o avanço da interface marinha para o continente.

### Aluviões

Os aluviões compõem o Geossistema da Planície do Jaguaribe, ocorrendo com maior evidência na área do baixo curso, onde formam uma faixa com cerca de 60 km de extensão e 10 km de largura média. Além disso ocorrem como uma faixa bem mais estreita, com cerca de 1 km de largura ao longo do Jaguaribe e do Banabuiú. Ocorrem ainda na parte central da bacia, na área do Geossistema da Depressão de Iguatu.

Litologicamente, compõem-se de areias com granulação variando de fina a grosseira, seixos, calhaus, siltes, argilas e matéria orgânica. Todo esse material é inconsolidado.

Sob o enfoque hidrogeológico, a área mais favorável à exploração de água é aquela do baixo curso, onde a espessura é maior, oscilando em torno de 25 m. Dados de sondagens e poços na região de Limoeiro do Norte e Tabuleiro do Norte (Ceará, 1992) indicam espessuras no pacote sedimentar de até 35 m. As vazões de produção desses poços, nessa área, em regime contínuo de bombeamento, são da ordem de 50 m<sup>3</sup>/h/poço.

A recarga dos aluviões é oriunda das precipitações pluviométricas e infiltração das águas dos próprios rios, nos períodos de enchente e, também, através da perenização do Jaguaribe e Banabuiú.

Tendo em vista a boa porosidade e permeabilidade, os depósitos aluvionares funcionam como exutórios para a água do rio no períodos de enchentes, atuando com dreno.

Geralmente os aquíferos aluvionares são do tipo livre, com elevada capacidade de armazenamento, alta permeabilidade e apresentam águas de boa qualidade.

## 8. RECURSOS MINERAIS

As observações desenvolvidas no âmbito da Bacia do Rio Jaguaribe seguem a linha das informações dos trabalhos elaborados pelo Projeto RADAMBRASIL - Levantamento de Recursos Naturais, Folhas SB.24/25 Jaguaribe/Natal. Os estudos basearam-se nos princípios da metalogenia previsual, onde a pesquisa objetivou a descoberta de novas áreas mineralizadas ou de jazimentos minerais (Fig.3

A região de Pedra Branca é representada por seqüências vulcanossedimentares e magmatogênicas. A natureza da mineralização está ligada ao caráter básico-ultrabásico das seqüências litológicas (anfíbolitos, gabros, piroxenitos, anortositos e basaltos). Nestas seqüências foram identificadas: área altamente potencial para cromita-platina-paládio-ouro; mineralização de esmeralda; área de grafita (sudoeste de Boqueirão do Cesário, estendendo-se por Boa Água - Tapuiará - leste de Quixeramobim - Carnaubinha - Milhã - Piquet Carneiro - Assunção - Dep. Irapuan Pinheiro - Acopiara - Quincol - Suçuarana).

Notifica-se na área em estudo uma pequena parte dos jazimentos diatomíferos que ocorrem no litoral cearense. Ocorre à margem esquerda do rio Jaguaribe, município de Aracati, nos domínios dos sedimentos do Grupo Barreiras e balizados nas proximidades do contato com o embasamento cristalino. Esses jazimentos são restritos a ambientes lagunares, de formas circulares ou amebóides, condicionados por fatores físico-químicos e climatológicos. O minério apresenta-se associado a camadas delgadas ou espessas de argila caulínica, areia, matéria orgânica e outras impurezas.

A borda ocidental da Chapada do Apodi exhibe rochas carbonáticas oriundas de ambiente deposicional típico de uma bacia marinha de águas rasas e quentes, tranqüilas, e com restritas comunicações com o mar aberto. Neste setor também se registra a presença de rocha fosfática com 14% de  $P_2O_5$ , na escarpa da chapada, a leste de Limoeiro do Norte, assim como calcários de alto grau de pureza ( $CaO >50\%$ ;  $MgO <2\%$ ).

Na região de Barbalha, Chapada do Araripe, são registrados depósitos estratiformes em sedimentos sem relação visível com intrusões. Ali, a IBACIP (Indústria

Barbalhense de Cimento Portland S.A.) além de extrair também processa industrialmente o calcário. Pequenas empresas, ou até mesmo pessoas físicas, extraem por conta própria, vendendo em estado bruto ou calcinado. Toda a produção de calcário do Estado do Ceará é destinada basicamente à fabricação de cal, cimento, tintas, corretivo de solos e carbonato de cálcio natural.

A Chapada do Araripe, localizada a sul da área em estudo, disposta no sentido E-O, é constituída de sedimentos siluro-devonianos e cretácicos, assentados sobre rochas pré-cambrianas. Nestes sedimentos estão localizadas as mais importantes mineralizações de gipsita do País, além de ocorrências e indícios de calcário, barita, celestita e sulfetos metálicos. A mineralização sulfetada ocorre disseminada sob a forma de pequenos cristais, eventualmente associada com esfarelita, calcopirita, pirita e marcassita. A aptidão metalogenética é essencialmente por sua mineralização de gipsita, posicionada em fácies argilo-síltica e evaporítica (Formação Santana), com ocorrências desde o extremo oriental ao ocidental da bacia. Neste ambiente são conhecidos 33 jazimentos de gipsita e 05 de calcário, 08 indícios de chumbo, 03 de celestita e 01 de barita, concentrados nas bordas da chapada.

A gipsita apresenta-se esbranquiçada, cinza e esverdeada, constituída por cristais centimétricos, de textura fibro-radiada. Ocorre sob forma de lentes, camadas contínuas ou em blocos irregulares dispostos numa massa argilosa. As suas aplicações são as mais variadas: fabricação de cimento Portland, na agricultura como corretivo de solos alcalinos, botões, fósforo, inseticidas, cerâmica, na obtenção de *filler* para construção de estradas asfaltadas, na construção civil após calcinação, na indústria química como fonte de obtenção de ácido sulfúrico e nos processos de beneficiamento de minérios.

Na região de Altaneira ocorre uma seqüência pelito-calcário-dolomítica, associada espacialmente a rochas básicas e ultrabásicas, prospectáveis para cobre, chumbo e zinco.

Das inúmeras ocorrências de caulim verificadas no Estado do Ceará citam-se aquelas conhecidas nos municípios de Russas, Parambu, Quixeramobim, Crato e Campos Sales, este último contendo concessão de lavra (mina). A produção de cau-

lim se destina às cerâmicas e às indústrias de borracha, plástico e tintas, que consomem este bem mineral já beneficiado.

A região central da área do projeto corresponde às bacias do rio do Peixe e de Iguatu. Nestes ambientes a possibilidade de conter concentrações de sulfetos metálicos nos seus níveis pelito-carbonáticos, com características de depósitos econômicos, são remotas. Já as regiões de Lima Campos e Icó apresentam possibilidades de concentrações de sulfetos metálicos e para mineralizações baritíferas.

Na região sudoeste, próximo ao rio Jucá, são conhecidas mineralizações baritíferas e pequenos indícios de mineralizações cupríferas. As rochas encaixantes são argilitos com intercalações arenosas ( fácies folhelho ); arenitos impuros, siltosos. As disseminações piritosas ocorrem na matriz pelito-carbonática da fácies conglomerática.

Os estudos desenvolvidos na área da bacia hidrográfica do rio Jaguaribe não indicam uma avaliação segura do potencial cuprífero do Estado. Os trabalhos de pesquisas de cobre realizados pela CPRM na área de Aprazível resultaram inexpressivos. Já na região de Barro e Aurora (Projeto Aurora) os estudos estão paralisados desde 1982.

Na região centro-leste do Estado, abrangendo parte dos municípios de Solonópole, Quixeramobim, Jaguaribe, Jaguaretama e Acopiara, os pegmatitos foram objeto de estudos a partir da Segunda Guerra Mundial pela sua importância econômica, representada pelas mineralizações de columbita-tantalita, berilo, espodumênio, ambligonita, cassiterita, feldspatos, caulim, dentre outras.

Gemas e pedras ornamentais são pesquisadas em veios pegmatíticos em formas, tipos e dimensões variadas, que se formam por intrusões silicosas nas zonas fissuradas de rochas pré-existentes. No âmbito do projeto, Solonópole é a área onde são maiores as possibilidades de ocorrerem mineralizações. Para as pedras ornamentais ocorrem zonas de bons potenciais, tais como: diques de granodioritos pórfiros a 15 km ao sul de Tauá na BR-020; os gnaisses pórfiros no município de Quixeramobim; quartzo róseo nas províncias pegmatíticas; os mármore nos municípios de Saboeiro, Aiuaba, Cedro, Assaré, Campos Sales e Farias Brito. São inúmeros os

corpos granitóides que apresentam perspectivas de utilização na indústria de rochas ornamentais, como aqueles de Iracema e Pereiro.

A região de Jucás-Iguatu-Orós, nas bacias dos rios Salgado e Jaguaribe, concentra todas as jazidas de magnesita do Estado do Ceará. Este bem mineral é adequado para a matéria-prima de refratário. O teor médio de MgO da magnesita cáustica de Iguatu é de 94% e tem como impureza predominante a sílica. A orientação para fins menos nobres ocorre quando o teor de ferro é elevado e não rebaixável.

São numerosas as ocorrências de minérios de ferro, verificadas de maneira disseminada ou isoladas por todo o Estado, com depósitos de pequenas magnitudes. Na área do projeto são registradas ocorrências nos municípios de Russas, Morada Nova, Tauá, Parambu, Cococi, Assaré, Lavras da Mangabeira e Barro. As fundições e indústrias metalúrgicas do Estado consomem todo o minério de ferro, cujo destino é a produção de peças e artefatos de ferro fundido. O ferro é utilizado na forma de gusa e sucata.

Dentre as ocorrências de manganês consideradas de maior importância no Estado do Ceará está a do município de Solonópole (Cacimbinha). São duas camadas tabulares de minério, com 2m e 5 a 8m de espessura, respectivamente, sugerindo continuidade para sul.

As planícies e os terraços aluviais do rio Jaguaribe desempenham função de grande importância econômica nos vários municípios beneficiados por esta drenagem. As atividades desempenhadas sobre as planícies aluviais são as mais diversas. Os solos férteis são intensamente utilizados para agricultura e agropecuária. As perfurações de poços profundos, ponteiras e amazonas (cacimbas) favorecem o abastecimento com água para consumo humano, animal e para irrigação. As indústrias de construção civil e de cerâmicas, também são abastecidas por esta fonte de matéria-prima (argila, areia, cascalho).

A extensa faixa litorânea do Estado do Ceará se condiciona naturalmente como um potencial inesgotável para a produção do sal marinho. A proximidade do mar, o clima árido e quente, a baixa precipitação pluviométrica, a impermeabilidade do solo e o regime de ventos favorecendo a evaporação, são as condicionantes de tal assertiva. O município de Aracati se destaca como um grande produtor de sal.

As principais ocorrências minerais da área em estudo estão plotadas nos quadros a seguir.

### Reservas de Substâncias Minerais-Metálicas do Ceará - 1990

Substâncias Minerais	Quantidade (t)				Total Médio Ponderado da Reserva Medida
	Medida		Indicada	Inferida	
	Minério	Contido			
Berílio (Berilo)	199	20	117	20	10,05% BeO
Cobre	7.417.155	79.744	8.325.000		1,07% Cu
Ferro	2.819.520	1.649.419			58,49% Fe
Lítio (Ambligonita)	57	5	14	49	8,77% Li <sub>2</sub> O
Lítio (Lepdolitita)	1.676	25	2.716	110	1,49% Li <sub>2</sub> O
Nióbio (Col.-Tant.)	4			1	

### Reservas de Substâncias Minerais Não Metálicas do Ceará - 1990

Substâncias Minerais	Quantidade (t)				Total Médio Ponderado da Reserva Medida
	Medida		Indicada	Inferida	
	Minério	Contido			
Areia	5.449.804		462.983		
Argila	144.130.196		124.010.382	76.624.512	
Barita	25.062	15.541	25.800	58.329	62,01% BaSO <sub>4</sub>
Calcário	1.422.073.154		1.257.309.634	1.495.635.972	
Caulim	157.281		27.609		
Diatomita	725.233		133.296	32.565	
Dolomita	67.204.496		55.137.400	109.576.000	
Feldspato	38.906		30.191	6.938	
Gipsita	11.634.870		1.157.000		
Magnésio (Magnesita)	64.779.805		55.501.590	1.556.051	
Mica	15.324		18.359	710	
P. Br. Orn. (Granito)	6.611.100		20.090.492	117.000	
P. Br. Orn. (Mármore)	210.265		96.360		
Quartzo	494.824		32.639	637.971	
Talco			4.415	8.192	

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro - 1991

## 9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A extensão territorial abrangida pela área em estudo condiciona a existência de um zoneamento ambiental diversificado retratado em 15 unidades, onde afloram problemas e potencialidades cujos limites estão relacionados a variáveis naturais. Nesse sentido, as limitações impostas para a ocupação do espaço físico tendem a apresentar diferenças pronunciadas e merecedoras de destaque em qualquer política que vise à elaboração de diretrizes capazes de atenuar a vulnerabilidade do potencial ambiental.

Uma das maiores dificuldades impostas pelas potencialidades naturais da área estão associadas aos condicionamentos climáticos e edáficos. As características fisiográficas e ambientais estão vinculadas à semi-aridez, que através da concentração e irregularidades das chuvas limita a vida agrícola. Condiciona por outro lado o caráter intermitente da rede de drenagem, a biomassa da vegetação da Savana Estépica (Caatinga) e a ocorrência de processos morfogenéticos mecânicos. Isso se traduz na presença de solos rasos recobertos por detritos grosseiros de pedimentação. Os extensos aplainamentos da Depressão Sertaneja têm nestas condicionantes uma das maiores limitações para a sua ocupação. A Depressão Sertaneja é, por excelência, o domínio das grandes fazendas de vida pastoril extensiva e de pequena densidade demográfica. Sua diversificação efetiva-se na medida em que surgem os relevos elevados dos planaltos, chapadas e planícies fluviais. Tratam-se dos “brejos”, que constituem paisagens de exceção no contexto semi-árido pela oferta de solos férteis e de chuvas abundantes. São áreas de vida agrícola mais intensa, de fortes densidades populacionais e de grande fracionamento das propriedades. Por exemplo, a Depressão do Cariri, situada no sopé da Chapada do Araripe, constitui-se num “brejo de pé-de-serra” e representa importante pólo agrícola cearense. As planícies fluviais que se desenvolvem preferencialmente no baixo curso e próximo à embocadura do rio Jaguaribe, dotadas de solos agricultáveis e de excedentes hídricos no subsolo, evidenciam-se como áreas agrícolas que têm importante desempenho na economia rural e concentram elevados contingentes populacionais.

Pelo menos duas áreas da bacia têm sido apontadas como em estado de desertificação: a Depressão de Tauá e setores da Depressão Sertaneja, notadamente a noroeste e oeste da Serra do Pereiro. Tratam-se de áreas com problemas de erosão maiores que outras, agravados pelo raleamento da vegetação, solos rasos, e locais onde há maior exposição de rocha-sã, além de forte predisposição erosiva.

Segundo Nunes et al. (1995), a desertificação corresponde a processos cumulativos de erosão, naturais ou intensificados pela ação do homem, numa escala de tempo relativamente curta, de tal forma a esgotarem gradativamente seus recursos naturais, diminuindo ou mesmo destruindo o potencial biológico e a qualidade de vida dos ecossistemas envolvidos, com a perda das condições de auto-regeneração. Os setores citados apresentam alguns destes problemas combinados, que sugerem uma dificuldade muito grande para recomposição vegetal, porém em nada se assemelham à situação vivida pelos países africanos ao sul do deserto do Saara.

Entretanto, estes setores mais degradados, e mesmo outros que ainda não tenham atingido estágios semelhantes, não devem ter seus problemas olvidados, mas tê-los monitorados, pois, por estarem localizados em áreas com baixa pluviosidade e com deficiência hídrica elevada, torna-se ainda mais difícil sua recuperação.

### **Perspectivas Quanto aos Recursos Hídricos**

As características hidrológicas da quase totalidade da área são típicas das regiões semi-áridas, com rios de regime intermitentes sazonais, dada a estreita vinculação dos mesmos com a distribuição freqüencial das chuvas.

Diversas sub-bacias hidrográficas compõem o quadro hidrográfico regional. Do confronto entre elas observa-se que cada sistema detém a sua individualidade quanto à extensão, forma, densidade e freqüência de cursos de água, descarga, padrão e capacidade energética. Só através de uma análise de detalhe a respeito de tais atributos qualitativos e quantitativos poder-se-ia propor diretrizes concretas a respeito das perspectivas do aproveitamento da rede de drenagem. Por esta razão, a precariedade de dados e a natureza do presente estudo dificultam as tentativas de uma avaliação mais fidedigna. A par de tais problemas, procurou-se restringir esta

abordagem à política de açudagem, que constitui a manifestação mais concreta de aproveitamento de drenagem da região.

É evidente que a motivação principal de açudagem comum a todo o Nordeste semi-árido decorreu da necessidade de acumular água para suprir as deficiências hídricas que o regime pluvial impõe durante a maior parte do ano. As finalidades da açudagem tornam-se patentes através do abastecimento de água às populações, da piscicultura, como fator de promoção do desenvolvimento agrícola através da irrigação e como elemento de regularização do escoamento fluvial.

A expansão da rede de açudes não encontra maiores dificuldades em face das inúmeras áreas de superimposição fluvial que formam os “boqueirões” - locais propícios para sítios de barragens. Além disso, considerando a expressiva densidade de rios e riachos observados nos compartimentos de relevos cristalinos, há uma tendência generalizada para o crescimento da açudagem.

Alguns problemas que tendem a comprometer os resultados decorrem de irregularidade das chuvas, que, com variações acentuadas, requerem para os reservatórios de maior capacidade, grandes bacias de captação. Dessa forma, áreas dotadas de solos agricultáveis tornam-se submersas. Além disso há que se atentar para o problema da evaporação, que assume na Depressão Sertaneja coeficientes dos mais expressivos. Aliam-se a isso as conseqüências do assoreamento dos reservatórios e da salinização das águas represadas como também dos solos a jusante das barragens. Para que o processo de colmatagem se manifeste há que se considerar o desmatamento indiscriminado dos interflúvios com a conseqüente reativação do escoamento difuso e em lençol, que carregam sedimentos na direção da bacia de captação. Acrescente-se a própria deposição fluvial, responsável pelo aporte de uma grande massa de detritos finos.

Quanto aos solos situados a jusante das barragens, a má utilização da água para a irrigação poderá comprometer a sua produtividade agrícola através da salinização. Isso é mais comumente observado quando da utilização de técnica de irrigação por gravidade.

É importante frisar que não existe ainda uma avaliação satisfatória acerca dos resultados de açudagem na área estudada em particular, e no Nordeste em geral. Em

parte ela supre algumas das deficiências motivadas pela carência de água. No tocante à regularização do escoamento fluvial não se chegou ainda a resultados vantajosos. Daí porque ainda se fazem sentir os efeitos catastróficos das cheias que afetam numerosas cidades sertanejas.

### **Perspectivas Quanto ao Uso do Solo**

A distribuição do uso do solo na bacia do rio Jaguaribe ressalta com nitidez a diferença na paisagem entre as terras em uso e aquelas que estão em suas condições naturais. O homem do campo utiliza, ano após ano, as baixadas, planícies fluviais e regiões de solos férteis, o pedaço de terra que ele sabe que oferece melhores chances para sua lavoura, ou seu pasto, manter-se durante o curto período chuvoso. Fora isso fica bem marcada a presença da Savana Estépica (Caatinga), vegetação que tem pleno domínio da região em função de sua perfeita adaptabilidade aos rigores climáticos da seca.

Fator marcante a ser observado no meio rural cearense é o conjunto de mecanismos desenvolvido ao longo de muitos anos para manter uma relação de equilíbrio entre o homem e o meio. Esses mecanismos são visíveis nos sistemas de produção agrícola e nos manejos de gado. Contudo, o principal desses mecanismos é a expulsão do excedente populacional, mantendo o seu contingente sempre em níveis compatíveis com o limite de sua sobrevivência.

Esses limites, ao longo dos últimos anos, vêm sendo alargados em favor do homem, em resposta à adoção de certas medidas de caráter técnico que têm contribuído para garantir a oferta de água às populações rurais. A açudagem nas baixadas, por exemplo, ao longo das rodovias, mantém tranquilos os moradores da região por mais tempo, caso a chuva não venha e a estiagem se prolongue.

O projeto de perenização do rio Jaguaribe contribuiu, sobremaneira, para que inúmeros perímetros de irrigação surgissem ao longo de sua planície fluvial. Com isso, mantém-se o pessoal do campo ocupado o ano inteiro, gerando renda no interior do Estado, não só pela produção rural em si como pela dinamização das cidades da região, com o aumento de movimento econômico, em razão da função inerente às cidades de prestadoras de serviços.

Ao par com o aumento na capacidade de armazenamento de água, a aplicação de novos recursos técnicos da produção no campo também amplia a restrita faixa de equilíbrio homem/meio nas zonas semi-áridas. Um exemplo bem presente disso é a utilização generalizada de capineiras, que frequentemente são vistas junto às moradias, ou cercadas junto às aguadas. Da mesma forma, o cultivo de forrageiras e o emprego de ração para complementação alimentar do gado vão se tornando comuns. A utilização dessas práticas de manejo na pecuária não só garantem a sobrevivência do gado como também concorrem para manter o homem no campo.

### **Perspectivas Quanto ao Turismo**

A diversidade de sítios paisagísticos na bacia podem representar um importante potencial a ser explorado, incrementado e conservado.

No litoral situa-se uma das áreas de maior importância turística na bacia do Jaguaribe, a praia de Canoa Quebrada. Localizada no município de Aracati, este balneário litorâneo vem sofrendo há anos uma ocupação urbana irregular. Muito procurada nos finais de semana e grandes feriados, tem sua capacidade de suporte superada no período de verão, quando milhares de pessoas por ali transitam.

A falta de projeto urbanístico e as construções feitas aleatoriamente conferem um ar de desordenamento a uma das mais belas paisagens do litoral cearense, onde não se poupam nem as dunas, nem as falésias, demonstrando uma total desatenção ecológica por parte da prefeitura local.

Na região de Fortim observa-se também especulação imobiliária em direção à foz do rio Jaguaribe, onde já podem ser observadas construções sobre as dunas.

Os açudes de Orós, Cedro, Banabuiú, Quixeramobim e Limoeiro do Norte constituem-se importantes pontos de atração de lazer para as comunidades das cidades onde estão instalados e das regiões próximas, necessitando, entretanto, todos eles, melhorias em seus equipamentos de apoio para evitar danos ambientais nas proximidades, como lançamento de esgotos e construções sem critérios.

Em Quixadá e Barbalha existem dois pontos turísticos já instalados que têm como maior atração a possibilidade de temperaturas mais amenas. A Casa de Repouso São José no Distrito de Dom Maurício e o Balneário do Caldas, na Chapada

do Araripe além dos pontos aprazíveis onde então instalados fornecem a visão panorâmica de setores da Depressão Sertaneja, no caso da primeira, e da Depressão do Cariri.

O Balneário do Caldas também tem em suas instalações uma série de nascentes, que precisam de uma série de cuidados para sua preservação e abastecem as piscinas locais usadas para banhos públicos. Parte da água aí utilizada é usada para consumo da população das proximidades do balneário, deixando muito a desejar quanto ao volume oferecido se relacionado com aquele desperdiçado.

A cidade de Juazeiro do Norte apresenta-se como um dos maiores centros de romaria do Nordeste e do Brasil. Nas semanas próximas ao Dia de Finados dezenas de milhares de romeiros chegam à cidade instalando-se nos hotéis, pousadas e qualquer outro tipo de abrigo possível, aumentando consideravelmente o movimento comercial na cidade, mesmo em se tratando de uma massa de baixa renda.

Quixadá, mais recentemente, com a criação do Santuário Nossa Senhora Imaculada Rainha do Sertão, localizado no alto de um *inselberg* próximo à cidade, tem tido um movimento significativo de visitantes, notadamente nos finais de semana.

Santana do Cariri possui um museu arqueológico, pertencente à Universidade Regional do Cariri (URCA), especializado nos ictiólitos encontrados nas formações do Grupo Araripe, e que poderia ser mais divulgado para aumento de um turismo cultural na região.

## 10. BIBLIOGRAFIA

- ALBUQUERQUE, J. DO P.T. Inventário hidrogeológico do Nordeste, Folha nº 15 - Jaguaribe - SE. Recife: SUDENE, 1970. 187p. (Sér. Hidrogeologia, (SUDENE, 32).
- ANDRADE, M. C. de. O processo de ocupação do espaço regional do Nordeste. 2.ed. Recife: SUDENE, Coordenação de Planejamento Regional, 1979. 149p. (Sér. Estudos Regionais, SUDENE, 1).
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO CEARÁ. Fortaleza: IPLANCE, 1992/93. V.1.
- ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO. Brasília: DNPM, 1991. v. 20.
- ARAÚJO, J. A. de A. (Coord.). Barragens no Nordeste do Brasil; experiências do DNOCS em barragens na região semi-árida. 2.ed. Fortaleza: DNOCS, 1990. 328p.
- CEARÁ. Secretaria dos Recursos Hídricos. Plano estadual dos recursos hídricos. Fortaleza, 1992. 403p.
- CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo: E. Bücher; Ed. da Universidade, 1974. 149p.
- CRUZ, W. B. da; FRANÇA, H.P.M. de. Inventário hidrogeológico do Nordeste, Folha nº 14- Jaguaribe - SO. Recife: SUDENE, 1970. 222p. (Sér. Hidrogeologia, SUDENE, 31).
- DINIZ, J.F. (Coord.). Sub-sistema urbano-regional de Crato/Juazeiro do Norte. Recife: SUDENE, Diretoria de Planejamento Global, 1989. 326p. (Sér. Estudos Regionais, SUDENE, 21).
- DNPM. Avaliação regional do setor mineral - Ceará. Brasília, 1985. 185p (Boletim, 46)
- ENCICLOPÉDIA DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS; municípios do Estado do Ceará. Rio de Janeiro: IBGE 1959. V.16.
- IBGE. Censo agropecuário Ceará; 9º recenseamento geral, 1980. Rio de Janeiro, 1983. V.2, t3, n.9, 2ª parte.

- Censo demográfico Ceará - 1991. Rio de Janeiro, 1994. N.11.
  - Censo demográfico Ceará, dados distritais; 9º recenseamento geral. 1980. Rio de Janeiro, 1982. V.1, t.3, n.7.
  - Diagnóstico ambiental do Nordeste. Salvador (no prelo)
  - Censo demográfico Ceará, mão-de-obra; 9º recenseamento geral, 1980. Rio de Janeiro, 1983. V.1, t.5, n.9.
  - Sinopse preliminar do censo demográfico Ceará - 1991. Rio de Janeiro, 1992. N.9.
  - Subsídios à regionalização. Rio de Janeiro, 1968. 208p.
- IBGE; SUDENE. Mapa de hidroquímica dos mananciais de superfície Região Nordeste (área de atuação da SUDENE). escala 1:2.500.000 s.l., 1996.
- Mapa de hidroquímica dos mananciais subterrâneos Região Nordeste (área de atuação da SUDENE). escala 1:2.500.000 s.l., 1996.
- IPLANCE. A dinâmica do movimento populacional no Ceará, 1950-1991. Fortaleza, 1994. 12p.
- Coletânea de estatísticas agrícolas cearenses 1947 - 1995. Fortaleza, 1995. 59p.
  - Indicadores econômicos e sociais do Ceará, 1986-93. Fortaleza, 1994. 51p.
- MANOEL FILHO, J. Inventário hidrogeológico do Nordeste, Folha nº 10 - Jaguaribe - NE. Recife: SUDENE, 1970. 343p. (Sér. Hidrogeologia, SUDENE, 30).
- MELO, M. L. DE. Regionalização agrária no Nordeste. Recife. SUDENE, Coordenação de Planejamento Regional, 1978. 225p. (Sér. Estudos Regionais, SUDENE, 3).
- NUNES, B. de A. et al. (Coords.) Manual técnico de geomorfologia. Rio de Janeiro: IBGE, 1995. 111p. (Sér. Manuais Técnicos em Geociências, 5).
- PROJETO RADAMBRASIL. Folha SB.24/25 Jaguaribe/Natal; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1981. 744p. (Levantamento de Recursos Naturais, 23)

SCHOBENHAUS, C. et al. (Coord.). Geologia do Brasil; texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente, incluindo depósitos minerais, escala 1:2.500.000. Brasília: DNPM, 1984. 501p.

SOKOLONSKI, H. H. Manual técnico de uso da terra. Salvador: DIGEO 01/NE 01, 1996. 51p.

SOUZA, E. M. DE et al. Projeto Levantamento de recursos minerais do Estado do Ceará; programa áreas pegmatíticas. Recife: CPRM, 1973. v. 1.

SUDENE; PROJETO RADAMBRASIL. Levantamento geológico, hidrogeológico, de solos e vegetação da folha SB.24-ZA-I. Orós. Salvador, 1985. 274p.