

## 8. ANÁLISE INTEGRADA

### 8.1 INTRODUÇÃO

A Análise Integrada, a seguir apresentada, foi desenvolvida a partir do conhecimento gerado sobre os diversos temas que compõem o Estudo de Impacto Ambiental da implantação do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional. O resultado alcançado tem como base a integração dos estudos de climatologia, geologia, geomorfologia, recursos minerais, recursos hídricos, solos, aptidão agrícola das terras, flora, fauna e socioeconomia. Esta análise busca explicitar as relações de dependência e/ou sinergia entre os fatores ambientais citados, de forma a se compreender a estrutura e a dinâmica da região, destacando-se os aspectos mais relevantes e os pontos julgados críticos no contexto ambiental.

O espaço geográfico considerado nesta análise foi basicamente aquele onde deverão se dar às maiores transformações decorrentes da implantação do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, que envolve:

- as bacias hidrográficas receptoras dos rios Jaguaribe, Apodi, Piranhas-Açu e Paraíba; e
- parte da bacia doadora do Rio São Francisco, ou melhor: o conjunto que reúne o trecho receptor da margem esquerda desde a bacia do rio Brígida até a do rio Moxotó.

Este território corresponde ao espaço máximo onde, diante do que se apurou sobre o empreendimento e sobre as regiões estudadas no diagnóstico ambiental, poderão se manifestar transformações relevantes nos elementos físicos, bióticos ou antrópicos em função da implantação do empreendimento.

Visando facilitar a apreciação conjunta dos elementos ambientais e o posterior entendimento da análise integrada, compartimentou-se o espaço de interesse segundo sete grandes Sistemas Ambientais, que interagem entre si: Sertanejo, Apodi, Borborema, Araripe, Jatobá, Agreste e Costeiro, os quais são analisados integradamente. Desses Sistemas, o Sertanejo e o Araripe foram subdivididos em Subsistemas, face às suas peculiaridades e dimensões. A Figura 8-1, ao final da Seção, apresenta os limites dos Sistemas Ambientais.

A compartimentação da região em Sistemas Ambientais baseia-se, principalmente, na homogeneidade das formas de relevo, relacionadas às condições climáticas, aos fatores litoestruturais, à presença de recursos hídricos superficiais e subsuperficiais, aos solos e a sua aptidão, ao recobrimento vegetal e ao uso e ocupação exercidos sobre eles.

As condições climáticas atuais são responsáveis pela permanência de faixas decrescentes de umidade do litoral para o interior, que influem na cobertura vegetal e favorecem a diversificação dos processos morfogenéticos atuantes na paisagem e a forma de ocupação, uso e apropriação dos recursos naturais.

Em geral, as atividades antrópicas, principalmente o desmatamento, contribuem para a degradação do meio ambiente. A devastação da Caatinga e das matas, em geral, rompe o equilíbrio dos ecossistemas, deixando os solos desprotegidos dos efeitos das chuvas, normalmente torrenciais, facilitando o escoamento superficial das águas pluviais e, desta forma, provocando uma aceleração dos processos erosivos.

Os processos morfogenéticos mecânicos são predominantes, em virtude do clima seco do sertão. Nos setores mais úmidos da região – parte costeira e partes mais elevadas (microclimas) - os processos de decomposição química e o escoamento superficial prevalecem, formando relevos menos monótonos, com interflúvios em forma de colinas, cristas e taludes com vales encaixados. Tais setores são, via de regra, mais vulneráveis em relação à estabilidade de terrenos.

Nesse contexto, foram identificados os Sistemas Ambientais e Subsistemas descritos a seguir.

## **8.2 DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS AMBIENTAIS**

### **8.2.1 SISTEMA SERTANEJO (SS)**

O Sistema Sertanejo é o de maior expressão geográfica, ocupando cerca de 66,5% (133 mil km<sup>2</sup>) da região em estudo. Abrange grande parte dos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Pernambuco, além de áreas menores do Estado Paraíba e um pequeno trecho do estado de Alagoas.

Apresenta extensas superfícies pediplanadas, com interflúvios tabulares, onde sobressaem relevos residuais, como cristas, "inselbergs" (afloramentos rochosos isolados) e planaltos. Nessas formações, dominam rochas cristalinas pré-cambrianas, principalmente nos tabuleiros, evidenciadas pelos grandes afloramentos de rochas graníticas disseminados por todo o Sistema, embora constata-se também a presença de rochas sedimentares mesozóicas, freqüentes nas áreas abaciadas.

Tais características conferem à região um potencial hidrogeológico relativamente baixo a muito baixo, em sua maior extensão, sendo a vazão média dos poços da ordem de 1,3 l/s. Dentre outros fatores, isto pode ser explicado pela variabilidade da precipitação pluviométrica, pela baixa permeabilidade do terreno e pelas

elevadíssimas taxas de evaporação, que levam a um déficit hídrico considerável, gerando poucos excedentes hídricos.

Esse compacto feixe de atributos, centrado em fatores físicos, atua de forma incisiva sobre o meio orgânico da região, compondo um dos biomas mais peculiares do Nordeste do Brasil: a Caatinga.

O bioma Caatinga caracteriza-se, sob o aspecto fisionômico, pela franca penetração da luz solar e pelas diversas características de resistência à deficiência hídrica apresentadas por muitas espécies. Tais características incluem a redução da superfície foliar, transformação das folhas em espinhos, presença de cutículas cerosas nas folhas, órgãos subterrâneos de reserva e, como atributo mais importante, a perda de folhas, sendo raras as plantas que não apresentam caducifolia.

Há, contudo, bons indícios de que parte considerável da área hoje ocupada por Caatingas baixas era coberta por formações de cunho arbóreo mais acentuado, há cerca de 10 mil anos. Dentre as maiores evidências que corroboram tal hipótese, destacam-se as descrições de dois macacos fósseis dos gêneros *Protopithecus* e *Caipora*, com peso estimado em 20 e 25 kg, respectivamente. Esses primatas teriam vivido em Lagoa Santa, Minas Gerais, e em Campo Formoso, Bahia, ocupando, provavelmente, habitats florestados métricos bem diferentes dos que hoje cobrem as referidas regiões.

Entretanto, a substituição de matas úmidas pela Caatinga ainda permanece não explicada satisfatoriamente. É provável que a floresta seca e a vegetação arbustivo/sub-arbórea e aberta sempre tenham coexistido, porém a floresta teria ocupado uma área mais ampla e sua redução teria sido provocada pela intervenção humana, através de atividades como o pastoreio extensivo e o consumo excessivo das plantas forrageiras arbóreas e arbustivas.

A atividade humana contínua, aliada aos fatores climáticos, teria proporcionado a dominância de espécies de plantas invasoras, empobrecendo o solo e intensificando a competição ecológica, reduzindo-se, assim, a germinação de sementes de outras espécies. As capoeiras das Caatingas, com o predomínio de marmeleiros e juremas, demonstram a dificuldade do retorno da vegetação original, mesmo com o passar dos anos. As áreas utilizadas para construção de estradas comprovam a rapidez de alastramento do xerofitismo e a irreversibilidade das condições dominantes, a partir das degradações provocadas pelo Homem. Como agravante, a região está inserida, em seu conjunto, num contexto onde a ação antrópica tem contribuído para o avanço sobre os remanescentes de floresta, que são substituídos ou aleatoriamente explorados, causando a degeneração da composição das matas nativas.

A situação atual de conservação da Caatinga na área de estudo do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, retrata um cenário de intensa degradação ao redor das cidades, devido à retirada de madeira e ao desmatamento desenfreado a partir de assentamentos populacionais aleatórios. Estes, por sua vez, contribuem para o incremento da coleta de plantas forrageiras e a disposição de lixo, reforçando a condição ambiental depauperada. O mesmo ocorre com as matas ciliares, que são invariavelmente estreitas e descontínuas, abrigando, muitas vezes, espécies introduzidas na região, como as algarobas (*Prosopis* sp.). Os leitos dos rios intermitentes são utilizados para o plantio e retirada de areia e, nos reservatórios perenes ou poças de água, pode-se encontrar extensas populações de macrófitas aquáticas (algas e angiospermas).

Junto às áreas peri-urbanas habitadas ocorre uma vegetação de origem antrópica constituída pela associação de espécies perenifólias (algaroba – *Prosopis* sp., leiteira – *Jathropa* sp., joá – *Solanum* sp., etc.) com árvores frutíferas (coco, manga, umbu) e palmeiras, ou mesmo uma Caatinga secundária, caracterizada pela presença de uma ou duas espécies dominantes. Entretanto, a ocorrência de solos rasos e pedregosos dificulta a expansão dessa vegetação.

Outro fator que está associado, direto e indiretamente, com as características abióticas do Sistema é o componente faunístico. Diretamente, porque diversas espécies que habitam esse bioma apresentam atributos morfofisiológicos que permitem seu desenvolvimento no mesmo. Indiretamente, porque depende do recurso oferecido, o que está relacionado com a qualidade da vegetação.

A fauna da Caatinga foi, ainda, insuficientemente analisada. Estudos sobre a avifauna, por exemplo, indicam que metade do bioma Caatinga nunca foi amostrado satisfatoriamente, embora reconheça-se a existência de, aproximadamente, 300 espécies de aves residentes e poucas migrantes do Hemisfério Norte (e.g. *Tringa solitaria*, *T. melanoleuca* e *Hirundo rustica*). Outras, ainda, são conhecidas por realizarem migrações regionais e passarem pela área somente em certas épocas do ano. Este fato revela que a diversidade de aves na Caatinga, assim como em outros biomas, é altamente correlacionada com a heterogeneidade espacial do ambiente e com a sazonalidade das chuvas.

Pode-se citar, para a região, diversas espécies com ampla distribuição Neotropical, como *Cathartes aura*, *Troglodytes aedon*, *Turdus leucomelas*, *Cyclarhis gujanensis* e até vinte táxons endêmicos da Caatinga (e.g. *Aratinga cactorum*, *Penelope jacucaca*, *Picumnus pygmaeus*, *Megaxenops parneguae*).

Muitas espécies são apreciadas para cativeiro, como o periquito-da-caatinga (*Aratinga cactorum*), o galo-de-campina (*Paroaria dominicana*) e o concriz (*Icterus icterus*), mobilizando, muitas vezes, famílias inteiras para a captura dos animais,

que são comercializados em feiras e em beiras de estradas. Este fato é um reflexo da baixa condição econômica vigente na região, decorrente, dentre outros fatores, da difícil interação entre os recursos edáficos e a insuficiente disponibilidade hídrica, o que praticamente impossibilita o estabelecimento de culturas vegetais rentáveis e permanentes.

Com relação à herpetofauna, a maioria das espécies ocorrentes é exclusiva da Caatinga, como, por exemplo, *Scinax pachycrus*, *Leptodactylus troglodytes*, *Physalaemus albifrons* e *P. cicada* e *Phyllopezus periosus* e *Boiruna sertaneja*, ocorrendo outras, entretanto, de ampla distribuição geográfica, como *Bufo paracnemis*, *Hyla raniceps*, *Leptodactylus fuscus*, *Leptodactylus macrosternum* e *Physalaemus cuvieri*. Cabe ainda ressaltar a significativa presença da rã-pimenta (*Leptodactylus labyrinthicus*) na região, pois essa espécie representa importante fonte de proteína animal, sendo amplamente utilizada para a alimentação das populações locais.

Contrariamente ao que acontece com esses grupos de vertebrados, não são conhecidos muitos mamíferos endêmicos da Caatinga. Isto decorre da recente idade de formação, em termos geológicos, do bioma Caatinga, e também do pequeno número de estudos taxonômicos já realizados para a região. Os táxons de ocorrência restrita, lá não possuem, aparentemente, qualquer particularidade visível em relação a um aumento de capacidade fisiológica para a retenção de água, quando comparados às espécies aparentadas de ocorrência em outros habitats. Possivelmente, ambientes méxicos (como os brejos, por exemplo) proporcionam refúgios para boa parte da mastofauna da Caatinga em épocas de condições climáticas adversas. De fato, habitats mais úmidos, associados às Serras e Chapadas, apresentam uma riqueza faunística maior, funcionando muitas vezes como áreas de refúgio nos períodos de seca mais intensa.

Apesar do baixo número de endemismos, a mastofauna apresenta riqueza representativa na Caatinga, sendo a ordem Chiroptera (morcegos) a mais abundante do bioma, embora também sem representantes endêmicos. Mesmo assim, existem poucas espécies de mamíferos de pequeno porte, enquanto que as ordens de médio e grande porte (Primata, Edentata, Carnívora e Artiodactyla) correspondem a 90% das espécies esperadas para a região.

É importante salientar, no entanto, que essa fauna encontra-se alterada em sua composição e diversidade, caracterizando-se, principalmente, por apresentar espécies de maior plasticidade ambiental, que ocorrem em amplas áreas geográficas, com elevada heterogeneidade de habitats. Tais espécies apresentam densidades populacionais altas e dieta generalista, sendo consideradas como "não ameaçadas".

As espécies registradas, uma vez que não são previstos endemismos da mastofauna para a Caatinga (ou poucos endemismos, segundo alguns autores), são, de modo geral, de ampla distribuição no território brasileiro, ocorrendo em praticamente todos os Sistemas Ambientais. O macaco-prego (*Cebus apella*), o tatuí (*Dasypus septemcinctus*) e o tatu-china ou tatu-do-rabo-mole (*Cabassous unicinctus*) apresentam distribuição pouco ampla, relacionada, provavelmente, à sua área de distribuição original. As espécies mais comuns na área de estudo são: saruê (*Didelphis albiventris*), soim (*Callithrix jacchus*), punaré (*Thrichomys apereoides*), gato-azul (*Herpailurus yagouaroundi*), mão-pelada ou guará (*Procyon cancrivorous*), tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus*), tatu-peba (*Euphractus sexcinctus*), preá (*Galea spixii*), gambá (*Conepatus semistriatus*) e furão (*Galictis cuja*).

Um fato que deve ser analisado é a questão da caça como hábito arraigado nos moradores da região. A presença de peles de animais caçados é freqüente. Nas regiões mais pobres e mais assoladas pela seca, este costume é inerente à sobrevivência do sertanejo, ou é simplesmente uma tradição que vem de tempos remotos, sendo repassada de pai para filho. Assim, essa atividade que, em décadas passadas, poderia não afetar substancialmente a composição e diversidade da mastofauna, em vista de alterações provocadas por diferentes atividades humanas, representa atualmente um impacto a ser considerado. O melhor exemplo disso é o tatu-bola (*Tolypeutes tricinctus*), que praticamente está extinto em toda essa região, devido basicamente à pressão de caça exercida no decorrer dos anos.

Pela mesma razão, um considerável número adicional de espécies pode ser listado como vulnerável: macaco-prego (*Cebus apella*), tatu-do-rabo-mole (*Cabassous unicinctus*), tatuí (*Dasypus septemcinctus*), porco-do-mato (*Pecari tajacu*) e os gatos maracajá e pequeno (*Leopardus cf. wiedii* e *Oncifelis cf. geoffroyi*). Quanto às espécies ameaçadas de extinção regional, salientam-se: a lontra (*Lontra longicaudis*), a onça (*Panthera onca*) e a onça-vermelha (*Puma concolor*), além, é claro, do tatu-bola (*Tolypeutes tricinctus*).

Em relação aos peixes da região, as espécies ocorrentes nas drenagens da Área de Estudo fazem parte da província biogeográfica ictiológica denominada "Região Nordeste Brasileira". Essa área corresponde, aproximadamente, à região drenada pelas bacias hidrográficas que desembocam, ao norte, logo abaixo da baía de Marajó (Pará), próximo à fronteira do Estado do Maranhão, e, ao sul, logo acima da foz do rio São Francisco, entre os Estados de Sergipe e Alagoas.

Uma característica interessante a ser observada é o número quase igual de componentes da fauna amazônica e do São Francisco, sugerindo que a ictiofauna da região estudada pode ter origem híbrida, com contribuições de ambas as bacias. Portanto, é provável que, no passado geológico, as bacias hidrográficas

nordestinas drenassem extensas áreas continentais, conjuntamente com aquelas da Amazônia Oriental, Parnaíba e do baixo e médio curso do rio São Francisco.

Outra característica marcante é o alto número de represamentos realizados na região Nordeste, que acabou transformando enormes extensões de ambientes lóticos em ambientes majoritariamente lênticos, favorecendo o predomínio de espécies pré-adaptadas a esse habitat, capazes de se reproduzir várias vezes ao ano em regiões confinadas. Como consequência desses empreendimentos, a ictiofauna da região foi intensamente fragmentada em populações isoladas.

Ainda no que diz respeito ao impacto humano sobre as comunidades aquáticas, ressalta-se a introdução de espécies alóctones e exóticas na região, podendo-se contabilizar um total de 38 espécies de peixes introduzidas por ação antrópica no Nordeste brasileiro. Destas, 25 são originárias de bacias brasileiras e 13 são exóticas.

Ainda no que diz respeito ao impacto humano sobre as comunidades aquáticas, ressalta-se a introdução de espécies alóctones e exóticas na região, podendo-se contabilizar um número expressivo (em torno de 38) espécies de peixes introduzidas por ação antrópica, com percentual significativo de espécies (em torno de 30%) não originárias de rios brasileiros.

Além da introdução de espécies, deve-se registrar a existência de projetos para erradicar outras, as espécies daninhas, como a piranha (*Serrasalmus rhombeus*) e a pirambeba (*Pygocentrus nattereri*), através da aplicação de substâncias tóxicas aos peixes, como a raiz de timbó. Tal procedimento, dito seletivo, certamente acaba afetando populações inteiras, podendo levar a extinções locais. Somente na bacia do rio Jaguaribe, que corta o sertão nordestino, foram realizadas trinta dessas campanhas.

Comunidades aquáticas tais como as do fitoplâncton, macrófitas, zooplâncton e zoobentos, por serem partes integrantes dos ambientes aquáticos e responderem sensivelmente aos fatores ambientais abióticos e bióticos, como também resistirem às alterações ambientais particulares, podem ter seu desenvolvimento favorecido pela implantação do projeto, podendo, desta forma, ser utilizadas como indicadores da qualidade da água.

As algas, por exemplo, sendo organismos de vida livre, não pertencem a algum material poluidor nem estão associadas diretamente às causas da poluição, mas sua presença ou ausência constitui uma legítima consequência desta. É o resultado do quadro ecológico característico da poluição e, refletindo-o, permitem o conhecimento do mesmo.

Nesta perspectiva geral, a integração através de canais entre as diversas bacias hidrográficas, como é proposto pelo projeto, favorecerá indubitavelmente a

contínua introdução de novas espécies nos ambientes, podendo entretanto levar à perda das espécies endêmicas de diversos grupos biológicos.

Na área de estudo é encontrado um grande número de Unidades de Conservação (UCs), cerca de 10, que enfrentam problemas diversos, que vão desde sua implantação plena e efetiva, de forma a atender seus objetivos, até problemas de manutenção. Contudo, este número de UCs existentes na região, quando comparado ao extenso domínio da Caatinga, ainda é muito baixo.

Devido ao estado de degradação em que se encontram as áreas da Caatinga e à sua própria dificuldade de regeneração, essa região deveria ser contemplada com a adoção de políticas e mecanismos que estimulassem a criação ou expansão de Unidades de Conservação e permitissem maior aporte de recursos às UCs já existentes, de forma que seus objetivos fossem plenamente atendidos, garantindo a conservação da biodiversidade da Caatinga.

Para uma compreensão melhor das peculiaridades relativas à interação entre seus aspectos físicos, as atividades antrópicas e a diversidade biológica, o Sistema Sertanejo (SS) pode ser dividido em 3 Subsistemas, conforme se descreve a seguir.

#### **8.2.1.1 SUBSISTEMA DEPRESSÃO SERTANEJA (SS1)**

Este subcompartimento é marcadamente caracterizado por um aplainamento generalizado do terreno, com diferentes níveis de aprofundamento dos vales e menores densidades de drenagem. Compreende mais de 90 mil km<sup>2</sup> (45% da área de estudo) e está localizado ao sul, centro-leste e norte da região receptora das águas do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, envolvendo grande parte da bacia intermediária do São Francisco, entre a foz do rio Brígida e a Barragem de Itaparica, quase toda a parte alta e média da Bacia do Rio Piranhas, importantes parcelas da Bacia do Apodi - acima da cidade homônima - e da Bacia do Jaguaribe - até a altura de Orós.

Esse Subsistema apresenta uma ampla diversidade litológica, com predominância de rochas pré-cambrianas, havendo, contudo, nas regiões de Iguatu (CE) e Souza (PB), afloramentos de rochas sedimentares cretáceas do grupo Rio do Peixe, constituindo áreas abaciadas de caráter depressional.

As condições de semi-aridez vigentes comandam a morfogênese atual, exceto em alguns lugares, como o sul do sopé da Chapada do Araripe, onde os processos de morfogênese química são expressivos, formando solos medianamente profundos e de alta fertilidade natural.



Os processos erosivos truncaram as diversas litologias pré-cambrianas, como também coberturas sedimentares, produzindo um relevo plano, monótono e homogêneo, quebrado, eventualmente, pela presença de elevações residuais e isoladas - "inselbergs" - e cristas. As altitudes desse Sistema variam entre 100 e 300 metros. As formações superficiais em sua maioria apresentam espessuras máximas em torno de 1 metro.

Nas zonas de transição com o Sistema Borborema, ocorre um domínio dos solos Bruno Não-Cálcicos nas vertentes de relevo ondulado e nas cristas. Estes solos são pouco profundos, de textura média e argilosa, e quase sempre pedregosos. Estão sempre em associações com Planossolos, pouco profundos e de textura média/argilosa, e Solos Litólicos de textura média e pedregosos. Devido à pouca profundidade e à proximidade com a rocha matriz, esses solos são freqüentemente considerados como não aráveis e inaptos para irrigação. Entretanto, sobre esses solos, principalmente os Bruno Não-Cálcicos, pode-se observar cultivos de plantas com Sistemas radiculares pouco desenvolvidos, utilizando-se Sistemas localizados de irrigação.

As superfícies de aplainamento desse Subsistema, de relevo ondulado, são ocupadas por solos Podzólicos medianamente profundos, textura média/argilosa e com fertilidade natural média. Tais solos podem ser aptos para irrigação, desde que se utilizem Sistemas localizados. A esses solos, encontram-se associados outros, imperfeitamente drenados, pouco profundos, os Planossolos em relevo suave ondulado e os Solos Litólicos nas elevações residuais.

Nos fundos de vales estreitos, aparecem quase sempre os Solos Aluviais, com fertilidade natural elevada e com boas características para irrigação, associados aos Planossolos que possuem restrições ao cultivo irrigado.

Nas superfícies de pediplanação, ao centro, oeste e extremo norte, nos topos arredondados e planos desse Subsistema, há um domínio dos Latossolos de textura média, associados aos Podzólicos pouco profundos de textura média/argilosa e Solos Aluviais profundos. Esses solos são aptos para irrigação, tanto do tipo localizada quanto por aspersão convencional, para a maioria das culturas.

Nas superfícies rebaixadas de relevo suave ondulado, nas proximidades de Banabuiú, desenvolvem-se os Planossolos pouco profundos nas vertentes mais suaves, Podzólicos rasos e pouco profundos nos topos arredondados e Solos Aluviais profundos nos fundos de vales. Embora esses solos apresentem limitações de profundidade efetiva, à exceção dos solos aluviais, que são profundos, são indicados para a irrigação localizada para aquelas culturas que possuem Sistema radicular pouco desenvolvido.

Apesar do Subsistema abranger uma grande área, o potencial hídrico superficial é praticamente igual em toda sua extensão, variando um pouco na área de transição com o Sistema Borborema. Destacam-se, quanto ao potencial hídrico, os rios, Jaguaribe, Salgado, Banabuiú, Quixeramobim, Seridó, Sabugi, Piancó Piranhas/Açu, Peixe, Umari, e Moxotó, além dos riachos Brígida, do Navio, Pajeú, Ouricuri, Terra Nova, sendo estes os principais componentes do Sistema fluvial regional.

A rede fluvial possui, no máximo, 3 meses de excedente hídrico, sendo classificada como temporalmente superconcentrada e quantitativamente fraca, com potencialidade hídrica de 10.000 a 200.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/ano. Próximo ao Sistema Borborema, a potencialidade de água superficial passa a ser média, com valores de 200.000 a 700.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/ano.

A rede fluvial possui, no máximo, 3 meses de excedente hídrico, sendo classificada como temporalmente superconcentrada e quantitativamente fraca, com disponibilidade hídrica de 10.000 a 200.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/ano. Próximo ao Sistema Borborema, a disponibilidade de água superficial passa a ser média, com valores de 200.000 a 700.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/ano.

Hidrogeologicamente, a maioria das rochas - metamórficas e ígneas - comporta-se de maneira homogênea e sua permeabilidade relativamente baixa está condicionada às juntas, falhas e foliações, constituindo aquíferos fissurais. Nestes, a água apresenta-se freqüentemente com teores salinos elevados, sendo pouco promissoras para a exploração (resíduo seco médio da ordem de 1 a 3g/l). Já os aquíferos dos aluviões, situados sobre rochas cristalinas, apresentam condições mais promissoras para exploração, representando cerca de 95% das reservas explotáveis dessas litologias. Estes últimos têm sido explotados por perfurações tubulares de até 60m de profundidade, sendo em parte supridores da demanda hídrica da região, embora nem sempre com garantia adequada.

O clima desse Sistema é quente, semi-árido, com dois períodos chuvosos distintos: o primeiro, bastante severo, atinge a região mais seca (centro, norte e sul do Sistema) entre dezembro e abril, e o segundo ocorre na região de clima mais ameno (leste do Sistema), de maio a agosto, sendo a precipitação média anual da ordem de 500 a 800 mm.

O quadro altamente restritivo do meio físico determina um panorama generalizado de ocupação rarefeita dos espaços rurais (densidade demográfica rural média de 9,9 hab./km<sup>2</sup>), com estrutura fundiária concentrada (70% da superfície dominada por médios e grandes produtores), predomínio da pecuária extensiva (de bovinos e caprinos) e escassa presença de agricultura - que nas extensas regiões interioranas do Subsistema só é praticada nas raras várzeas que permanecem úmidas por períodos um pouco mais prolongados. Nos sertões escassamente povoados, a caça e a extração de madeira para obtenção de lenha são formas de

apropriação antigas e freqüentes dos recursos naturais para complementação das necessidades de subsistência nas difíceis condições encontradas. Entretanto, constituem exceção a este quadro geral de apropriação antrópica extensiva do meio rural as importantes, embora territorialmente pouco representativas, as áreas de agricultura irrigada (mais de 76.000 hectares), que ocorrem tanto nas imediações dos inúmeros pequenos e médios açudes dispersos no interior do subsistema quanto, e principalmente, aglutinadas em quatro pólos: Sub-Médio São Francisco pernambucano - entre Orocó e Nova Petrolândia; Alto e médio Piranhas - região de Souza-PB e área de estudo do Açude Coremas; entorno do Açude Armando Ribeiro Gonçalves; e Vale do Jaguaribe, principalmente em volta do Açude de Orós e nas áreas ribeirinhas a jusante deste reservatório.

Com relação ao ambiente urbano, o Subsistema pode ser separado em duas partes. A primeira, correspondente à porção central compreendida nas bacias do Apodi e do Piranhas-Açu, apresenta elevado fracionamento político-administrativo (área municipal média de 303 km<sup>2</sup>) e, portanto, numerosas cidades interligadas por uma densa malha viária. Ao norte (Bacia do Jaguaribe) e ao sul (Vale do São Francisco), as cidades são menos numerosas (área municipal média de 1.148 km<sup>2</sup>) e a malha viária, conseqüentemente, apresenta-se mais rarefeita. A população rural da parte central do Subsistema, portanto, conta com acesso mais facilitado aos serviços comerciais, educacionais e de saúde usualmente concentrados nas sedes municipais. Os principais centros urbanos de apoio da região são: no Ceará Iguatu (62 mil hab), Russas (35 mil hab) e Quixadá (46 mil hab); no Rio Grande do Norte Caicó (50 mil hab) e Pau dos Ferros (22 mil hab); na Paraíba Cajazeiras (42 mil hab), Patos (88 mil hab) e Souza (46 mil hab) e em Pernambuco Salgueiro (40 mil hab) e Serra Talhada (50 mil hab).

De modo a viabilizar o acesso aos 160 municípios por ele abrangidos, o Subsistema é cruzado por importantes eixos viários, destacando-se no sentido norte-sul a BR-116, que atravessa toda a região interligando Cabrobó-PE a Fortaleza-CE. Transversalmente, tem-se na parte central a BR-230 (que liga Cajazeiras-PB a Patos-PB, passando por Souza-PB e Pombal-PB) e a BR-427 (que interliga Pombal-PB a Caicó-RN). Na parte sul, são importantes ligações transversais o conjunto BR-428/BR-316, que acompanha toda a margem esquerda do São Francisco na região estudada, e a BR-232, que acompanha aproximadamente o limite sul entre o SS1 e o Sistema Borborema, interligando as cidades pernambucanas de Salgueiro, Serra Talhada e Arcoverde à capital estadual.

Tais condições abióticas determinam a presença de uma Caatinga Hiperxerófila (SILVA et.al, 1993) arbórea e arbustiva (IBGE, 1992), sendo as extensas depressões altamente antropizadas, com poucos remanescentes da vegetação nativa. Apesar das desfavoráveis condições naturais, o uso da terra é predominantemente agropecuário, com grandes áreas de pastoreio extensivo

intercaladas com pequenos plantios de palma, mandioca, banana, coco, feijão e milho, além de pastagens plantadas no entorno das áreas urbanas. Nas regiões mais secas, ocorrem as diversas cactáceas, como o facheiro (*Pilocereus pachycladus*), mandacaru (*Cereus jamacaru*), xique-xique (*Pilocereus gounellei*) e coroa-de-frade (*Melocactus bahiensis*). Nas inconspícuas matas ciliares dos baixios úmidos, ocorrem a saboneteira (*Sapindus saponaria*), oiticica (*Licania rigida*), jatobá (*Hymenaea* sp.), marajá (*Attalea* sp.), caraibeira (*Tabebuia aurea*) e, em solos solódicos, a carnaúba (*Copernicia prunifera*).

As espécies pioneiras que ocorrem com frequência nesse Sistema são: jurema (*Mimosa* sp.), marmeleiro (*Croton sonderianos*), faveleira (*Cnidiosulcus vitifolius*) e catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*).

Conforme já mencionado, a fauna do Sistema está muito relacionada com o clima e a sazonalidade das chuvas, além da vegetação existente, como fonte de recurso. Assim, no que tange à avifauna, encontra-se na região uma considerável riqueza de espécies endêmicas, estando algumas ameaçadas de extinção. Quanto às endêmicas, pode-se citar *Aratinga acuticauda*, *A. cactorum*, *Herpsilochmus pileatus*, *Lepidocolaptes angustirostris*, *Suiriri suiriri*, *Antilophia bokermanni*, *Sericossypha loricata*, *Sporophila albogulares* e *Paroaria dominicana*. Entre as endêmicas e ameaçadas, registrem-se: *Picummus limae*, *Synallaxis hellmayri*, *Megaxenops parnaguae*, *Xiphocolaptes falcirostris*, *Stigmatura budytoides* e *Carduelis yarrelli*.

Nessa região, talvez por ser extremamente seca, registrou-se um baixo número de espécies de anfíbios, representados por *Hyla* gr. *nana*, *Leptodactylus troglodytes* e *Scinax* cf. *x-signatus*. Talvez, se fossem realizadas coletas nos escassos períodos chuvosos, outras espécies poderiam ter sido incluídas. Contudo, o fato é que a região realmente dispõe de poucas espécies de anfíbios e répteis, devido fundamentalmente à escassez de recursos, nos predominantes períodos secos.

Quanto aos mamíferos, ocorrem no Sistema o tatuí (*Dasyus septemcinctus*), o tatu-bola (*Tolypeutes tricinctus*), a lontra (*Lontra longicaudis*) e a capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*), sendo essas espécies de distribuição restrita e raramente observadas.

Neste Subsistema, está localizada a Unidade de Conservação federal Monumento Natural Vale dos Dinossauros, na Paraíba, criada para preservar o sítio paleontológico constituído por pegadas de dinossauros fossilizadas às margens do rio do Peixe. Também no mesmo Estado, no município de Cajazeiras, registra-se a presença da UC Parque Ecológico do Distrito de Engenheiro Ávido, de proteção municipal, com 182 hectares de superfície.

No Rio Grande do Norte, tem-se a Estação Ecológica de Seridó, de âmbito federal, criada para realizar pesquisa científica e desenvolver atividades de educação ambiental, assim como proteger bancos genéticos da fauna e flora da Caatinga, objetivos estes que vêm sendo cumpridos satisfatoriamente.

Além dessas UCs já criadas, existe outra área que teve seu grau de importância biológica avaliado no "Workshop de Áreas Prioritárias para a Conservação da Mata Atlântica do Nordeste", realizado em 1993: a Serra de São Miguel, no Rio Grande do Norte, de importância biológica extremamente alta, devido à diversidade biológica, tendo sido sugerida naquele evento a criação de uma UC nessa área.

Com mais de 2,2 milhões de habitantes - 31% da população das regiões receptoras - compreendidos em 45% do território da região, o Subsistema Depressão Sertaneja não conta com grandes centros urbanos em seu território, porém nela estão localizadas, conforme anteriormente registrado, diversas cidades de médio porte. A taxa de urbanização média é relativamente alta (58,3%), refletindo a reduzida capacidade de suporte antrópica que prevalece na quase totalidade do ambiente rural - o qual, entretanto, continua sendo a principal base de sustentação das atividades econômicas e/ou de subsistência. Assim, com o esgotamento das possibilidades de exploração agropecuária nas condições atuais de disponibilidade hídrica, a dinâmica populacional do Subsistema revela virtual estagnação (crescimento demográfico médio de 0,5% a.a entre 1991 e 2000), com expressivo êxodo rural (população rural decrescente à taxa de 1,3% a.a).

Vale mencionar, no que se refere ao plano sociocultural, a intensa movimentação institucional e de representações da população em geral no Subsistema em torno de questões agrárias, como atestam os diversos Projetos de Assentamento implantados pelo INCRA - principalmente no submédio São Francisco, na bacia do Apodi (entre Mossoró-RN e Apodi-RN) e no baixo Jaguaribe - e as atividades de ONGs voltadas para questões ligadas à posse da terra, inclusive com a participação de setores da Igreja Católica. Outros indicadores de dinamismo do ambiente socioinstitucional são a mobilização já existente, no médio e baixo Vale do Jaguaribe, em torno de ações de gestão dos recursos hídricos, e as iniciativas neste sentido que começam a surgir na bacia do Apodi e, de modo geral, no Estado do Rio Grande do Norte. Na parte central do Subsistema permanece um contexto de organização social de moldes tradicionais, com graus de participação incipientes.

Cabe ainda mencionar a presença na parte sul do Subsistema de comunidades tradicionais:

- nas proximidades do local da estação de captação do Eixo Norte, o grupo indígena Truká, assentado na Ilha de Assunção, município de Cabrobó-PB; e

- cerca de 40 km a sudeste do eixo de transposição Cabrobó-Jati, em região montanhosa do município de Salgueiro-PB, o grupo indígena Atikum e a comunidade remanescente de quilombolas de Conceição das Creoulas.

Por fim, registre-se que pesquisas arqueológicas anteriormente realizadas revelam a existência de sítios históricos e pré-históricos em importante quantidade neste Subsistema, principalmente nos municípios de Cabrobó-PE (12 sítios), Salgueiro-PE (13 sítios), Petrolândia-PE (7 sítios) e Pau dos Ferros-RN (5 sítios).

### **8.2.1.2 SUBSISTEMA PLANALTO SERTANEJO (SS2)**

O também extenso Subsistema Planalto Sertanejo, aproximadamente 20% (40.000 km<sup>2</sup>) da área de estudo, tem contato parcial com o Sistema Borborema (SB) e é circundado pelo subsistema Depressão Sertaneja 1 (SS1), formando um patamar intermediário entre ambos. Faz fronteira ainda com o Sistema Araripe (SAR1 e SAR2), e abrange parcialmente os Estados da Paraíba (a parte mais alta da Bacia do Piranhas-Açu) e do Ceará (a maior parte da Bacia do Alto Jaguaribe), compreendendo também reduzidas porções dos municípios pernambucanos de São José do Belmonte e Serra Talhada, próximos à tríplice fronteira Pernambuco-Ceará-Paraíba.

As formas de relevo são, em geral, convexas e aguçadas, esculpidas em rochas gnáissicas e migmatíticas do embasamento pré-cambriano. As altitudes variam em torno de 350 m, podendo apresentar cotas superiores a 600 metros, sensivelmente maiores do que em SS1. Nesse relevo, dissecado em cristas, prevalecem condições de umidade relativa um pouco mais alta, favorecendo o desenvolvimento de processos morfogenéticos químicos, responsáveis pelo maior desenvolvimento dos solos.

Nesse sistema, dominam solos profundos, bem drenados, com textura média ou argilosa e bastante porosos. Compreende os Latossolos Vermelho-Amarelos eutróficos associados aos solos Podzólicos Vermelho-Escuros desenvolvidos em relevo plano e suave ondulado. São solos aráveis e de grande potencial para irrigação, tanto por Sistema de aspersão convencional quanto localizado.

Ocorrem também solos medianamente profundos a rasos, eutróficos e com domínios de argilas de elevada atividade, como é o caso dos solos Bruno Não-Cálcicos, com moderada e fortes ocorrências de pedregosidade, em relevo suave ondulado e plano, apresentando, em decorrência desses fatores, limitações quanto ao uso dos Sistemas irrigados.

Nas áreas de relevo acidentado, como o forte ondulado, há um grande domínio dos Solos Litólicos eutróficos associados aos Cambissolos Rasos eutróficos de

textura arenosa a média. Para esses solos, o relevo é a principal limitação para o uso de culturas irrigadas.

O potencial hídrico superficial desse Sistema é superconcentrado no tempo, com apenas 3 meses de excedente hídrico, e predominantemente fraco, com disponibilidade de água entre 10.000 e 200.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> ao ano. A rede fluvial do Subsistema tem como principais componentes os rios Cariús e Bastiões, bem como as nascentes dos rios Jaguaribe e Piancó, sendo a circulação da água estabelecida em função da topografia regional. O armazenamento de água subterrânea, está condicionada as fraturas das rochas cristalinas (aquífero fissural).

Nesse setor, o domínio morfoclimático é considerado semi-árido moderado, com precipitações médias em torno de 750 mm, concentradas na forma de aguaceiros intensos que, no entanto, não são suficientes para elevar o potencial hídrico para além de 200.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>.

Por estar inserida numa zona de altitudes mais elevadas e temperaturas menos rigorosas do que em SS1, a cobertura vegetal mais freqüente é a Caatinga Hipoxerófila, ocorrendo aí o contato entre tipologias de Caatinga altamente degradadas e remanescentes arbóreas, como a timbaúba (*Enterolobium* sp.), e com áreas antropizadas.

O uso da terra é predominantemente agropecuário, sendo que na parte agrícola são observadas lavouras anuais (feijão-de-corda, milho, melancia, batata-doce), culturas semi-perenes (cana) e perenes (caju, manga, coco), principalmente a oeste do Sistema. Tais atividades tornam-se possíveis graças à construção de alguns açudes e projetos de irrigação.

Com importante freqüência, ocorrem também as grandes pastagens, capinzais (capim-elefante, romeirão, braquiária, camerum e buffel) e os cultivos de palma e algaroba. Intercaladas com as áreas agropecuárias, ocorrem populações de palmeiras, como pindobas (*Atallea* sp.) e macaúba (*Acrocomia aculeata*).

Os indicadores socioeconômicos relativos ao SS2 confirmam a pequena diferença de umidade em relação ao SS1, revelando uma capacidade de suporte antrópica do ambiente natural ligeiramente superior à daquele Subsistema, com uma ocupação produtiva ampliada dos espaços rurais (68% do território dos municípios ocupados por estabelecimentos agropecuários, contra 65% no SS1), maior fracionamento da posse da terra (39% da área dos estabelecimentos dominada por pequenos produtores, contra 30% no SS1) e, conseqüentemente, uma densidade demográfica rural um pouco mais elevada (11,2 hab/km<sup>2</sup>, contra 9,9 hab/km<sup>2</sup> no SS1). Contudo, o efeito demográfico do diferencial hidroclimatológico é reduzido pela vantagem do SS1 em relação ao SS2 em termos de extensão de margens de rios perenes ou perenizados e de disponibilidade de grandes açudes de acumulação interanual (como o Coremas, o Orós e o Armando Ribeiro Gonçalves, todos situados no SS1). Esta vantagem do SS1 é refletida pela quantidade de áreas irrigadas, que - conforme visto - atinge

naquele Subsistema 76,2 mil hectares (1,3% da área dos estabelecimentos rurais) enquanto que no SS2 somam apenas 9,4 mil hectares (0,4% da área dos estabelecimentos rurais).

A condição geográfica de zona semi-árida de produção de vazões para estocagem a jusante, quase sempre nos limites com o Subsistema SS1, impõe restrições produtivas que determinam um padrão urbano caracterizado pela presença quase exclusiva de cidades de pequeno porte, as maiores das quais são, no Ceará, Acopiara (22 mil habitantes), Tauá (26 mil habitantes) e Várzea Alegre (19 mil habitantes), e na Paraíba a cidade de Itaporanga (14 mil habitantes). No extremo noroeste do Subsistema, na parte mais alta da bacia do Jaguaribe, os municípios - todos cearenses - são extensos, e à medida que se caminha para sudeste, passando pelas sub-bacias do Cariús e do Salgado em direção ao alto curso do Piancó, já na Paraíba, as cidades tornam-se mais próximas e os municípios menores. Esta diferença de padrão político-administrativo pode ser aquilatada pelo contraste entre as áreas municipais médias do SS2 nas bacias do Jaguaribe (1.041 km<sup>2</sup>) e do Piranhas-Açu (285 km<sup>2</sup>).

A malha viária acompanha a distribuição espacial das cidades, sendo densa na parte sudeste - paraibana - e tornando-se progressivamente rarefeita à medida em que se caminha para noroeste, em direção ao Ceará. Na parte paraibana, o principal eixo é a BR-361, que parte de Patos, passa próxima ao açude Coremas e entra no SS2 nas imediações de Piancó, subindo o vale do rio homônimo a partir daí - sempre no SS2 - até entrar em Pernambuco, perto de São José de Belmonte-PE, na região em que o divisor de águas entre as bacias do São Francisco, do Jaguaribe e do Piranhas-Açu constitui a tríplice fronteira PE/CE/PB. No Ceará, destaca-se a BR-020, que liga Picos-PI a Fortaleza, atravessando as cidades de Tauá e Pedra Branca, ambas localizadas na bacia do Alto Jaguaribe.

Devido às peculiaridades de altitude e umidade relativa incrementadas, pode-se indicar algumas espécies endêmicas de aves, tais como: *Aratinga cactorum*, *Caprimulgus hirundinaceus*, *Herpsilochmus pileatus*, *Lepidocolaptes angustirostris*, *Antilophia bokermanni*, *Sericossypha loricata*, *Sporophila albogulares* e *Paroaria dominicana*. Além destas, pode-se citar como endêmicas e ameaçadas *Picummus limae* e *Lepidocolaptes angustirostris*.

A Caatinga Hipoxerófila apresenta uma alta diversidade de espécies de anfíbios e répteis, ocorrendo aí táxons endêmicos, como *Leptodactylus troglodytes*, além de pelo menos mais 15 espécies de ampla distribuição neotropical, como *Bufo paracnemis*, *Hyla raniceps* e a serpente *Liophis lineatus*, dentre outras. Entretanto, é necessário verificar se essa ocupação não é oportunista, devido à relativa umidade local, ou se esses ambientes são efetivamente utilizados como sítio reprodutivo pelas espécies.



Neste subsistema, está localizada a Estação Ecológica de Aiuaba, federal, criada para propiciar o desenvolvimento da pesquisa científica numa área tida como um dos últimos redutos de Caatinga arbórea do Estado do Ceará. Essa UC é considerada prioritária para investimentos, uma vez que sua situação legal e fundiária não está adequadamente regulamentada.

Com as escassas possibilidades de desenvolvimento hidroagrícola nas condições atuais de disponibilidade hídrica, a agropecuária da região do SS2 tende ao padrão tradicional (pecuária extensiva e lavouras de subsistência), gerando reduzidas externalidades (efeitos econômicos indiretos) urbanas. Desta forma, 53% da população permanecem ainda no campo (contra 42% no SS1, por exemplo) e o êxodo rural (crescimento negativo de 1,4% a.a da população rural entre 1991 e 2000) produz fluxos superiores à capacidade de absorção das cidades. Assim, embora a população urbana tenha crescido 3,0% a.a entre 1991 e 2000, a região do SS2 como um todo apresentou apenas uma pequena taxa de incremento do número de habitantes no mesmo período (0,5% a.a).

O ambiente sócio-institucional neste Subsistema reflete o tradicionalismo da estrutura produtiva e apresenta característica predominante de mobilização e participação incipientes.

### **8.2.1.3 SUBSISTEMA PLANALTOS RESIDUAIS (SS3)**

Esse subsistema, que abrange uma área de 3.000 km<sup>2</sup>, ou 1,5% do território da área de estudo, caracteriza-se por apresentar relevos montanhosos, representados por "inselbergs" ou maciços isolados, separados entre si pelo Sistema Depressão Sertaneja (SS1). As formas de relevo dominantes são aguçadas e convexas, formando, em geral, grandes alinhamentos de cristas assimétricas. Predominam rochas pré-cambrianas do embasamento cristalino, com destaque para os gnaisses, quartzitos, xistos, granitos e granitóides.

Esse Subsistema é submetido aos processos de dissecação de forma generalizada. As boas condições climáticas e de solos mais desenvolvidos permitiram tornar essas áreas preferidas para lavouras. O maciço de maior extensão territorial localiza-se à margem direita do rio Jaguaribe e a leste do açude de Orós, onde estão as Serras dos Bastiões, das Vertentes, Camará e São Vicente e o outro maciço está localizado no alto Apodi (entre Pau dos Ferros e a divisa potiguar com a Paraíba, próximo a cidade de Catolé do Rocha-PB).

Os solos dominantes são normalmente rasos a pouco profundos e com atividade de argila elevada. Compreendem o Bruno Não-Cálcico de textura média e argilosa, Solos Litólicos eutróficos de textura arenosa e média, Planossolo Solódico de textura média e argilosa e Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico de textura argilosa com

relevo suave ondulado e ondulado. Este último possui a melhor aptidão para a irrigação.

O potencial hídrico superficial nas partes mais baixas deste Subsistema é o que prevalece no Sistema Sertanejo como um todo, do tipo superconcentrado no tempo, com menos de 3 meses de excedentes hídricos e quantitativamente fraco, com volume de água disponível em torno de 10.000 a 200.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/ano.. Dentre os principais rios que compõem esse Sistema, estão o riacho do Cangaú, Castro, Coelho, dos Cavalos dentre outros.

Os indicadores socioeconômicos revelam claramente a existência de uma capacidade de suporte antrópica neste Subsistema superior à das demais partes do Sertanejo. Como síntese mais nítida desta diferença pode ser destacada a densidade demográfica rural de 24,7 hab./km<sup>2</sup>, equiparável à da região do Agreste. Este indicador confirma o devastador efeito da insuficiência hídrica sobre o potencial produtivo sustentável proporcionado pelo conjunto dos recursos naturais do semi-árido, demonstrando, por outro lado, a significativa contribuição que pode ser trazida por intervenções que visam ampliar a oferta de água para a fixação de populações no campo, reduzindo os efeitos indesejáveis da ruptura das relações sociocomunitárias tradicionalmente estabelecidas e do crescimento excessivo e desordenado dos centros urbanos. Porém, apesar de importante, a disponibilidade hídrica não é o único fator de desenvolvimento rural, e a ausência dos demais (nível tecnológico, eficiência gerencial, marketing, etc.) faz com que essa região apresente o quadro de tradicionalismo agropecuário encontrado na maior parte da região das bacias receptoras.

Acompanham a alta densidade da presença humana no campo deste subsistema os outros indicadores a ela correlacionados, tais como a distribuição mais equitativa dos recursos fundiários (57% da área dos estabelecimentos rurais sob domínio de pequenos produtores, contra 35% na média da área de estudo) e uma apropriação produtiva das terras equiparável ao conjunto da área de estudo (64% da área dos municípios ocupada pelos estabelecimentos rurais, contra 63,6% na média da região). Também a malha urbana se encontra implantada de forma consistente com o quadro produtivo agropecuário, apresentando características de proximidade (área municipal média de 135 km<sup>2</sup>) e pequeno porte das cidades (o maior centro urbano é São Miguel-RN, com 11,7 mil habitantes em 2000). Embora a conexão viária entre as cidades relativamente próximas tenha levado à constituição de uma malha viária vicinal densa, rodovias de caráter inter-regional não cruzam os três trechos do Subsistema, em função das dificuldades construtivas impostas pelo terreno acidentado.

Na medida em que tais condições de relevo estão associadas, no SS3, a uma umidade relativa média a alta, nele é encontrada uma Caatinga Hipoxerófila. A vegetação apresenta-se então com porte arbóreo baixo nos trechos mais

degradados e um pouco mais alto nas encostas de serras (como na região entre Pau dos Ferros e Major Sales).

Entretanto, a diferença entre esses dois tipos de vegetação não parece afetar de maneira pertinente o componente faunístico, que mostra-se muito mais influenciado pelas condições climáticas gerais, sendo caracterizado por espécies de ampla distribuição, típicas de ambientes abertos, para diversos grupos biológicos (espécies já citadas anteriormente).

Os planaltos residuais do Sistema Sertanejo constituem, portanto, um ambiente diferenciado na região em estudo, abrigando condições especialmente favoráveis de suporte à presença do Homem e das comunidades bióticas. Contudo, o esforço de ocupação parece já ter atingido seu limite, conforme se deduz da intensa degradação sofrida pela flora e fauna e da estagnação demográfica (crescimento populacional total de 0,5% a.a entre 1991 e 2000). Na medida em que a distribuição espacial dos habitantes ainda revela predomínio da situação de domicílio rural (taxa de urbanização de 49%) e as cidades existentes são de pequeno porte, fica claro que a estagnação demográfica decorre da incapacidade de absorção, por parte dos ambientes urbanos locais (cuja população tem crescido 2,6% a.a), dos contingentes humanos egressos do campo (a população rural decresceu ao ritmo de 1,1% a.a de 1991 a 2000). Por sua vez, o escasso dinamismo urbano reflete o tradicionalismo da base econômica rural e, portanto, o caráter incipiente das atividades de agroprocessamento, do uso e comércio de insumos modernos, da monetarização (aumento dos fluxos financeiros) da economia local via aumento da produtividade e dos excedentes agrícolas, etc.

Por fim, vale mencionar quanto aos aspectos socioculturais que essas regiões serranas do Sistema Sertanejo constituíram provavelmente, no passado, áreas preferenciais de refúgio de grupos de escravos fugitivos, fato indicado pela presença registrada no SS3 de duas vilas onde residem comunidades de quilombolas (descendentes de ocupantes dos antigos quilombos): a Vila do Pêga, no município de Portalegre-RN.

## **8.2.2 SISTEMA ARARIPE (SAR)**

Este Sistema está subdividido em dois subsistemas, Araripe 1 e Araripe 2, que apresentam grande similaridade em relação a alguns fatores ambientais.

### **8.2.2.1 SUBSISTEMA ARARIPE 1 (SAR-1)**

O Subsistema Araripe 1, com 8.000 km<sup>2</sup> (4,0% da área de estudo), é representado pela chapada homônima, apresentando uma superfície tabular estrutural com nível altimétrico em torno de 800 metros, compondo um relevo do

tipo "cuesta". A borda da chapada é constituída por escarpas erosivas abruptas que estabelecem contato com o subsistema Depressão Sertaneja (SS1) e o subsistema Araripe 2 (SAR2).

A Chapada do Araripe é sustentada por rochas sedimentares cretácicas, arenitos, folhelhos, siltitos e conglomerados, margas e folhelhos, sobrepostos a rochas pré-cambrianas, que são o arcabouço da Chapada.

Apesar da grande variação do material originário, devido à diversidade de rochas, os solos são predominantemente de textura argilosa e média, profundos, bem drenados e correspondem à classe dos Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos ou álicos, desenvolvidos em relevo plano e suave ondulado. Nas áreas de influência das margas, verificam-se os solos Podzólicos Vermelho-Escuros eutróficos, geralmente bordejados pelos Solos Litólicos eutróficos de textura média em relevo suave ondulado e ondulado. Esses solos, com exceção dos Litólicos, são aptos para agricultura e irrigação - tanto por aspersão convencional como por métodos localizados.

A altimetria elevada propicia áreas mais úmidas ("brejos de altitude"), havendo em consequência um incremento na atuação de processos morfogenéticos químicos. Os arenitos da Formação Feira Nova constituem um aquífero livre limitado na base pela Formação Santana. Esse aquífero é alimentado pela infiltração direta das águas das chuvas e sua descarga subterrânea intensa, da ordem de 900 l/s. A água apresenta qualidade variável, de regular a boa, indicando valores de salinidade muito baixos, da ordem de 100 mg/l.

Entretanto, devido à sua situação geográfica, esse aquífero não apresenta boas condições de exploração através de poços. Em alguns pontos da Chapada, os níveis d'água de alguns poços apresentam profundidades da ordem de 100 m e as vazões obtidas são, em geral, fracas.

Por outro lado, são poucos, porém volumosos, os rios que fazem parte da rede fluvial desse subsistema, o que determina um bom potencial hídrico, embora temporalmente superconcentrado. Quando traduzido em quantidade de água de superfície disponível, esse potencial oscila na faixa de 700 mil a 1,3 milhões de m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/ano. Dentre os principais rios do SAR-1, pode-se citar o Carius, o Bastiões e o Batateiro, que deságuam no rio Jaguaribe, e o riacho Brígida, que corre para o sul e deságua no rio São Francisco.

O clima vigente é sub-úmido, com período chuvoso que se estende de dezembro a maio e precipitação média em torno de 900 mm ao ano.

A ocupação humana do espaço rural é caracterizada pela baixa densidade populacional média (12,9 hab/km<sup>2</sup>), por uma fração expressiva de terras não apropriadas pelos estabelecimentos produtivos (que ocupam apenas 48,5% da

área) e pela presença acentuada de pequenos produtores (54% da área). A existência de extensas áreas de Unidades de Conservação - conforme será adiante registrado - e de expressivas superfícies de relevo escarpado explicam a baixa densidade demográfica rural média e a pequena apropriação de área pelos imóveis rurais. Ao mesmo tempo, tais restrições direcionam expressivas pressões antrópicas às demais áreas, em que água e solos oferecem condições de sustentabilidade favorecidas, gerando tendência ao fracionamento do uso do solo rural. Ocorrem, portanto, nichos de uso agropecuário (lavouras tradicionais e pecuária de pequenos rebanhos) intenso e minifundista, formando enclaves em grandes áreas desocupadas ou utilizadas para pecuária extensiva, situadas principalmente nas partes mais altas do subsistema. Essas inclusões tendem ao espalhamento nas fraldas, principalmente na vertente pernambucana.

Este padrão agropecuário resulta em extensos municípios (área média de 1.194 km<sup>2</sup>, a maior entre os Sistemas), com cidades de porte pequeno e médio. Porém, a antigüidade da ocupação da região origina a presença de uma malha viária de média densidade, constituída essencialmente por estradas estaduais e municipais. Nos limites oeste e sul deste subsistema, estão localizadas tradicionais cidades do sertão pernambucano, das quais as maiores são Araripina e Ouricuri com, respectivamente, cerca de 35 mil e 27 mil habitantes em 2000.

Nas localidades caracterizadas pelos "brejos de altitudes", os solos são espessos, as precipitações são mais elevadas e há o domínio de uma vegetação de mata bem estratificada, em geral composta por espécies decíduas e/ou semidecíduas.

Influências antrópicas, como os usos produtivos e o desmatamento para a retirada de madeira, têm contribuído para a degradação do meio ambiente. A devastação das matas para o uso agrícola rompe, por outro lado, os sistemas de brejo, deixando os solos desprotegidos das chuvas, facilitando o escoamento superficial difuso e concentrado das águas pluviais, o que acarreta um aumento da intensidade dos processos erosivos (erosão laminar e em sulcos).

O clima favorece também, nas cotas altitudinais mais baixas, o estabelecimento de um outro tipo de vegetação dentro do bioma Caatinga, chamado "matas de brejo", que está associado às áreas de chuvas orográficas junto às Chapadas e Serras. Essas áreas não experimentam a intensa restrição hídrica característica da maior parte dessa região, sendo, ao contrário, ambientes métricos capazes de sustentar florestas úmidas.

No subsistema Araripe 1, a cobertura vegetal corresponde à floresta estacional semidecidual, com espécies arbóreas típicas como o sabiú (*Parkia platycephala*) e o murici (*Byrsonima sp.*). A maior umidade local é detectada através da presença de epífitas, como bromélias, orquídeas e líquens.

À exceção das encostas, a Chapada do Araripe apresenta relevo plano (declividade de 0 a 3%), o que favoreceu a extensiva substituição da vegetação original por pastagem e agricultura com lavouras anuais. Visando amenizar este efeito, criou-se na porção cearense da chapada uma UC - a FLONA Araripe (Floresta Nacional da Chapada do Araripe) e a Área de Proteção Ambiental da Chapada do Araripe. Com 38.974 ha, essa FLONA foi criada objetivando a pesquisa científica, devido à sua elevada importância biológica, a educação ambiental, a recreação e o lazer, visando ainda permitir a utilização sustentada da floresta, mediante a utilização racional dos seus recursos e preservando os componentes florísticos e faunísticos presentes. Ainda existem pendências fundiárias a serem sanadas na UC, sendo entretanto sua situação geral considerada regular. Esta medida permitiu a manutenção de várias espécies da fauna, outrora caçadas indiscriminadamente. A APA Chapada do Araripe, com cerca de 1.042.496 ha, que envolve tanto o SAR-1 como o SAR-2, foi criada com o objetivo de ordenar o uso e ocupação desses ambientes (SAR1 e SAR2), de forma a compatibilizar as atividades antrópicas diversas com a manutenção de importantes recursos naturais, como a água e as diferentes tipologias de vegetação natural. Hoje se observa que, em parte, os objetivos da APA não estão sendo atingidos.

Também a criação do Parque Ecológico de Timbaúbas, em Juazeiro do Norte, teve como escopo minimizar a ação antrópica sobre as áreas úmidas, de forma a compatibilizar as atividades antrópicas com a manutenção dos recursos naturais.

Quanto às aves, o subsistema Araripe apresenta a maior riqueza de espécies endêmicas da região das bacias receptoras. São elas: *Penelope jacuaca*, *Aratinga cactorum*, *Phaetornis gounellei*, *Picumnus pygmaeus*, *Herpsilochmus pileatus*, *Lepidocolaptes angustirostris*, *Antilophia bokermanni*, *Sporophila albogularis* e *Paroaria dominicana*. Além dessas, as que se encontram ameaçadas são: *Crypturellus noctivagus*, *Picumnus limae*, *P. fulvescens*, *Synallaxis hellmayri*, *Megaxenops parnaguae* e *Procnias averano*.

As espécies de aves de ambientes florestais possuem, na Caatinga, uma distribuição fragmentada, devido à ocorrência esparsa dos brejos, que são ilhas de umidade. Face às características climáticas e morfológicas diferenciadas, são encontradas na região do Araripe essas espécies relacionadas a florestas.

Tida como refúgio para a fauna nos períodos severos de seca, a Chapada do Araripe apresenta espécies terrestres de distribuição restrita, dentre as quais pode-se citar o tatu-china (*Cabassous unicinctus*) e o tatuí (*Dasypus setemcinctus*), no caso dos mamíferos.

Reunindo áreas cearenses - da bacia do Alto Jaguaribe - e pernambucanas - das partes altas da margem esquerda do submédio Vale do São Francisco, o Sistema Araripe 1 compreende - conforme já visto - cerca de 5% da superfície da área de

estudo, e nele residem por volta de 3,9% da população dessa região (em torno de 280 mil habitantes em 2000). Um relativo esvaziamento das áreas rurais deste subsistema (crescimento de -0,9% a.a. entre 1991 e 2000) está em curso, revelando não só a saturação de sua capacidade de suporte antrópica como, provavelmente, o deslocamento de populações motivado pelas oportunidades de empregos rurais e urbanos geradas pela agricultura irrigada nas margens do rio São Francisco, principalmente em Petrolina-PE e Juazeiro-BA. Por esta razão, apesar do crescimento da população urbana à taxa de 2,6% a.a., o Subsistema SAR-1 apresenta crescimento populacional de apenas 0,7% a.a. de 1991 a 2000, inferior à média da região em estudo (0,9% a.a.). O ambiente socioeconômico isolado e estagnado, com 50% da população assentada em áreas rurais, resulta em condições gerais de vida entre as mais deficientes da área estudada.

#### **8.2.2.2 SISTEMA ARARIPE 2 (SAR-2)**

O subsistema Araripe 2, com 4.000 km<sup>2</sup> (2,0% da área de estudo), circunda a Chapada do Araripe, com prolongamentos a leste e a sudeste, ocupando áreas topograficamente mais baixas, de formas geralmente tabulares e localmente convexas. O relevo apresenta, na sua maioria, topos planos com interflúvios amplos e intensidade de aprofundamento de drenagem fraca.

Litologicamente, é constituído por rochas pré-cambrianas que formam um manto de alteração medianamente profundo. Esses terrenos distribuem-se no prolongamento sudeste e na parte circundante situada ao norte da Chapada do Araripe. O prolongamento oeste é constituído por rochas sedimentares formadoras da bacia sedimentar do Araripe, responsáveis pelo modelado da depressão periférica do vale do Cariri (Formações Missão Velha, Barbalha, Santana e Exú). Essas rochas possuem idades associadas ao período Jurássico-Cretáceo e apresentam manto de alteração profundo. É nesse complexo Sistema sedimentar que ocorre um dos principais sítios paleontológicos do Brasil, localizado em áreas dos municípios cearenses de Nova Olinda e Santana do Cariri. Embora contenham em parte áreas do SAR-2, esses municípios pertencem, em sua maioria, respectivamente, aos Sistemas vizinhos SS-2 e SAR-1.

Nos prolongamentos a leste e a sul do subsistema, ocorrem as áreas mais expressivas em termos de extensão e de valor para o desenvolvimento agrícola. Há predomínio dos solos Podzólicos eutróficos, profundos, desenvolvidos em relevo suave ondulado e plano. A eles se encontram associadas as Areias Quartzosas, que são profundas e de baixa fertilidade natural, e ainda solos com argila de atividade muito alta, como os Vertissolos de textura argilosa desenvolvidos em relevo plano. Estes, embora sejam de alta fertilidade natural, apresentam restrições ao uso agropecuário, devido à sua baixa permeabilidade e ao pequeno desenvolvimento estrutural pela elevada expansibilidade. Entretanto, se bem

manejados, podem ser cultivados com videira e capineiras sob diversos Sistemas de irrigação.

A rede fluvial existente, que corta em grande parte esse subsistema, é composta, principalmente, pelos rios Salamanca, Santana, riachos dos Porcos e Jardim. O potencial hídrico é do tipo concentrado, de 4 a 6 meses com excedentes hídricos, e pode ser considerado bom no contexto do semi-árido, com 700.000 a 1,3 milhões de m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/ano de potencialidade hídrica potencial superficial.

As rochas pré-cambrianas possuem um comportamento hidrogeológico heterogêneo e anisotrópico, estando as águas subterrâneas armazenadas em fraturas abertas. Apesar de possuírem vazões médias pequenas, constituem-se em opção disponível para captação de água, devido à regularidade das profundidades baixas. Porém, a qualidade da água não é compatível com os padrões recomendados, pois ocorrem, em geral, altas concentrações de cloretos, tornando a exploração pouco viável.

A Formação Missão Velha (arenitos grossos e conglomeráticos) constitui a principal unidade aquífera desse subsistema, sendo responsável pelo abastecimento de vários municípios, dentre eles Barbalha, Juazeiro do Norte e Crato.

Dados de poços tubulares mostram que esse aquífero possui nível estático de 7 metros, capacidade específica de 7,4 (m<sup>3</sup>/h)/m e espessura de 130 m. Sua recarga é realizada pela chuva e pelas infiltrações das águas que o drenam, advindas das fontes.

Os aluviões representam aquíferos porosos, livres, de espessuras reduzidas, mas de altas porosidade e permeabilidade. Constituem-se como alternativa mais barata em termos de captação, pois os poços podem ser construídos manualmente, com profundidade inferior a 10m. As vazões variam entre 5 e 60 m<sup>3</sup>/h. Excepcionalmente, podem ser alcançados até 180 m<sup>3</sup>/h. Em termos gerais, considera-se que o subsistema Araripe<sup>1</sup> contribui com um considerável aporte hídrico para o subsistema Araripe 2.

As condições hidrológicas e hidrogeológicas favoráveis desse subsistema são explicadas pelo regime pluviométrico, caracterizado por períodos secos e chuvosos bem definidos, sendo que este último tem início em dezembro e fim por volta de abril, resultando em uma precipitação média anual em torno de 900 mm. A estação úmida restrita, predominantemente, aos meses de janeiro e abril, gera excedente hídrico em torno de 350 mm, enquanto a estação seca apresenta, em média, déficit de 650 mm. Tais características, associadas aos tipos pedológicos, resultam numa vegetação exuberante em vários pontos desse subsistema.

A ocupação humana responde consistentemente a este quadro, resultando em um padrão adensado de uso agropecuário do solo rural que viabiliza a presença de



cerca de 24 hab/km<sup>2</sup> no campo (quase o dobro da densidade rural média da região como um todo). A apropriação produtiva geral dos solos não é especialmente elevada (os estabelecimentos rurais ocupam 54% da área), porém a significativa proporção de pequenos produtores (52% da superfície dos estabelecimentos) e a presença de significativas áreas irrigadas (cerca de 9.900 hectares, ou 1,3% da superfície dos municípios) são outros indicadores que retratam a pressão antrópica sobre o ambiente rural desse subsistema e explicam o expressivo contingente populacional presente no campo.

Além do intensivo uso do solo, um traço peculiar da agropecuária praticada neste subsistema - principal núcleo de uma região de antiga ocupação, conhecida como o "Cariri Cearense" - é o tradicionalismo. Fato revelador deste caráter é a presença insignificante de culturas olerícolas e frutícolas nas estatísticas de produção primária, o que indica que as lavouras irrigadas são principalmente as culturas tradicionais presentes em grandes extensões, sendo as mais freqüentes, por ordem de área colhida, o milho, o feijão, o algodão, o arroz e a cana-de-açúcar.

Este padrão de ocupação antigo e consolidado levou à constituição de uma importante área urbana de apoio formada pelas cidades vizinhas de Juazeiro do Norte, Crato e Barbalha que, em avançado estágio de conurbação, congregavam por volta de 317 mil habitantes em 2000. Os municípios do subsistema são de extensão mediana (área média de 581 km<sup>2</sup>), porém a malha viária é densa, viabilizando o exercício por parte de Juazeiro do Norte - a "Capital do Cariri" - de seu papel de principal núcleo urbano de apoio da parte central das regiões receptoras. Vale registrar ainda, como principais elementos da infra-estrutura de transportes desse subsistema, o aeroporto de Juazeiro do Norte e a BR-116, que cruza a área no sentido aproximado Sul-Norte, ligando o submédio São Francisco a Fortaleza.

Embora ainda ocorram espécies decíduas, como o angico (*Anadenanthera colubrina*) e a timbaúba (*Enterolobium contortisiluquum*), a vegetação atual apresenta um caráter secundário, com dominância de espécies pioneiras da Caatinga, especialmente nos trechos mais secos.

A elevada umidade relativa reflete também o componente faunístico da região. Como exemplo, no que se refere à herpetofauna, encontra-se lá a maior riqueza específica (23 para anfíbios e 5 para répteis) da área de estudo do Projeto. Dentre as espécies encontradas, pode-se citar *Bufo granulosus*, *B. paracnemis*, *Leptodactylus labyrinthicus*, *L. macrosternum*, *L. troglodytes*, *Physalaemus albifrons*, *P. cicada* e *P. mystacalis* - anfíbios, e *Phyllorhynchus pollicaris*, *Tropidurus semitaeniatus*, *Boiruna sertaneja*, *Liophis annulata* e *Phrynops geoffoanus* - répteis.

Parte substancial desse subsistema encontra-se na APA da Chapada do Araripe, unidade de proteção federal criada para ordenar o uso e ocupação, não só da Chapada (Subsistema 1) como do seu entorno, compatibilizando as atividades antrópicas com a manutenção dos recursos naturais. Essa APA, vale acrescentar, abrange diversos municípios nos Estados do Ceará, Pernambuco e Piauí, sendo sua superfície de, aproximadamente, 1.042.000 ha.

Face à sua capacidade de suporte antrópica favorável e à intensa função de centralidade urbana exercida pelo tripé Juazeiro-Crato-Barbalha, o subsistema Araripe 2, com população total da ordem de 600 mil habitantes em 2000 e taxa de urbanização de 69,8%, vem apresentando algum crescimento populacional (1,7% a.a no total, entre 1991 e 2000), principalmente nas cidades (onde tem sido de 2,4% a.a.). Contudo, o ambiente rural, apesar das características pedológicas e hidroclimatológicas positivas, mostra-se saturado e incapaz de oferecer alternativas de emprego atrativas, apresentando crescimento populacional médio anual de apenas 0,2%.

Por fim, é interessante comentar que a presença de grandes extensões de solos férteis e irrigáveis, já utilizados intensivamente para agricultura, em região que será cortada pelos canais do Projeto de Integração, constitui um aspecto que demandará esforços de gestão específicos por parte das autoridades outorgantes - em princípio, as administrações estaduais - no sentido de se chegar a uma equação equilibrada de distribuição das oportunidades geradas pelo projeto. Neste contexto, merece registro a existência na região de um quadro socioinstitucional caracterizado pela tradição de mobilização em torno das questões agrárias de maior repercussão pública, dentre as quais, provavelmente, estará incluída a futura relação entre os usuários potenciais da água e o projeto.

### **8.2.3 SISTEMA AGRESTE (SA)**

Com cerca de 8.000 km<sup>2</sup> (4,0% da área de estudo), esse Sistema está localizado na parte leste do Estado da Paraíba, quase integralmente na bacia do médio e baixo curso do rio Paraíba.

A fisiografia dessa região é influenciada por fatores estruturais, litológicos e morfoclimáticos. Ocorrem serras alinhadas, relevos aplainados e semeados de morros e morrotes, devido, principalmente, às diferenças de litologias.

Esse Sistema é composto por dois contextos geográficos distintos. Uma parte está localizada no Planalto da Borborema, onde se situam Campina Grande - a segunda principal cidade do Estado da Paraíba e que terá seu abastecimento urbano diretamente fortalecido pelo Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional e a outra equivale à feição da

Depressão Sertaneja/Depressão Pré-Litorânea, onde é encontrada a cidade de Itabaiana-PB.

O limite entre essas unidades geomorfológicas é marcado por grandes diferenças altimétricas. Esse limite, traçado pela zona de contato entre a vertente oriental do Planalto e a Depressão, é caracterizado por maior incidência de chuvas regulares e intensas (principalmente de Campina Grande). A precipitação média nestas zonas varia de 600 a 1000 mm/ano. Isso proporciona um predomínio da morfogênese química sobre a mecânica. As formas convexas e tabulares, com vales de fundo chato, são predominantes.

Os solos que cobrem a maioria das áreas desse Sistema são dos tipos medianamente profundos e rasos, eutróficos e de textura média e argilosa. Nas áreas planas, são encontrados os Regossolos eutróficos e os Solonetz Solodizados. Os solos Bruno Não Cálcicos, Planossolo Solódico e os Vertissolos ocupam o relevo suave ondulado e ondulado, enquanto que os solos litólicos ocorrem nos relevos forte ondulado e montanhoso. Sob o ponto de vista da irrigação, esses solos possuem grandes limitações, principalmente devido à pouca profundidade efetiva dos solos e à presença de argila de atividade elevada. Entretanto, à exceção dos solos litólicos, alguns desses solos permitem o uso de Sistemas localizados de irrigação em culturas com pequeno desenvolvimento radicular, como a videira e a acerola, dentre outras.

O potencial hídrico de superfície apresenta, nesse Sistema, ocorrência altamente concentrada no tempo, com, no máximo, três meses de excedente hídrico. O volume anual de água disponível existente insere esse Sistema na classe fraca a média, com uma disponibilidade superficial de 10.000 a 700.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/ano de água. O corpo d'água responsável pelo principal aporte hídrico ao sistema é o Rio Paraíba - que por sua vez recebe contribuições dos rios Paraibinha, Gurinhém e Ingá.

O conjunto de rochas cristalinas pré-cambrianas, que constitui a maior parte do substrato geológico do Sistema Agreste (gnaiesses, quartzitos, granitos e granitóides), é considerado pouco expressivo como aquífero, em razão de suas características impermeáveis e pouco porosas, com importância hidrogeológica relativamente pequena. Entretanto, a permeabilidade dessas rochas está condicionada por suas descontinuidades, permitindo o armazenamento de águas e constituindo, assim, os chamados aquíferos fissurais. Este tipo de aquífero apresenta, em geral, vazões pequenas e, via de regra, teores salinos elevados.

Considerando que as fraturas abertas e com alguma capacidade de armazenamento estão, em sua maior parte, situadas a menos de 50m de profundidade, as reservas exploratórias são normalmente pequenas.

Apesar das restrições pedológicas, o quadro climatológico e hidrológico favorável do agreste determina um padrão de ocupação humana do espaço que pode ser classificado como de alta intensidade no contexto da área de estudo. A base de constituição deste padrão é exatamente a sustentabilidade diferenciada de atividades agropecuárias proporcionada pela melhor disponibilidade hídrica no ambiente rural do Sistema, conforme revela a densidade demográfica rural de 27,1 hab/km<sup>2</sup> (a maior da área de estudo, para a qual se tem como um todo 12,1 hab/km<sup>2</sup>). Coerentemente com este quadro, a apropriação produtiva do território (participação dos estabelecimentos rurais na área total) é elevada (75% contra 63,6% na média da área de estudo) e, embora prevaleça uma concentração fundiária mediana (33,3% da área ocupada por estabelecimentos agropecuários com menos de 100 ha), a dinâmica agropecuária e a antiguidade da ocupação viabilizaram o surgimento de numerosos municípios (área municipal média de 239 km<sup>2</sup>, contra 546 km<sup>2</sup> na média da área de estudo). Em conseqüência, uma rede viária densa conecta as cidades menores entre si, ao pólo regional (Campina Grande, na Paraíba) e a capital do Estado, situadas nas vizinhas regiões do Sistema Costeiro (SC) paraibano.

Quanto ao aspecto vegetacional, adentrando-se o continente, percebe-se uma transicionalidade bastante evidente, com a presença de pastagens naturais e de cactáceas, como o mandacaru (*Cereus jamacaru*) e o facheiro (*Pilocereus gounellei*). A floresta subcaducifólia da restinga passa a apresentar características xeromórficas, resultantes do clima seco semi-árido que atinge a região, acentuando-se o número de espécies decíduas, com folhas pequenas e cascas espessas. Desta forma, sobre o embasamento cristalino a fisionomia passa a ser de Caatinga. Outra característica importante da região, quanto à flora, é a presença de palmeiras em abundância, nas áreas de baixadas, em meio ao embasamento cristalino. Nessas localidades, predominam macaubeiras (*Acrocomia aculeata* e *A. intumescens*).

Devido à relativa diversidade de ambientes, no que relaciona-se aos anfíbios, há importantes registros para a região, como *Pipa carvalhoi*, *Leptodactylus macrosternum*, *Scinax pachycrus* e *Phyllomedusa hypocondrialis*. Contudo, com relação a outros grupos de vertebrados, pouco se pôde conhecer pela literatura disponível.

As áreas para Unidades de Conservação (UC's), nesse Sistema, não existem. Entretanto, encontram-se duas áreas com grau de biodiversidade elevada, Timbaúba e Pau Ferro, com informações biológicas insuficientes que necessitam de estudos de inventário.

Com relação à fauna aquática do Sistema Agreste, foi observado que no rio Paraíba ocorre a terceira maior riqueza, quando comparado aos outros corpos d'água que cortam os outros Sistemas. Foram identificadas 27 espécies, sendo

que quatro delas são exclusivas, em relação às outras drenagens (*Awaous tajasica*, *Callichthys callichthys*, *Geophagus brasiliensis* e *Leporinus elongatus*), embora não sejam conhecidas espécies endêmicas.

Com relação à limnologia, pouco pôde ser inferido sobre as condições ambientais desse Sistema. Contudo, o rio Paraíba apresenta uma incidência relativamente alta da macrófita aquática *Pistia stratioides*, que possui crescimento rápido, podendo causar problemas para outras populações produtoras, devido ao sombreamento das camadas mais profundas. No contexto geral, principalmente pela escassez de organismos bioindicadores, o rio Paraíba pode ser classificado como oligotrófico.

Com 10% da população, concentrados em apenas cerca de 3,5% da área de estudo, e uma elevada taxa de urbanização (71%), apesar da relativa dinâmica agropecuária o Sistema Agreste não está livre do processo de saturação (esgotamento da capacidade de suporte) e esvaziamento demográfico que atinge principalmente o ambiente rural da região do projeto (que perdeu população rural à taxa anual média de 1% a.a. entre 1991 e 2000). Com o êxodo rural e as cidades crescendo vegetativamente (1,5 % a.a no mesmo período), a sub-região vem perdendo população em termos líquidos, com o contingente demográfico total aumentando 0,7 % a.a., portanto substancialmente abaixo da taxa de crescimento vegetativo (que está na faixa de 1,5 a 2% a.a. no Nordeste não-metropolitano). Para isto, certamente contribuiu o arrefecimento da capacidade de absorção populacional de Campina Grande, cuja população urbana cresceu apenas 1% a.a entre 1991 e 2000 e que vem passando por problemas agudos de escassez de água a cada período de estiagem mais prolongado.

Não obstante, este quadro de estagnação deve ser destacado no plano socioinstitucional, o papel dinamizador desempenhado pelo pólo regional de Campina Grande. Face à sua função de centro econômico, prestador de serviço e difusor de padrões culturais modernizadores, além da contribuição científica-tecnológica. Esta cidade exerce forte influência sobre uma vasta área do Sertão Nordeste, em grande parte superposta à área de estudo do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional.

#### **8.2.4 SISTEMA JATOBÁ (SJ)**

Esse Sistema ocupa um território de cerca de 6.000 km<sup>2</sup>, aproximadamente 3,0% da Área de Estudo do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, estando situado no sertão pernambucano e baiano, na bacia sedimentar Tucano-Jatobá. Essa bacia apresenta relevo suave ondulado e feições planas mais conservadas do planalto Tucano-Jatobá. As altitudes variam de 350 a 700 metros.

Sua composição litológica é, principalmente, constituída por sedimentos siluro-devonianos das Formações Inajá e Tacaratu, recobertos por areias, argilas e crostas lateríticas, que dão origem a solos profundos e muito pobres.

A conservação da superfície desse Sistema relaciona-se à disposição horizontal das camadas das rochas sedimentares sustentadas por carapaças ferruginosas, formadas sobre a superfície de aplainamento/superfície estrutural. Nos bordos da Chapada, ocorrem áreas de dissecação diferencial, erosão remontante, com aprofundamento de drenagens variando entre 15 e 70 metros. Nas vertentes dos vales, predominam solos rasos cascalhentos.

A natureza granulométrica das partículas, a atuação climática e o tipo de relevo existentes nesse Sistema desenvolveram, predominantemente, os solos denominados Areias Quartzosas álicas, com declividades entre 2 e 6%, relevo plano e suave ondulado.

Esses solos são profundos, apresentando baixa fertilidade natural, pequena capacidade de retenção de umidade, devido a sua grande quantidade de areia, em relação às partículas de argila, e alta saturação de alumínio. São solos aráveis e irrigáveis, desde que mediante métodos localizados, como micro-aspersão e gotejamento.

Destaca-se que esse Sistema apresenta alta potencialidade para o desenvolvimento de processos erosivos, principalmente próximo ao rio São Francisco, não só em função das condições texturais e do baixo grau de agregação das partículas, como também das chuvas concentradas e do comprimento das pendentes, fatores que, juntos, favorecem o aumento da velocidade das águas em superfície e a intensificação do transporte das partículas minerais e orgânicas, concorrendo para o empobrecimento das terras. Atualmente, já são observadas áreas degradadas em alguns pontos isolados, onde se pratica agricultura de subsistência sem manejo adequado. Esse Sistema é o que apresenta, em área contígua do Eixo Leste do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, uma das zonas mais vulneráveis e de maior risco de desertificação, se houver uma quebra do equilíbrio dos ciclos instalados entre o substrato físico e biológico.

Destaca-se que esse Sistema apresenta alta potencialidade para desenvolvimento de processos erosivos, não só em função das condições texturais e do baixo grau de agregação das partículas, como também das chuvas concentradas e do comprimento das pendentes, fatores que, juntos, favorecem o aumento da velocidade das águas em superfície e a intensificação do transporte das partículas minerais e orgânicas, concorrendo para o empobrecimento das terras. Atualmente, já são observadas áreas degradadas em alguns pontos isolados, onde se pratica agricultura de subsistência sem manejo adequado. Esse Sistema é o que

apresenta, dentro do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, uma das áreas mais vulnerável e de maior risco de desertificação, se houver uma quebra do equilíbrio dos ciclos instalados entre o substrato físico e biológico.

Essa vulnerabilidade, a baixa sustentabilidade de atividades agrícolas e a presença de extensas áreas institucionais (Terras Indígenas Kambiwá, Kapinawá, Pankararu e Entre Serras), que atingem uma área superior a 50.000 há e a Unidade de Conservação Federal Reserva Biológica Serra Negra, com 1.100 há, além da insuficiência de água na maior parte da região, podem explicar a pouca ação antrópica sobre esse ambiente, que se encontra bastante preservado comparativamente a outras regiões cortadas pelos canais e cursos d'água naturais do sistema do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional.

De fato, os estabelecimentos rurais recenseados pela FIBGE no último Censo Agropecuário, em 1995/96, representam apenas 45,9% da superfície total da região e a densidade demográfica rural média, segundo o Censo Demográfico 2000 é baixa (11,4 hab/km<sup>2</sup>), inferior ao conjunto dos sistemas ambientais da Área de Estudos (12,1 hab/km<sup>2</sup>). Esta densidade média só não é ainda menor face à existência de algumas faixas de terras com condições favoráveis de oferta hídrica, razão pela qual, áreas irrigadas relativamente extensas (cerca de 5.500 ha) são encontradas junto ao São Francisco e no vale do Moxotó à jusante do açude Poço da Cruz. Essas faixas privilegiadas, entretanto, constituem "enclaves", não chegando a alterar o panorama geral de ocupação rarefeita do meio rural do Sistema. As cidades pernambucanas de Arcoverde (55 mil hab.) e Nova Petrolândia (20 mil hab.) são as maiores do Sistema Jatobá. Fora dos bolsões hidroagrícolas, o sistema produtivo predominante é o agropecuário extensivo, com ênfase na criação animal e em pequenas roças de subsistência nas pouquíssimas várzeas úmidas. Deste padrão geral de ocupação do território resultam condições de vida da população que podem ser consideradas em média insuficientes, embora superiores às de outras regiões que aparentam melhores condições ambientais de suporte à presença humana. Isto se deve à influência de municípios ribeirinhos ao São Francisco beneficiados com medidas governamentais compensatórias voltadas para a população relocada do reservatório da UHE Itaparica (inclusive projetos públicos de irrigação), como Petrolândia-PE e o centro sub-regional de Arcoverde-PE.

No Sistema Jatobá como um todo, a vegetação predominante é a de Caatinga Hiperxerófila com porte médio e alto. Na Reserva Biológica, predomina a mata de brejo de altitude, que é muito importante por ser um enclave florestal com espécies amazônicas e atlânticas, rodeado por Caatinga, todos em bom estado de conservação. Dentre os grupos de fauna, existem alguns endemismos espalhados por todas as fisionomias da Caatinga local, como é o caso do pica-pau-anão

(*Picumnus pygmaeus*), dos lagartos *Phyllopezus periosus* e *Tropidurus hispidus*, assim como da tartaruga *Geochelonia carbonaria*. Já dentre os mamíferos há, historicamente, poucas espécies tidas como exclusivas das Caatingas, o que não impede que essa fauna seja rica e particular nas áreas bem conservadas, incluindo espécies ameaçadas de extinção, como a onça (*Panthera onca*) e o tatu-bola (*Tolypeutes tricinctus*), ambas em processo de desaparecimento local, dada a pressão de caça existente.

Conforme anteriormente registrado, o uso do solo é pouco intensivo e rarefeito. Dentre as atividades agrícolas de sequeiro identificadas, destacam-se os plantios de algodão e milho, secundados pelos de mandioca e algodão, sendo encontradas ainda as forrageiras de palma e algaroba. Dentre as lavouras irrigadas, principalmente com as águas do reservatório de Itaparica, a mais importante é a melancia, aparecendo em menor escala a banana, a cebola, o tomate, a manga e o melão.

Nas áreas de relevo mais íngreme, dentro desse Sistema, observam-se os Solos Litólicos associados aos Afloramentos Rochosos, com grandes quantidades de cascalhos inaptos para o desenvolvimento de agricultura. Próximo ao rio São Francisco, pode-se encontrar solos com alta fertilidade natural, mas com argila de elevada atividade, como é o caso dos Vertissolos de textura argilosa em relevo plano e suave ondulado que somente com tecnologia especial podem ser aproveitados. Em geral, tais solos são considerados como de baixa aptidão à irrigação.

Dos Sistemas estudados, o Jatobá apresenta um dos mais baixos potenciais hídricos superficiais. A disponibilidade de água superficial oscila em torno de 10.000 a 200.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/ano. Esse volume é superconcentrado no tempo, isto é, acumula em apenas 3 meses, durante o ano.

A rede de drenagem é formada, além do rio São Francisco, principalmente pelo rio Moxotó, que corta quase toda a extensão da área no sentido aproximado NE-SO, e pelos seus contribuintes, como os riachos Juazeiro, Nazário e do Parafuso. Essa rede é intermitente e a água que ela drena contém teores intermediários de sais, sendo o seu uso atualmente proibitivo para irrigação, em decorrência dos problemas de toxicidade de cloretos e bicarbonatos.

Em relação à ocorrência de água subterrânea, os aquíferos desse Sistema estão associados aos aluviões, ao manto residual e às formações litoestratigráficas sedimentares. Os depósitos aluvionares de maior importância hidrogeológica são os do rio Moxotó. O manto residual ou eluvial apresenta grande reserva hídrica e profundidade inferior a 300 metros. Dos 3,5x10<sup>9</sup> m<sup>3</sup> de água que precipitam por ano nesse ambiente, apenas uma pequena fração é absorvida pelos sedimentos superficiais. O intensivo bombeamento na região de Buique (PE) vem proporcionando um progressivo rebaixamento dos níveis estáticos dos poços existentes.



A descarga desses aquíferos livres dá-se por evapotranspiração, pelos rios coletores São Francisco e Moxotó e algumas fontes existentes em formações sedimentares inferiores localizadas, principalmente, no município de Tacaratu. Os recursos explotáveis dessas formações na área de estudo do rio Moxotó são de  $27 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/ano. As águas são, em geral, cloretadas. Isso demonstra a necessidade de utilização de tecnologia de melhoria da qualidade da água, tanto para o consumo humano como para irrigação.

Uma das principais reservas hídricas no Sistema Jatobá corresponde à área abrangida pela Formação São Sebastião, com um volume de água aproximado de  $1,2 \times 10^{12}$  m<sup>3</sup>. Os aquíferos São Sebastião e Marizal são formações compostas de arenitos situados no topo da bacia sedimentar do Tucano/Jatobá.

Os aquíferos Ilhas, Candeias, Aliança e Sergi são formações bastante afetadas por falhas que limitam seus afloramentos. A água subterrânea encontra-se em grandes profundidades, sendo salobra, agressiva e de difícil utilização.

O aquífero Inajá é considerado muito bom, nas áreas onde aflora e desempenha um papel confinante para o aquífero Tacaratu, provocando condições de artesianismo neste. O aquífero Tacaratu é o mais importante da bacia, sendo encontrados nele poços jorrantes com água potável.

A espessura média desse aquífero é de 600m. O volume total de precipitação sobre a Formação é de  $400 \times 10^6$  m<sup>3</sup>. Só as águas pluviais que caem sobre a porção aflorante é que o alimentam com uma pequena fração do seu total. As perdas por evaporação são quase nulas.

Do ponto de vista hidrogeoquímico, as águas mistas são as mais freqüentes nos sedimentos da bacia Jatobá, ocorrendo também águas cloretadas magnesianas.

O Sistema Jatobá, é caracterizado pela grande superfície dos municípios (média de 1.048 km<sup>2</sup>, a segunda maior da área de estudo) e pela rarefação da malha viária, apresentando uma distribuição demográfica urbano-rural relativamente equilibrada (taxa de urbanização de 57% em 2000) e perda populacional líquida (aumento do número de habitantes inferior ao crescimento vegetativo). Tal como ocorre, de modo geral, nas demais regiões interioranas da Área de Estudos, as cidades - todas de porte pequeno e médio - têm absorvido o próprio crescimento vegetativo (expansão populacional anual média de 2,3% entre 1991 e 2000), mas o êxodo rural é particularmente intenso (decréscimo da população rural de -1,7% a.a. no mesmo período), refletindo a escassa capacidade de geração de emprego nas atividades agropecuárias - fruto das restrições dos recursos naturais. Como resultado deste contexto, a região reunia em 2000 apenas por volta de 3,1% da população da área de estudo (222 mil habitantes), embora contribua - conforme já dito - com cerca de 4% da superfície total.

Por fim, merecem registro a riqueza e a complexidade do quadro sociocultural dessa região, marcado pela presença de diversos grupos indígenas e pela intensa mobilização social em torno de questões que vão desde os interesses conflitantes suscitados pela presença daquelas comunidades tradicionais até os aspectos fundiários, estes tendo alcançado especial relevo em função dos desdobramentos do processo de relocação de cidades e populações rurais levado a efeito para implantação da represa de Itaparica.

### **8.2.5 SISTEMA APODI (SAP)**

Compreendendo 6,0% (12.000 km<sup>2</sup>) da região de interesse, o Sistema Apodi é geologicamente constituído por sedimentos cretácicos das Formações do Grupo Apodi – Formações Jandaíra e Açú – que sustentam a Chapada do Apodi. A Formação Jandaíra é composta por calcários que apresentam relevo cárstico, estando limitada na base pelas camadas argilosas da Formação Açú, que recobrem os arenitos subjacentes dessa mesma Formação. Os arenitos Açú formam um patamar tabular que se prolonga desde a localidade de São José, no Ceará, até a cidade de Açú, no Rio Grande do Norte.

Como é típico de áreas calcárias, o Sistema Apodi possui poucos cursos de águas superficiais e muitos cursos de águas subterrâneas, centrados em Sistemas friáveis. O potencial hídrico do Apodi pode ser considerado como superconcentrado no tempo, com 3 meses ou menos de excedentes hídricos, e de fraco a médio potencial hídrico, tendo, aproximadamente, de 10.000 a 700.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/ano. Dentre os principais rios formadores do complexo fluvial que cortam esse Sistema, estão os rios Apodi e Piranhas-Açú.

O substrato calcário influencia fortemente o Sistema também com relação aos solos existentes. Os Cambissolos são os de maior expressão geográfica, representando mais da metade da área do Sistema, embora possam ser encontrados Podzólicos Vermelho-Escuros eutróficos e Latossolos Vermelho-Amarelos eutróficos, ambos em relevo plano e suave ondulado, ao sul do Sistema. Em geral, todos estes tipos são de solos identificados como terras com bom potencial para agricultura e irrigação, na região.

O clima é semi-árido, com 6 a 9 meses de período seco, com período chuvoso de janeiro a junho, apresentando precipitação média anual em torno de 700 mm. Estas características climáticas e pedológicas levam ao domínio de uma vegetação de Caatinga Hiperxerófila de porte mais arbóreo. Porém, essa formação não escapa do processo de degradação vegetacional, que se dá principalmente devido à formação de pastagens, ao cultivo de lavouras tradicionais (algodão, feijão e milho) e à implantação de plantações de caju. A cajucultura tem presença expressiva na região, em função da qualidade dos solos, da resistência da cultura

à seca e da proximidade em relação às regiões produtoras cearenses e, portanto, ao Sistema de comercialização, industrialização e exportação da castanha lá estabelecido. Nas vizinhanças dos vales dos rios perenes (principalmente, o Piranhas-Açu, regularizado pelo açude Armando Ribeiro Gonçalves) e em zonas de exploração dos aquíferos, contribuem para a pressão antrópica sobre o ambiente rural as áreas de fruticultura irrigada de melão, manga e outras culturas, aproveitando a proximidade de recursos hídricos explotáveis aos solos altamente férteis.

Apesar do grande potencial de solos, considerado por muitos o maior do Nordeste, e das numerosas manchas de exploração hidroagrícola (totalizando 22,8 mil hectares), a escassez hídrica prevalente na grande maioria da superfície do Sistema faz com que sua ocupação atual seja pouco intensa, conforme demonstra a baixa densidade demográfica rural (10,7 hab/km<sup>2</sup>, a segunda menor entre todos os Sistemas). Os indicadores de pressão sobre os recursos fundiários são consistentes com este quadro: apenas 55% das áreas rurais são ocupadas por estabelecimentos produtivos e predominam amplamente as grandes propriedades (apenas 29% da superfície são ocupados por pequenos produtores rurais).

Porém a riqueza de recursos minerais (petróleo), a proximidade do litoral (onde está localizado o maior centro produtor de sal marinho brasileiro) e as externalidades da emergente agricultura irrigada (que tem grande poder de dinamização das atividades urbanas - indústria, comércio e serviços) viabilizaram a constituição de um importante núcleo urbano regional: a cidade de Mossoró (com cerca de 200 mil habitantes em 2000). O SAP conta ainda com algumas sedes municipais de porte médio (na faixa de 15 a 40 mil habitantes): Açu e Apodi, no Rio Grande do Norte; Limoeiro do Norte, Jaguaruana e Tabuleiro do Norte, no Ceará. Os municípios, contudo, são ainda relativamente extensos (área média de 777 km<sup>2</sup>) e, portanto, a malha viária que os conecta é rarefeita, merecendo destaque porém a presença da BR-304, que liga Natal a Fortaleza e cruza a área do Sistema passando por Açu e Mossoró.

Das espécies vegetais ainda encontradas nas encostas mais preservadas desse Sistema, destacam-se o facheiro (*Pilocereus pachycladus*) e alguns arbustos, representados, principalmente, por mirtáceas (*Psidium sp.*) e anacardiáceas (*Anacardium sp.*).

Sobre as partes planas do Sistema, há algumas depressões rasas, com acúmulo de umidade e vegetação, na qual predominam palmeiras, principalmente a carnaúba (*Copernicia prunifera*). Nas vertentes, os efeitos dos processos erosivos são acelerados pela intervenção humana, inclusive pela ação de garimpos, havendo o predomínio de uma vegetação arbustiva condicionada, principalmente, pela presença de solos rasos denominados Rendzinas.

Pouco se conhece sobre a fauna de vertebrados presente na região, devido à escassez de pesquisas científicas e de divulgação por parte das Universidades e Instituições localizadas próximas ao Sistema. Contudo, vale destacar, nesse Sistema, a presença do Parque Ecológico do Cabugi, unidade de proteção criada pelo Estado do Rio Grande do Norte, para preservar a formação geomorfológica do Pico do Cabugi, que é um remanescente da atividade vulcânica no Nordeste brasileiro. Essa U.C. apresenta problemas fundiários, não tendo os imóveis rurais sido adquiridos até a presente data, o que a torna uma área prioritária para investimentos.

Compreendendo trechos de dois Estados (RN e CE) e de três bacias hidrográficas (Jaguaribe, Apodi e Piranhas-Açu), a área do Sistema Apodi tem 7,3% da população (cerca de 523 mil habitantes em 2000) da região em estudo e uma taxa de urbanização de 73%, apresentando a segunda maior taxa de crescimento demográfico entre os Sistemas (1,3% a.a). Este padrão de dinâmica populacional se deve principalmente ao êxodo rural menos acentuado (decréscimo da população rural de 0,2% a.a., contra -1,2% a.a. na região como um todo), já que as cidades vêm apresentando crescimento próximo ao vegetativo (1,9% a.a.). Para este quadro certamente contribui o desenvolvimento da atividade hidroagrícola - com desdobramentos agro-industriais - no Sistema, no qual ocorre a segunda maior proporção territorial de áreas irrigadas (1,7 ha por km<sup>2</sup>) de toda a região das bacias receptoras.

Como parte deste processo de apropriação produtiva crescente da água em um ambiente cultural dinamizado pela urbanização, nos vales do Apodi e do Açu, bem como no Baixo Jaguaribe, um novo tipo de organizações associativas voltadas para o ambiente rural - embora freqüentemente sediadas nas cidades - vem surgindo, a partir de motivações provenientes de temáticas atualizadas, como a gestão dos recursos hídricos e as questões ambientais.

### **8.2.6 SISTEMA BORBOREMA (SB)**

Este Sistema é basicamente formado por um grande planalto, composto por maciços, serras e outeiros altos, com altitudes variando de 450 a 1000m, sendo o nível mais baixo encontrado na parte central da área. Nas proximidades da cidade de Boqueirão (PB), na extremidade leste do Sistema Borborema paraibano, as altitudes variam de 400 a 800 m e, próximo à cidade de Triunfo (PE), na extremidade oeste, ocorre um relevo montanhoso, com altitudes superiores 1.100 m.

O Sistema Borborema compreende cerca de 14% da Área de Estudo (28.000km<sup>2</sup>), ocupando o seu setor sudeste, e se encontra rodeado pelos Sistemas Jatobá (SJ), Sertanejo 1 e 2 (SS1 e SS2) e Agreste. Trata-se de uma área em forma de arco,

atravessando Pernambuco, Paraíba e Rio Grande Norte. O relevo é geralmente movimentado, com vales profundos e estreitos, sendo constituído predominantemente por rochas pré-cambrianas pontilhadas por manchas de rochas sedimentares. A encosta ocidental do Sistema apresenta formas normalmente tabulares, talhadas em rochas graníticas, e cristas esculpidas em filitos, biotita-xistos e quartzitos. Nesse setor, prevalece uma morfogênese mecânica.

As condições de relevo, clima e litologia condicionaram o desenvolvimento de solos pouco espessos, porém com boa fertilidade natural, estando associados à presença de cascalhos e calhaus em superfície. Os solos Bruno Não-Cálcicos e os Litólicos são os de maior expressão geográfica, seguidos por outros mais profundos, como os solos Podzólicos eutróficos e as Areias Quartzosas, em relevo plano e suave ondulado. Estes últimos, apesar da menor ocorrência, são os que possuem melhor aptidão para agricultura e irrigação, sendo preferencialmente indicados para o uso de sistemas de irrigação localizados ou aspersão convencional.

Os solos citados apresentam uma forte susceptibilidade a processos erosivos. Nos locais onde houve desmatamento, os processos de erosão acelerada passaram a ocorrer, produzindo sulcos e ravinamentos. Na parte central do Sistema, os processos erosivos atuantes elaboraram uma extensa superfície aplainada, onde a ocorrência de cristas, "inselbergs" e caos de blocos revelam uma dissecação inicial.

O Sistema Borborema é considerado, no contexto do Semi-Árido, como um importante núcleo dispersor da drenagem do Nordeste, apresentando características radial. Uma grande parte dos rios nasce nas bordas do Sistema Borborema, sendo encaixados, com corredeiras e respondendo por uma dissecação intensa em toda a sua extensão.

A rede fluvial apresenta uma perenidade baixa, quando comparada à dos corpos d'água de alguns outros Sistemas, tendo em geral características de pequena vazão. A classe de potencial hídrico de superfície se enquadra em fraca a muito fraca, com um volume de água disponível de 10.000 a 200.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/ano.

O potencial explorável de águas subterrâneas nesse Sistema é baixo, com predomínio de águas salinas. O armazenamento das águas se faz em áreas preferenciais localizadas no contato da rocha fraturada com o manto de intemperismo ou em depósitos aluviais de dimensões favoráveis à acumulação. O coeficiente de infiltração (calculado com base nos parâmetros da bacia do rio Mundaú) chega ao valor de 2,4% da pluviometria anual.

A vazão específica média de alguns poços catalogados é da ordem de 137 l/h/m para rebaixamento de até 30m, resultando vazões que variam de 4000 a 5000 litros/hora.

O clima predominante é seco, muito quente e semi-árido. A estação chuvosa adianta-se, ocorrendo de fevereiro a março, e o período seco inicia-se em junho/julho. A precipitação média anual varia de 400 a 650 mm.

O quadro relativamente diversificado de recursos naturais do Sistema Borborema levou à constituição de distintos padrões de ocupação humana. Esta diversidade pode ser descrita de forma simplificada segundo três situações territoriais específicas, diferenciadas segundo as bacias hidrográficas: as áreas da bacia do Paraíba, localizadas no Estado da Paraíba na região conhecida como "Cariri Paraibano"; as áreas da bacia do rio Piranhas-Açu, que compreendem ao norte a região do Seridó (potiguar e paraibano) e, a noroeste, a região paraibana da Serra dos Cariris Velhos ou Serra do Teixeira (junto à divisa entre os Estados da Paraíba e de Pernambuco) e as áreas da bacia do São Francisco, localizadas em Pernambuco, na região do Alto Pajeú.

No Cariri paraibano, os recursos hídricos são escassos e a ocupação humana do espaço rural rarefeita (densidade demográfica rural de 7,5 hab/km<sup>2</sup>), caracterizada pela pequena presença (24%) de pequenos produtores rurais e, a não ser em nichos específicos nas proximidades dos açudes (tais como o Sumé, o Camalaú e o Boqueirão), pela pecuária extensiva na maior parte do território e pequenas áreas de culturas tradicionais nas poucas várzeas úmidas. Em função desta realidade, nessa região a densidade de cidades é a menor do Sistema Borborema, com municípios de extensão mediana (área municipal média de 680 km<sup>2</sup>), sendo as cidades mais populosas (de 10 a 15 mil habitantes) Boqueirão, Monteiro e Sumé.

Na bacia do rio Piranhas-Açu, a capacidade de suporte antrópica é visivelmente maior do que na bacia vizinha do Paraíba (densidade demográfica rural média de 14,1 hab/km<sup>2</sup>). Os pequenos estabelecimentos rurais já ocupam porções mais significativas do território (44%) e coexistem com a pecuária extensiva áreas proporcionalmente mais importantes de lavouras tradicionais (milho, feijão e, em menor escala, arroz, algodão, cana-de-açúcar e caju), além de algumas áreas já cultivadas com hortifrutícolas (principalmente mamão, batata-doce, tomate e banana). A partir dessa base agropecuária, desenvolveu-se uma malha urbana adensada, com municípios proporcionalmente mais numerosos e, portanto, menores (área municipal média de 283 km<sup>2</sup>). A estruturação hierárquica das funções urbanas tornou-se, neste contexto, mais complexa, levando à constituição de um número maior de cidades relativamente populosas, como Currais Novos - RN (cerca de 36 mil habitantes em 2000) e diversas outras na faixa de 10 a 15 mil habitantes (tais como Parelhas-RN, Princesa Isabel-PB e Picuí-PB).

Na parte situada na bacia do São Francisco (Alto Pajeú), na vertente sudeste da Serra dos Cariris Velhos, tem-se ocupação humana do espaço rural ainda mais densa (18,1 hab/km<sup>2</sup>), apoiada na maciça presença de pequenos estabelecimentos rurais (62% da área total dos estabelecimentos) em áreas úmidas das vertentes e fraldas serranas, situação que reflete a viabilidade de uma ênfase maior à agricultura (ainda que essencialmente de subsistência) em relação à pecuária - o que proporciona absorção ampliada de mão-de-obra rural. Os municípios são, também neste caso, pequenos (área média de 381 km<sup>2</sup>) e, embora se trate da menor sub-região do Sistema (ocupando cerca de 21% do seu território), conta com duas cidades na faixa de 15 a 17 mil habitantes (Tabira e São José do Egito), além de Afogados da Ingazeira, com cerca de 23 mil habitantes em 2000.

A região do Sistema Borborema está em sua maior parte compreendida entre dois grandes eixos viários que unem o litoral nordestino ao sertão: ao norte, a BR-230, tronco transversal do Sistema viário paraibano que liga a capital João Pessoa ao extremo oeste do Estado - a região de Souza e Cajazeiras; ao sul, a BR-232, que desempenha semelhante função no Estado de Pernambuco, ligando Recife a Serra Talhada e Salgueiro - importantes cidades do sertão Pernambucano. Como se trata de região de ocupação antiga e consolidada, desenvolveu-se entre estes dois eixos uma densa malha viária, composta principalmente por estradas estaduais e municipais, proporcionando favoráveis condições de acessibilidade em toda a região.

Nesse Sistema, ocorre uma Caatinga Hipoxerófila arbórea baixa, com muitas cactáceas, como o facheiro (*Pilocereus cf. pachycladus*), o xique-xique (*Pilocereus gounellei*) e o quipá (*Opuntia inamoema*), além de outras espécies características do Cariri, como o umbu (*Spondias tuberosa*), o pinhão (*Jatropha molissima*) e a macambira (*Encholirion spectabile*), sobre afloramentos rochosos.

O cenário é de forte degradação causada pelo uso intensivo do solo por atividades agrícolas e pastagens, além de, no passado, pela cultura do algodão (que hoje está praticamente extinta), principalmente na região do Seridó.

Embora seja uma região potencialmente favorável ao surgimento de endemismos, devido ao relativo isolamento de algumas de suas áreas, poucas espécies de aves lá encontradas podem ser indicadas como endêmicas da região (*Sporophila albogularis*, por exemplo) ou endêmicas e ameaçadas (*Carduelis yarrellii*). Além disso, a diversidade também não é alta, sendo similar à dos outros Sistemas, o que sugere que é visitada pelas espécies que vivem nas adjacências.

Já as espécies da herpetofauna apresentam grande diversidade e riqueza no Sistema Borborema, ocorrendo aí mais de 20 espécies. Nessa região, assim como

no Sistema Jatobá, ocorre o lagarto *Gekkonideo Phyllopezus periosus*, considerado raro e restrito, quanto a sua distribuição.

A lontra (*Lontra longicaudis*), que possui distribuição restrita dentro dos Sistemas Ambientais, ocorre nesse Sistema com uma frequência relativamente maior, sendo um importante componente da mastofauna local.

Embora não presente, até o momento, atributos muito atraentes do ponto de vista conservacionista, o Sistema Borborema é considerado como uma zona potencial de Biodiversidade ("Hot-Spot"), além de ser uma região paisagisticamente muito apreciada.

Nesse Sistema, encontram-se o Brejo da Madre de Deus - PB o Brejo do Triunfo - PB/PE, Serra do Peixoto (entre Sertânia/PE e Monteiro/PB) e Pico do Jabre (PB), todos de alta importância ecológica.

Com pouco mais de 660 mil habitantes – 9,2% da população das bacias receptoras - compreendidos em 12% do território da região, o Sistema Borborema não conta com grandes centros urbanos em seu território, apresenta grau de urbanização inferior à média (53,7%) e, portanto, tem base econômica eminentemente rural. Entretanto, a exemplo do que ocorre na maior parte da região estudada, o ambiente interiorano mostra-se saturado e incapaz de produzir empregos para as novas gerações, face à ausência de transformações expressivas no quadro atual de escassez hídrica, razão pela qual a população rural decresceu 2,5% a.a. entre 1991 e 2000, a maior da área de estudo, representando o dobro da taxa média de seu conjunto. Assim, apesar da evolução populacional urbana (2,1% a.a.) ligeiramente superior ao ritmo de crescimento vegetativo, a população tem se apresentado decrescente (taxa de crescimento total de -0,3% a.a.). A qualidade geral de vida, portanto, como em todo o resto do interior da região do projeto, mostra-se insuficiente e sem variações expressivas entre as sub-regiões do SB.

### **8.2.7 SISTEMA COSTEIRO (SC)**

Este sistema, com cerca de 1.000 km<sup>2</sup> (0,5% da área de estudo), compreende a faixa litorânea de toda a região estudada, com elevações variando entre 50 e 100 metros de altitudes e formas predominantemente tabulares, de origem sedimentar, que apresentam grau de entalhamento variável, ora com vales estreitos de encostas abruptas, ora abertos com encostas suaves e fundo plano com amplas várzeas. Esses sedimentos são, na maioria, pertencentes ao Grupo Barreiras, e podem atingir espessura bastante variável, com cores normalmente claras.

Nas áreas onde ocorrem os tabuleiros, dominam solos Podzólicos Amarelos de textura média/argilosa e relevos planos. Esses solos são distróficos e, por vezes,



álícos, devido à baixa fertilidade natural encontrada nos mesmos. Trata-se de terras aráveis, com potencial para culturas irrigadas tanto pelo Sistema convencional quanto por métodos localizados. Já nas vertentes, é comum a ocorrência de Podzólicos Latossólicos e Cambissolos em relevo forte ondulado, nos quais a declividade aparece como principal limitação, tornando-os inaptos para irrigação. Ainda sobre os tabuleiros, pode-se encontrar bolsões de areias distribuídos de forma esparsa, onde ocorrem os Podzóis em relevo plano e muitas vezes abaciado.

Na porção norte desse sistema, há um grande domínio de solos mais leves, como as Areias Quartzosas, os Podzólicos Amarelos e Vermelho-Amarelos de textura média, além dos solos com influência marinha, como é o caso das Areias Quartzosas Marinhas e os Podzóis Hidromórficos sobre os cordões litorâneos. Todos esses solos são inaptos para o desenvolvimento de agricultura, a não ser para culturas especiais, como, por exemplo, o caju.

A suscetibilidade à erosão nos interflúvios tabulares desse Sistema é fraca a muito fraca. Nas vertentes dos vales declivosos ou nas falésias do litoral, os processos erosivos são mais intensos, gerando terrenos de suscetibilidade forte a muito forte.

Quanto aos recursos hídricos, essa unidade é caracterizada por Sistemas fluviais com padrões de drenagem paralelos que recortam os sedimentos em direção ao mar. Dentre os principais rios, podem ser citados o Paraíba, a leste, e os rios Apodi, Açu e Jaguaribe, ao norte da Área de Estudo.

Em geral, o potencial hídrico superficial é temporalmente concentrado, apresentando de 4 a 6 meses com excedentes hídricos, e de abundância média, com disponibilidade hídrica superficial de 200.000 a 700.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/ano, podendo atingir valores bem inferiores entre Areia Branca e Macau no Rio Grande do Norte (< 10.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/ano).

O potencial de águas subterrâneas é considerado alto, sendo que o Sistema possui mais de 500 poços catalogados, a partir dos quais verificou-se uma profundidade média em torno de 50 metros e uma vazão média de 2,8 l/s, sendo a qualidade da água sempre muito boa.

A região tem como característica socioeconômica marcante a presença da área metropolitana de João Pessoa e, fora dela, a vocação para atividades turístico-recreativas na orla marítima, onde o clima é ensolarado e ocorrem numerosas e belas praias. Por outro lado, na Paraíba ocorre a presença da agroindústria canavieira. Nos baixos vales do Apodi e do Piranhas-Açu, merece registro ainda a presença das atividades de extração e embarque de sal marinho no eixo Macau – Areia Branca, área que constitui o principal pólo salineiro do país. A presença de cidades neste sistema com uma base econômica fortemente apoiada em atividades de indústria, comércio e serviços têm como contrapartida uma elevada

taxa de urbanização da população (89,1%) e, portanto, um padrão - tanto estático quanto dinâmico - de uso do solo diferenciado do restante da região das bacias receptoras: extensas áreas urbanas e peri-urbanas coexistem com um recorte viário particularmente denso que escoia intensos fluxos de transporte terrestre de pessoas e mercadorias. Ressaltam, como elementos do Sistema viário terrestre do Sistema Costeiro, a BR-101 (na parte paraibana) e a BR-304, que liga Natal-RN à BR-116, nas proximidades de Fortaleza (servindo a toda a região turística litorânea do Baixo Jaguaribe), além das diversas rodovias estaduais que dão acesso às praias e cidades costeiras.

O quadro vocacional e a antigüidade do processo de ocupação (toda a colonização do Nordeste se deu do litoral para o interior) determinam a presença, nessa parte da região estudada, de uma proporção especialmente elevada de aglomerados urbanos de maior porte como João Pessoa (por volta de 600 mil habitantes em 2000), tendo-se ainda neste sistema as cidades paraibanas de Santa Rita e Bayeux (na faixa de 85 a 100 mil habitantes e virtualmente conurbadas com João Pessoa), além de outras com populações entre de 35 a 45 mil habitantes (Aracati-CE, Cabedelo-PB e Sapé-PB). No trecho do sistema situado no Rio Grande do Norte, as cidades são de menor porte, refletindo o afastamento em relação às áreas influenciadas pelo processo de metropolização e a escassa dinâmica do ambiente rural.

As pressões sobre o uso do solo rural, por sua vez, apresentam distribuição espacial distinta no interior do sistema.

Seguindo para sudeste, tem-se o litoral semi-árido, turístico e salineiro do baixo curso do Jaguaribe, Apodi e Piranhas-Açu, região com taxas de urbanização na faixa de 58-78% e densidades demográficas rurais que vão de baixas (6,1 hab/km<sup>2</sup>) na porção da bacia do Apodi a médio-altas (18,6 hab/km<sup>2</sup>) no Jaguaribe. Na parte potiguar, fatores como a concentração fundiária (os pequenos produtores dominam apenas pouco mais de 7% da área dos estabelecimentos rurais no baixo Piranhas-Açu), a baixa fertilidade dos solos, o clima extremamente seco e a proximidade das oportunidades de emprego nas atividades não-agropecuárias são as causas da presença humana rarefeita nas áreas rurais. No baixo Jaguaribe, a maior proximidade a Fortaleza e um turismo mais estruturado - que induzem à ocupação do campo com "sítios" de segunda residência - bem como alguma atividade agrícola (inclusive com irrigação das terras ribeirinhas), são fatores que promovem o adensamento da presença humana no ambiente rural.

No restante do Sistema, que compreende as regiões polarizadas por João Pessoa, o ambiente é o da "Zona da Mata" nordestina, onde precipitações mais elevadas viabilizam atividades agropecuárias tanto intensivas quanto industrialmente integradas - com destaque para o complexo sucro-alcooleiro. A agricultura de grande escala convive em situação de predomínio com atividades de cinturões agro-alimentares (perto de 22% das áreas pertencem a pequenos

estabelecimentos agropecuários) e dão o tom da economia rural. A concentração de trabalhadores nas proximidades dos canais e a proximidade das grandes cidades – áreas residenciais peri-urbanas - são os principais fatores determinantes de uma ocupação mais densa do campo (na média de 24,8 hab./km<sup>2</sup>) e, ao lado da antiguidade do processo de ocupação, da formação de mais cidades e, portanto, de municípios menores (área média de 208 km<sup>2</sup>).

Com relação à vegetação, predominam nas áreas tabulares, florestas estacionais decíduas e semidecíduas bastante degradadas (principalmente nos entornos da região metropolitana de João Pessoa). Entre Macau (RN) e Aracati (CE), ocorre uma vegetação que reflete o clima seco, ou seja, Caatinga Hiperxerófila.

Na porção dunar das zonas costeiras, há o predomínio de vegetação halófila, representada por hidrocótilo (*Hydrocotyle bonariensis*) e ipoméia (*Ipomea pescaprae*), sendo que, nas dunas posteriores, uma vegetação arbustiva domina a fisionomia, com a presença de aroeiras-vermelhas (*Schinus terebenthifolius*) e aroeiras (*Lythraea brasiliensis*).

Nos cordões litorâneos não cobertos por dunas, há o predomínio da fisionomia de restinga, dominada por estrato arbóreo perenifólio, ocorrendo gêneros de Mata Atlântica, como *Eugenia*, *Myrcia*, *Pithecelobium* e *Anadenathera*.

Na região mais interior dessa UP, em torno dos corpos d'água, há a ocorrência de manguezais, predominando os gêneros *Rhizophora* e *Aninga* (na foz dos rios Paraíba, Açu, Apodi e Jaguaribe), formando verdadeiras florestas alagadas, bem estruturadas, que servem de recurso para diversas espécies de crustáceos, peixes e aves. Além disso, os manguezais têm uma importância fundamental no estabelecimento e desenvolvimento de muitas espécies da fauna dependentes da água em pelo menos um estágio de suas vidas. Isto porque é uma zona de transição entre os Sistemas marinho e continental, sendo regida pela ação das marés, na qual as águas são tranquilas e receptivas ao desenvolvimento dos organismos com fase larval, o que, em última instância, acaba estabelecendo as relações ecológicas entre os níveis tróficos superiores.

Com relação às comunidades faunísticas existentes na porção terrestre do sistema costeiro, poucos são os estudos disponíveis, de modo que se conhecem apenas animais de hábitos generalistas, também comuns em outras áreas, que não a zona costeira. Como exemplos, pode-se citar os mamíferos dos gêneros *Didelphis*, *Euphractus* e *Cebus*, comuns nas "florestas de restinga", e outros nem tão abundantes assim, como *Kerodon* e *Dasyprocta*.

Com relação às aves, o predomínio é o de aves marinhas, havendo, entretanto, um número considerável de aves migratórias que utilizam os manguezais como áreas de descanso e alimentação.

Para a herpetofauna, novamente, os táxons encontrados são, em geral, de natureza comum, não havendo indícios que apontem espécies endêmicas ou ameaçadas.

Existe, nesse Sistema, um elevado número de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade. No Ceará, tem-se o Baixo curso do Jaguaribe, onde é necessária a realização de ações de manejo ambiental, devido à alta importância biológica do ambiente nele encontrado.

Na Paraíba, estão localizadas as áreas Jacuípe / Pacatuba e Açude dos Reis, com informação biológica insuficiente, além do Jardim Botânico de João Pessoa, da Reserva Ecológica Mata do Rio Vermelho, da APP Mata do Buraquinho e da Mata do Além, de importância muito alta, onde é necessária a recuperação de algumas áreas.

Com 16% da população das bacias receptoras (1,16 milhões de habitantes em 2000) reunidos majoritariamente em áreas urbanas e em uma proporção inferior a 4% do território da região em estudo, o sistema costeiro é também a única sub-região em que ocorre crescimento demográfico superior ao vegetativo (2,8% a.a., sendo que o crescimento vegetativo nas regiões altamente urbanizadas é menor do que no interior - provavelmente na faixa de 1% a.a.). A região costeira de João Pessoa, com seu crescimento recente de 3,2% a.a. impulsionado por atividades industriais e terciárias - com destaque para o turismo - representam um importante papel de pólo receptor no processo de transferência de populações nordestinas do campo para as cidades.

Sob o aspecto socio-institucional, é interessante frisar que, além de engendrar demandas por recursos hídricos especialmente concentrados e específicos de regiões urbanas (como abastecimento domiciliar, comercial e industrial), o sistema costeiro que envolve importantes segmentos formadores de opinião e numerosas instituições representativas, é também um espaço privilegiado de produção e difusão de idéias e influências, com as quais o processo de planejamento, implantação e gestão do projeto necessariamente deverá dialogar.

Por fim, registre-se que as condições médias de vida da população do sistema respondem consistentemente aos graus de urbanização das sub-regiões, sendo deficientes nos litorais das bacias do Jaguaribe, Apodi e Piranhas-Açu e médios nas proximidades de João Pessoa. Na verdade, João Pessoa retrata na área de influência do Projeto de Integração como a única região em que as condições gerais de vida se apresentam minimamente adequadas. Porém, antes de significar uma supremacia em princípio do urbano sobre o rural, esta situação reflete a escassa capacidade dos ambientes interioranos da região estudada de geração de condições sustentáveis de desenvolvimento econômico e social, quadro para o que contribui de forma decisiva a crônica deficiência quantitativa e de confiabilidade da oferta hídrica.

**FIGURA 8-1 – SISTEMAS AMBIENTAIS**