4 | Caracterização e Análise Retrospectiva da Região Hidrográfica

Com o objetivo de estabelecer um panorama dos recursos hídricos na Região Hidrográfica Atlântico Leste, fez-se uma descrição, a partir de dados secundários, dos recursos hídricos regionais, superficiais e subterrâneos, sob a ótica da quantidade e qualidade. Para inter-relacionar os efeitos do processo evolutivo de ocupação antrópica dessa região hidrográfica com os recursos hídricos buscou-se um conhecimento dos ecossistemas regionais e mecanismos de sustentabilidade, conhecimento dos aspectos sociais, econômicos e culturais e conhecimento do quadro legal, institucional ligado à gestão dos recursos hídricos.

Dessa forma, a disponibilidade hídrica será apresentada em 16 unidades hidrográficas identificadas, na região do Atlântico Leste, como regiões homogêneas com características relativamente semelhantes em que as disponibilidades e demandas são conhecidas e suficientes à identificação dos conflitos hídricos relevantes da região na qual se pretende efetuar o balanço hídrico.

Contudo, as informações serão sintetizadas nas cinco grandes bacias que compõem a Região Hidrográfica Atlântico Leste, buscando um tratamento regional dos recursos hídricos por meio de estudos retrospectivos, avaliação de conjuntura, assim como proposição de diretrizes e prioridades regionais.

4.1|Caracterização Geral da Região Hidrográfica Atlântico Leste

Bacias Hidrográficas

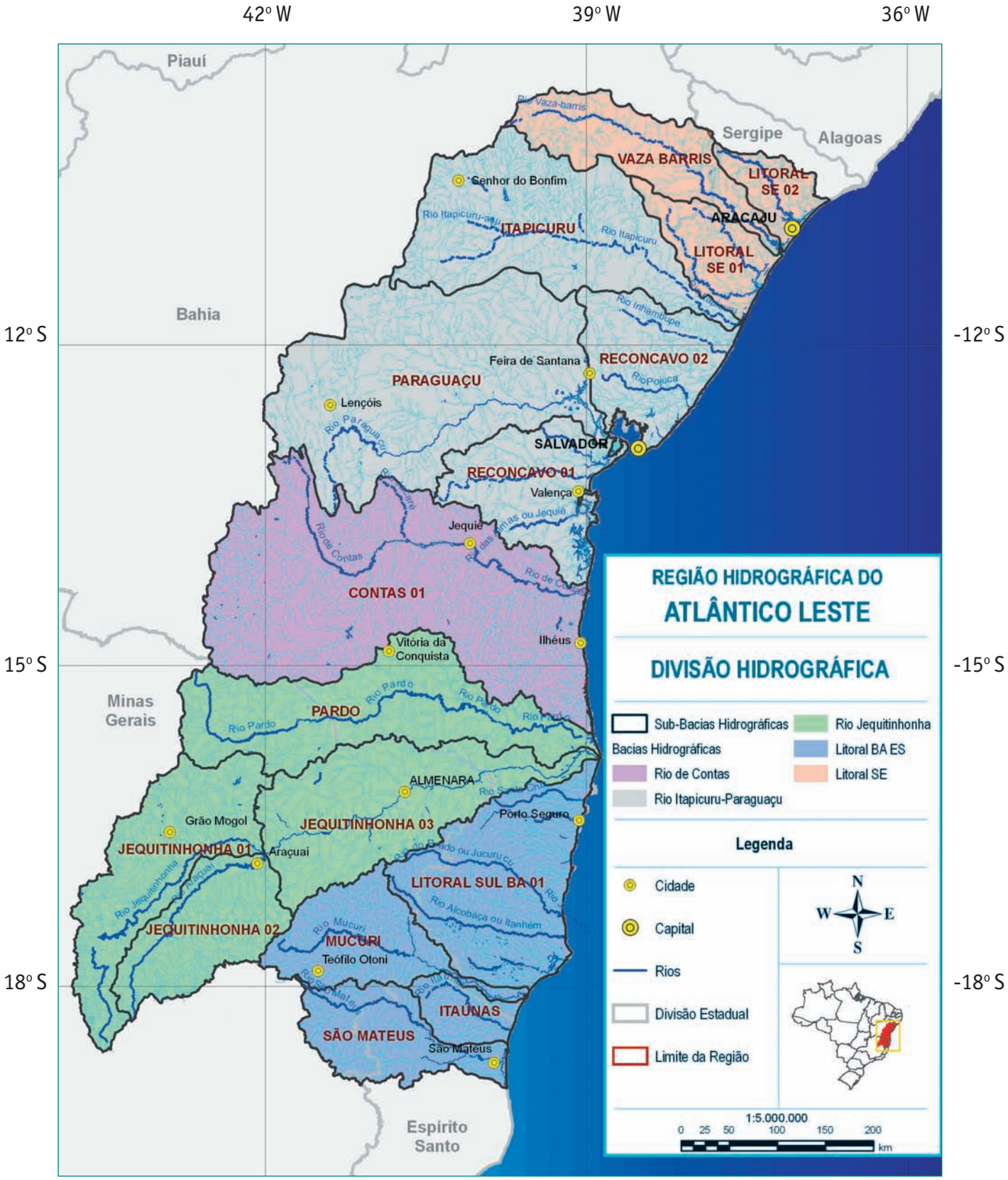
A Região Hidrográfica Atlântico Leste localizada aproximadamente entre as coordenadas 9º40' a 19º00's e 36º40' a 44º00'W, compreende os Estados da Bahia, Minas Gerais, Espírito Santo e Sergipe. Com uma área de 386.092 km^2, equivalente a 4% do território brasileiro, a região pode ser dividida como 26% de sua área dentro do Estado de Minas Gerais, 1% no Estado do Espírito Santo, 69% no Estado da Bahia e 4% no Estado de Sergipe.

Em toda a área de estudo, a rede hidrográfica encontra-se dividida em 16 unidades hidrográficas, sendo que 12 estão total ou parcialmente no Estado da Bahia. Essa divisão procurou preservar as unidades de gestão dos recursos hídricos utilizadas em cada Estado.

O Quadro 1 e a Figura 1 apresentam as 16 bacias da área de estudo com suas respectivas áreas de drenagem, cursos de água principais e Estado, bem como, uma síntese das cinco principais bacias.

Quadro 1 – Bacias Hidrográficas

Bacia	Proposta Novo Nome Sub 1	Sub-bacia	Área (km²)	Área (km²)	Rio Principal	Estado
Contas	Contas	Contas 01	64.933	64.933	Rio de Contas	BA
Itapicuru-Paraguaçu	Itapicuru-Paraguaçu	Itapicuru	124.810	35.691	Rio Itapicuru	BA
		Paraguaçu		54.528	Rio Paraguaçu	BA
		Recôncavo 01		17.788	Jaguaribe, Juquiriça e das Almas	BA
		Recôncavo 02		16.803	Inhambupe	BA
Jequitinhonha	Jequitinhonha	Jequitinhonha 01	102.282	24.200	Rio Jequitinhonha	MG
		Jequitinhonha 02		16.313	Rio Araçaí	MG
		Jequitinhonha 03		29.435	Rio Jequitinhonha	MG – BA
		Pardo		32.334	Rio Pardo	MG – BA
Litoral BA ES	Itanhém-Mucuri	Itaúnas	62.592	5.369	Rio Itaúnas	ES – BA
		Litoral Sul Ba 01		28.330	Buranhém, Jucuruçu, Itanhém	MG – BA
		Mucuri		15.413	Rio Mucuri	MG – BA
		São Mateus		13.480	Rio São Mateus	MG – ES
Litoral SE	Real-Sergipe	Litoral Se 01	31.475	9.449	Rio Real + Rio Piauí	BA – SE
		Litoral Se 02		5.702	Rio Sergipe	SE
		Vaza-Barris		16.324	Rio Vaza-Barris	BA – SE



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 1 – Caracterização da Região Hidrográfica Atlântico Leste

A unidade hidrográfica Litoral SE 02, mais setentrional do estudo, drena uma área de 5.702 km² quase totalmente inserida no Estado de Sergipe. O seu principal curso de água é o rio Sergipe que tem sua nascente no Estado da Bahia, mas ocupa grande área no Estado que leva seu nome, cerca de 16,7% de seu território. A unidade Litoral SE 02 é limitada a oeste e sul pela Bacia do rio Vaza-Barris.

A Bacia do rio Vaza-Barris está inserida nos domínios dos estados da Bahia e Sergipe, onde desemboca no oceano Atlântico. Compreendida aproximadamente entre as coordenadas de 9º30' a 10º50' S e 37º50' a 40º00' W, a Bacia drena uma área de 16.324 km², sendo 70% no Estado da Bahia.

A unidade denominada Litoral SE 01 é composta pelos rios Real e Piauí que atravessam o Estado de Sergipe no sentido leste-oeste e deságuam juntos no oceano Atlântico, no estuário do Mangue Seco. A unidade compreende uma área de 9.449 km² divididos entre os estados de Sergipe e da Bahia. É limitada ao norte pela Bacia do rio Vaza-Barris e ao sul pela Bacia do rio Itapicuru.

A Bacia do rio Itapicuru está compreendida entre as bacias do rio Vaza-Barris e Litoral SE 01 ao norte e Paraguaçu e Recôncavo 02 ao sul. Está totalmente inserida em território baiano em que drena uma área de 35.691 km². Esta Bacia desenvolve-se em paralelo à Bacia do rio Vaza-Barris, o que condiciona características naturais semelhantes para ambas.

A Bacia do rio Paraguaçu situa-se aproximadamente entre os paralelos 11º11' a 13º42' S e os meridianos 38º48'a 42º07' W. Abrange uma área de 54.528 km² totalmente inserida no Estado da Bahia.

A unidade hidrográfica Recôncavo 01 drena uma área de 17.788 km² e é composta pelos rios Jaguaribe, Jiquiriçá, Jequié, além de outros de pequena expressão. Situa-se aproximadamente entre as coordenadas 12°40' e 14°20' S e 38°55' e 40°20' W.

A unidade Recôncavo 02 drena uma área de 16.803 km² e é composta por diversas pequenas bacias como as dos rios Inhambupe, Subaúma, Sauípe, Pojuca, Joanes, Subaé e Açu. Localiza-se aproximadamente entre as coordenadas de 11°40' a 13°00' S e 37°30' a 39°10' W.

A unidade hidrográfica Contas 01 drena uma área de 64.933 km², totalmente inserida no Estado da Bahia. Além do rio de Contas, é composta pelas bacias dos rios Almada, Colônia, Mamão, Maruim, São Pedro e Doce. Está situada aproximadamente entre as coordenadas 12°55' a 15°30' S e 39°00' a 42°35' W.

A Bacia do rio Pardo tem como rio principal o próprio rio Pardo, que nasce na Serra do Espinhaço, em Minas Gerais, desenvolvendo-se no sentido oeste-leste e desaguando no oceano Atlântico. Sua Bacia drena uma área de 32.334 km², a maior parte situada na Bahia. Está limitada ao norte pela Bacia do rio Contas, a oeste pela Bacia do rio São Francisco, e ao sul pela Bacia do rio Jequitinhonha. Seus principais afluentes são os ribeirões Ribeirão, Salitre e Vereda e o rios São João do Paraíso e Catolé Grande pela margem esquerda, e os rios Mosquito, Macarani e Maiquinique pela margem direita.

A Bacia do rio Jequitinhonha atravessa os estados de Minas Gerais, onde nasce, e Bahia, onde deságua no oceano Atlântico. Da área total de 69.948 km², mais de 90% se localiza no Estado de Minas Gerais. É dividida entre Jequitinhonha 02 – Bacia do rio Araçuaí – e Jequitinhonha 01 e 03, a montante e a jusante do encontro Araçuaí-Jequitinhonha, respectivamente. O rio Jequitinhonha é limitado ao norte pela Bacia do rio Pardo e ao sul por uma cadeia de serras. As sub-bacias Jequitinhonha 01, 02 e 03 drenam, respectivamente, áreas de 24.200 km², 16.313 km² e 29.435 km².

A Bacia do rio Mucuri tem sua nascente em Minas Gerais, desaguando em território baiano e drenando, neste Estado, apenas uma pequena área. Têm seus limites a noroeste e nordeste feitos através das bacias do rio Jequitinhonha e Litoral Sul BA 01, respectivamente. Limita-se ao sul pelas bacias do rio São Mateus e Itaúnas, próximo à divisa com o Espírito Santo. Sua área de drenagem chega a 15.413 km², grande parte em território mineiro.

A Bacia do rio Itaúnas drena uma área de 5.369 km², grande parte em território capixaba. Localiza-se ao sul da Bahia, nordeste de Minas Gerais e ao norte do Espírito Santo. As bacias dos rios Mucuri e São Mateus, além do oceano Atlântico, definem seus limites.

O rio São Mateus tem sua nascente no Estado de Minas Gerais, desaguando no Espírito Santo. Sua Bacia, localizada no ponto mais ao sul da Bacia do Atlântico Leste, drena uma área de 13.480 km².

O que se observa nos estudos regionais/estaduais que compõem a área de estudo é a presença de algumas subdivisões dessas bacias como, por exemplo, no Plano Estadual de Recursos Hídricos da Bahia (BAHIA, 2004), em que a unidade hidrográfica Contas1 aparece dividida em unidade rio das Contas e unidade Leste.

No decorrer desse estudo serão estabelecidas comparações, quando possível, das unidades mais detalhadas de estudos regionais com aquelas dezesseis divisões com que este trabalha. Ressalta-se que o estudo aqui apresentado seguirá as bacias adotadas pelo PNRH já que o reconhecimento dessas áreas é de relevância fundamental para a uniformização e troca de informações entre órgãos federais e estaduais que tratam do assunto.

O Quadro 2 apresenta uma correlação entre as unidades hidrográficas de referência adotadas pelo PNRH para a região do Atlântico Leste e as unidades tratadas em Planos estaduais ou regionais.

Quadro 2 – Comparação das 16 Unidades de Trabalho com Unidades Adotadas em Outros Estudos

Regiões Atlântico Leste			**Bahia (2004)**		**Sergipe (2000)**		**Brasil (1997b)**		**Brasil (1997a)**	
Nome	Proposta Novo Nome Sub 2	Área (km^2)	Nome	Área (km^2)	Nome	Área (km^2)	Nome	Área (km^2)	Nome	Área (km^2)
Contas 01	Contas	64.933	Contas + Leste	62.934	-	-	-	-	-	-
Itapicuru	Itapicuru	35.691	Itapicuru	35.883	-	-	-	-	-	-
Paraguaçu	Paraguaçu	54.528	Paraguaçu	53.837	-	-	-	-	-	-
Recôncavo 01	Jaguaribe	17.788	Recôncavo Sul	14.850	-	-	-	-	-	-
Recôncavo 02	Inhambupe	16.803	Recôncavo Norte + Rio Inhambupe	14.475	-	-	-	-	-	-
Jequitinhonha 01	Alto-Jequitinhonha	24.200	Jequitinhonha	2.836*	-	-	Jequitinhonha	69.997	-	-
Jequitinhonha 02	Araçaí	16.313			-	-			-	-
Jequitinhonha 03	Baixo-Jequitinhonha	29.435			-	-			-	-
Pardo	Pardo	32.334	Pardo	33.070	-	-	Pardo	32.050	-	-
Itaúnas	Itaúnas	5.369	-		-	-	-	-	Itaúnas	4.800
Litoral Sul BA 01	Itanhém	28.330	Extremo Sul	23.750*	-	-	-	-	-	-
Mucuri	Mucuri	15.413	-	-	-	-	-	-	-	-
São Mateus	São Mateus	13.480	-		-	-	-	-	-	-
Litoral Se 01	Real	9.449	Real	3.125*	Piauí + Real	9.062	-	-	-	-
Litoral Se 02	Sergipe	5.702	-		Sergipe	3.673	-	-	-	-
Vaza-Barris	Vaza-Barris	16.324	Vaza-Barris	11.846*	Vaza-Barris	16.229	-	-	-	-

Fontes:
Bahia (2004): Plano Estadual de Recursos Hídricos da Bahia;
Sergipe (2000): *The Study on Water Resources Development in the State of Sergipe, Brazil;*
Brasil (1997a): Diagnóstico Preliminar da Bacia Hidrográfica do Rio Itaúnas;
Brasil (1997b): Diagnóstico Ambiental da Bacia dos rios Jequitinhonha e Pardo;
PNRH (2005): Dados disponibilizados para a elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos.

*Apenas a área no Estado da Bahia

Clima

Para uma caracterização geral dos recursos hídricos da Bacia do Atlântico Leste é importante destacar sua localização em área predominantemente tropical, submetida a um clima quente e úmido e sob forte radiação solar (BAHIA, 2004).

Assim, suas temperaturas médias anuais são, em geral, elevadas, em torno de 24,5ºC, variando de 20ºC medidos nas estações de Vitória da Conquista (BA) e Itamarandiba (MG) a um máximo em Aracajú (SE) de 26ºC. As precipitações totais anuais variam significativamente dentro dos domínios da Bacia. Pode-se caracterizar uma região de baixa precipitação ao norte da Bacia (Senhor do Bonfim, 835 mm) e um núcleo de altos índices pluviométricos no litoral baiano, a leste (Salvador, 1.985 mm).

A umidade relativa do ar varia bastante ao longo da Bacia, diminuindo gradativamente no sentido litoral-continente. Os valores anuais máximos (83%) se referem às estações de Ilhéus e Canavieiras e os mínimos às estações de Monte Santo (63%) e Espinosa (60%), localizadas próximas ao norte de Minas Gerais, onde os meses de agosto e setembro chegam a apresentar valores de umidade relativa do ar menores de 50%.

Dessa forma, a região pode ser caracterizada por quatro tipos básicos de clima: super-úmido, úmido, semi-úmido e semi-árido, representados na Figura 2 de tipologia climática.

Para melhor visualização do comportamento do balanço hídrico climatológico foram selecionadas algumas estações distribuídas nos diferentes domínios climáticos já caracterizados. A Figura 3 apresenta o balanço hídrico climatológico nas estações selecionadas.

O balanço hídrico climatológico das estações de Ilhéus e Camaçari praticamente revelam excedente hídrico ao longo de todo o ano. Já para as estações de Itaberaba e Jacobina os resultados mostram deficiência hídrica significativa e vigente em todos os meses do ano. Situações intermediárias derivadas de sazonalidade climática podem ser confirmadas nos balanços das estações de Lençóis e Diamantina.

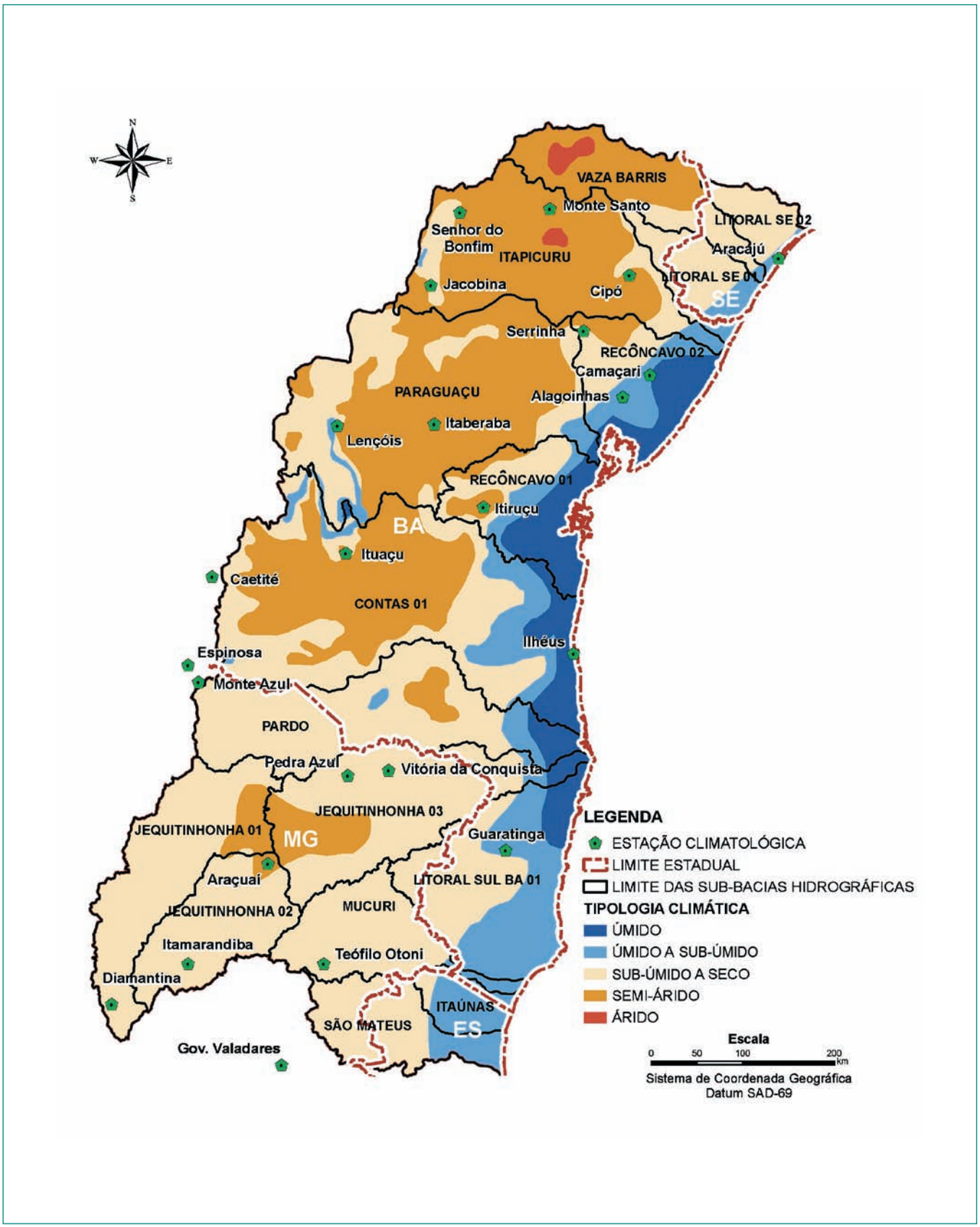
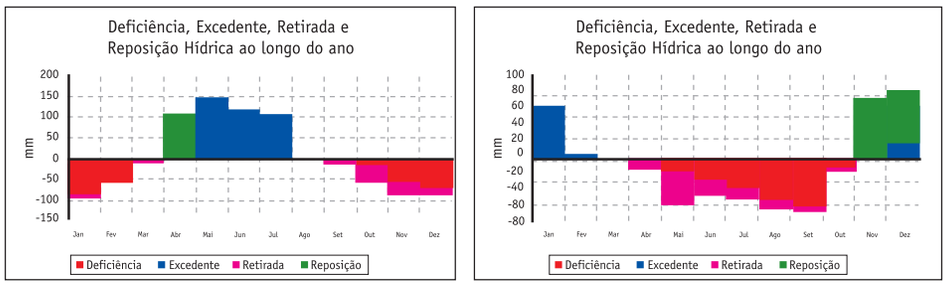
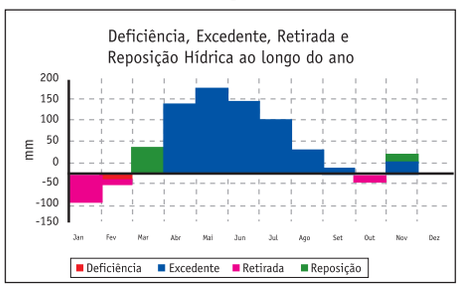


Figura 2 – Tipologia Climática

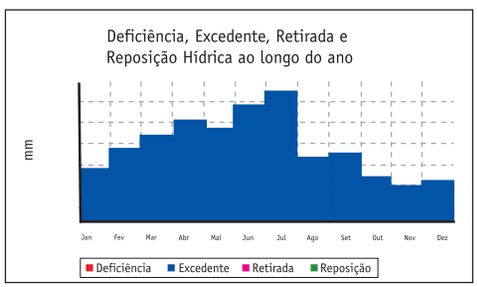


Aracaju-SE

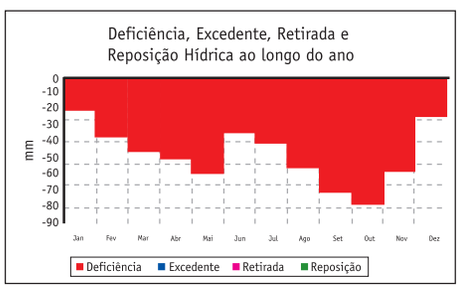
Caetité-BA



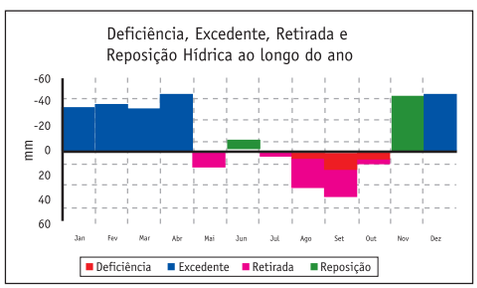
Camaçari-BA



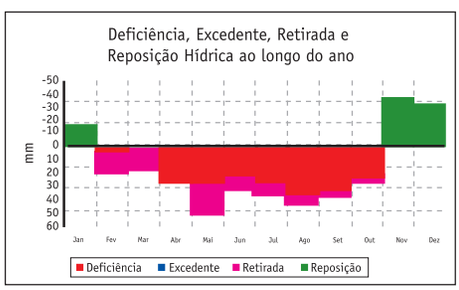
Ilhéus-BA



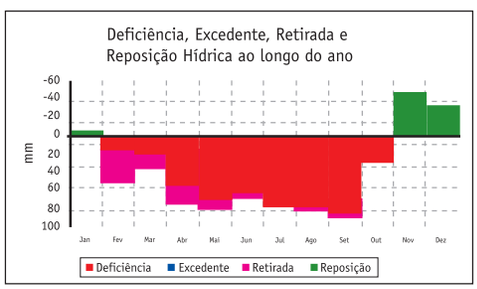
Itaberaba-BA



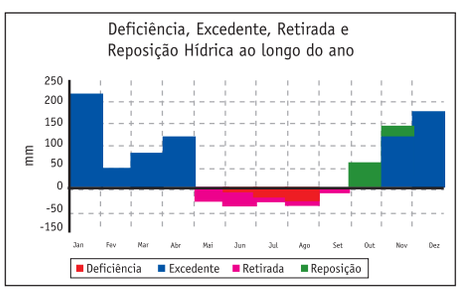
Lençóis-BA



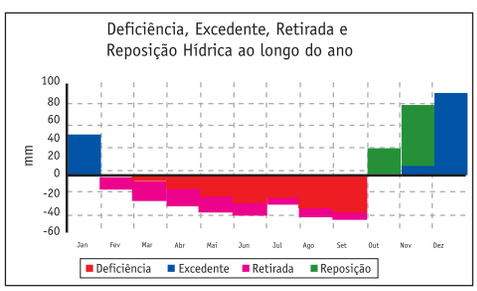
Vitória da Conquista-BA



Araçuaí-MG



Araçuaí-MG



Diamantina-MG

Figura 3 – Balanço Hídrico nas Estações Climatológicas Selecionadas

O clima árido, localizado apenas em pequenas manchas no alto rio Vaza-Barris e na margem do rio Itapicuru-Paraguaçu, ocorre somente no Estado da Bahia sendo pouco representativo na região hidrográfica de estudo (BAHIA, 2004).

O clima úmido localiza-se principalmente em uma faixa a leste da região junto ao litoral. Essa estreita faixa vai desde a Sub-bacia do Recôncavo 02 até o litoral sul da Bahia. Devido à altitude e a orografia ocorre também em uma mancha no alto rio Paraguaçu, em sua divisa com o rio Contas. Caracteriza-se por um alto grau de umidade (precipitações anuais de aproximadamente 1.400 mm) e as temperaturas variam de 23ºC a 25ºC com um índice hídrico anual positivo (BAHIA, 2004).

O clima úmido a sub-úmido apresenta-se em uma faixa adjacente ao clima úmido que se inicia nas imediações da cidade de Aracaju e estende-se longitudinalmente até o limite meridional da área de estudo. Compreende, portanto, uma estreita faixa no conjunto de todas as bacias contidas na Região Hidrográfica Atlântico Leste. As temperaturas variam de 22ºC a 25ºC e os índices pluviométricos variam entre 1.000 mm e 1.400 mm, os déficits hídricos são ainda pouco expressivos (BAHIA, 2004).

O clima sub-úmido a seco abrange parte relativamente grande da Bacia. A precipitação média anual varia entre 800 mm e 1.200 mm. A redução dos índices pluviométricos já é reflexo da continentalidade que passa a ser marcante nos padrões climáticos a partir do domínio analisado. Nessa faixa, o déficit hídrico e a evapotranspiração aumentam no mesmo sentido. A temperatura média oscila entre 24ºC e 25ºC. Apresenta-se paralelo à Faixa Atlântica, como transição entre áreas úmidas e mais secas concentrando quase toda a costa oeste do Atlântico Leste, inclusive as bacias do rio Mucuri e médio-baixo Jequitinhonha, próximo à divisa Minas-Bahia.

O clima semi-árido é caracterizado na porção oeste da região de estudo. Ocupa maiores extensões no Estado da Bahia nas bacias dos rios Vaza-Barris, Itapicuru, Paraguaçu e Contas. Ocorre também em uma mancha no médio Jequitinhonha, na região próxima à divisa das sub-bacias Jequitinhonha 1, 2 e 3. De forma geral, apresenta déficit hídrico com altas temperaturas (superiores a 25ºC) e baixas precipitações (abaixo de 800 mm) (BAHIA, 2004).

Meio Físico

A abordagem apresentada a seguir tem como objetivo identificar os atributos de ordem física que podem facilitar o entendimento sobre os aspectos relacionados aos recursos hídricos. A base física auxilia na compreensão da organização das paisagens naturais e paisagens antrópicas, na identificação da dinâmica dos atributos ambientais considerando seu comportamento com ou sem a interferência humana.

Na presente abordagem, serão considerados como elementos de base física os atributos ambientais relacionados à geologia, geomorfologia, solos e as condicionantes hidrogeológicas.

Estes temas analisados de forma integrada compõem as chamadas unidades geoambientais que representam de fato, o suporte de organização e distribuição das regiões naturais e do uso a estas associadas.

O comportamento morfodinâmico das unidades geoambientais será analisado à luz do regime climático a que são submetidas. Esta análise permitirá a composição de um cenário dos processos erosivos que operam na superfície terrestre e de que forma o uso do solo pode potencializá-los. As características intrínsecas do substrato favoreceram também a análise referente aos riscos de poluição como também dos riscos de erosão.

A Delimitação das Unidades Geoambientais

O primeiro aspecto marcante na região hidrográfica estudada é a compartimentação topográfica e a forma como esta se arranja no território considerado como objeto de análise.

Topograficamente, a Região Hidrográfica Atlântico Leste encontra-se compreendida entre uma importante unidade de relevo do território brasileiro que é o orógeno do Espinhaço (SAADI, 1993) ou como é conhecido mais comumente, a Serra do Espinhaço, cuja extensão mais setentrional assume a toponímia local de Chapada Diamantina e a planície e tabuleiros costeiros, considerando aqui a inclusão de feições menores como estuários, restingas, alagadiços e outras de pequena dimensão. A porção central é marcada por um relevo em boa parte colinoso, por vezes salpicado de pontões e/ou dorsos rochosos esculpidos em litologias cristalinas.

Unidades Geoambientais Identificadas

• *Unidade Geoambiental do Alinhamento Serrano de Oeste*

Esta unidade de relevo que representa o limite oeste da área de estudo possui altitudes médias superiores a 1.000 metros em relação ao nível do mar.

Este arranjo topográfico já indica ambientes de naturezas distintas em diversos aspectos, cujos reflexos rebatem sobre a distribuição dos ecossistemas ou biomas na área de estudo.

A Serra do Espinhaço, juntamente com a Chapada Diamantina, estruturas orogênicas representativas desta unidade, são portadoras da quase totalidade das nascentes formadoras dos principais rios inseridos na área de estudo. Trata-se de um domínio tipicamente serrano, estruturado em rochas metassedimentares onde quartzitos e arenitos apresentam-se como litologias dominantes.

Este sistema serrano de orientação Norte-Sul mostra dobras mais angulosas a sul e mais abertas a norte. Nesta unidade de relevo alojam-se as nascentes de rios como o Jequitinhonha, Pardo, de Contas, Paraguaçu e Itapicuru. Trata-se de um domínio hidrogeológico do tipo fraturado em que um conjunto de fatores pode influenciar a qualidade e a quantidade das águas subterrâneas em aqüíferos fissurais.

Conforme Costa (1980), no Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos – PGIRH (2004), estes fatores são de dois tipos:

a) Fatores exógenos: clima, relevo, hidrografia, vegetação, infiltração de soluções e mantos de cobertura;
b) Fatores endógenos: constituição litológica, estrutura e soluções mineralizantes;

As águas estocadas nestes aqüíferos geralmente são de boa qualidade físico-química e a sua vulnerabilidade mostra-se inversamente proporcional à espessura do manto de alteração.

É importante ressaltar que nos domínios quartzíticos, principalmente, os mantos de alteração são, quase sempre, pouco espessos.

No entanto, o excessivo fraturamento destas rochas e a existência de colúvios alojados entre as proeminentes cristas que marcam a paisagem de parte destas serras, favorecem a captação e a condução das águas superficiais em direção ao aqüífero para sua alimentação.

Na Região Hidrográfica Atlântico Leste, o sistema serrano analisado encontra-se influenciado por condições climáticas as mais diversas. Este tem porções submetidas a padrões climáticos que variam de úmido a semi-árido ou seco. Disso resulta uma forte influência endógena nas características de disponibilidade das águas subterrâneas nesta unidade de relevo.

É importante observar que esta grande unidade serrana pode ser entendida, em função de "semelhanças" de base física ao longo de todo o seu domínio, como uma Unidade Geoambiental.

Nesta Unidade Geoambiental, a uniformidade manifesta-se na organização da paisagem botânica conforme se abordará no capítulo seguinte. Esta unidade porta nas áreas posicionadas a mais de 900 metros de altitude em relação ao nível do mar, formações tipicamente campestres denominadas de campos rupestres ou áreas de refúgio ecológico, cujas características serão discutidas à frente. No seu entorno a leste, o clima mais seco favorece o desenvolvimento de formações xerófilas como caatingas e florestas secas.

Conforme Bahia (2004), esta unidade geoambiental é portadora de risco de erosão considerado moderado e alto. É importante salientar que alguns critérios utilizados para a produção de mapas de riscos de erosão podem induzir a interpretações que nem sempre expressam a efetiva dinâmica erosiva de determinado ambiente. No caso desta Unidade Geoambiental é provável que a produção de sedimentos através da ação dos processos erosivos seja pouco expressiva já que a paisagem é marcada por solos pouco espessos e constituídos de materiais grosseiros ou tão somente afloramentos rochosos em que o volume de material em condições de transporte por escoamento pluvial varia de nulo a reduzido. De toda forma, a Região Hidrográfica Atlântico Leste apresenta-se, de forma geral, conforme mostra Bahia (2004), portadora de risco de erosão predominantemente muito baixo.

É importante salientar que a ocorrência de volumes de chuva mais expressivos ao longo do flanco leste da Unidade Geoambiental produz nos terrenos posicionados em seu entorno, de litologias as mais diversas, o desencadeamento de processos erosivos mais intensos. Por tal razão, associada às estruturas serranas indutoras de efeitos orográficos são identificadas áreas onde o risco à erosão são mais expressivos.

No caso das Bacias dos rios Jequitinhonha e Pardo, destacam-se no entorno da Serra do Espinhaço as extensas chapadas portadoras de espessas coberturas sedimentares, atualmente ocupadas em larga escala pela silvicultura onde o eucalipto é o plantio onipresente. Tais chapadas, outrora ocupadas pelo cerrado em diferentes formas de ocorrência, apresentam-se bordejadas por escarpas que compõem as frentes erosivas que as desmontam gradativamente. Esta erosão regressiva é fortemente potencializada pelo uso antrópico, em especial aquele em que a presença de estradas e acessos favorece o fluxo superficial em direção às cabeceiras de drenagem de forma inadequada.

Nestas áreas, o risco de erosão é evidente, pois é intrínseco à natureza dos solos e da morfologia. No entanto, seu equilíbrio é rompido pela ação antrópica que altera os processos morfodinâmicos, potencializando-os.

Nos domínios da Chapada Diamantina, os terrenos rebaixados do entorno apresentam-se na forma de esporões alongados que gradam para depressões. Tais terrenos, modelados em rochas de natureza pelítica ou carbonática, revestidos de vegetação muitas vezes de caráter xerófilo favorecem então o desencadeamento de processos erosivos de maior monta.

O contexto apresentado para as áreas contíguas à Unidade Geoambiental mostra, então, que esta condiciona o comportamento morfodinâmico dos terrenos que as circundam, em especial as porções de leste cujos índices pluviométricos são maiores.

Esta Unidade Geoambiental apresenta-se como um domínio territorial de relevante importância, em função do seu papel como portador de um efeito orográfico que potencializa os índices pluviométricos localmente e comporta um conjunto de rochas que funcionam como importantes aqüíferos provedores das águas das nascentes dos importantes rios da região hidrográfica em estudo. Posiciona-se como um importante limite entre o domínio da floresta estacional semidecidual, a savana e a estepe nordestina (caatinga) e, por fim, contribui através de seus contrafortes para a formação de importantes rios que fluem em direção ao rio São Francisco.

Na base desta Unidade Geoambiental ocorre uma área de identidade particular, mas que foi aqui agregada por apresentar-se interdigitada a esta. Trata-se de um domínio de rochas carbonáticas e pelíticas. Este ambiente possui um singular comportamento hidrogeológico já que os processos de dissolução em rochas carbonáticas favorecem a formação de uma rede de drenagem subterrânea peculiar associada a geoformas igualmente herdadas de processos semelhantes. Na região, são comuns feições de dolinamentos e significativa a ocorrência de cavidades. Solos mais espessos formam-se neste domínio, configurando ambientes contíguos às serras amplamente favoráveis à agricultura.

- *Unidade Geoambiental das Colinas Convexas e Feições Rochosas*

Entre o limite oeste, marcado pelo alinhamento serrano Norte-Sul do Espinhaço-Chapada Diamantina e a leste pelos depósitos sedimentares Cenozóicos que caracterizam as Planícies Litorâneas e os Tabuleiros Costeiros, igualmente alinhados no mesmo sentido, ocorre um grande compartimento onde as rochas cristalinas em suas diferentes fácies mostram-se amplamente dominantes.

Esta macro-unidade encontra-se compartimentada em segmentos planálticos diversos separados por depressões estruturais.

De forma geral, apesar da heterogeneidade desta macro-unidade geomorfológica, a mesma pode ser entendida como uma unidade geoambiental em função da relativa semelhança entre os processos morfodinâmicos e pedogenéticos predominantes na maior parte da área, como também pela forma de uso que nestas se impõe.

Ao contrário da relativa uniformidade climática observada ao longo da área do domínio costeiro, a porção central da Região Hidrográfica estudada, onde o embasamento cristalino aparece com o substrato predominante, a distribuição da precipitação mostra uma redução de seu volume no sentido leste para oeste. Apesar da certa uniformidade litológica, a vigência de climas úmidos mais a leste e semi-áridos a oeste nesta porção de estudo, condiciona o surgimento de solos e de formações vegetais distintas, favorecendo, então, a presença de paisagens com aspectos diferenciados. Neste caso é marcante a mudança da paisagem observada a partir dos domínios da Bacia do Rio Paraguaçu. Nesta, a presença de um clima mais seco não favorece os processos intempéricos.

Por tal razão, nesta porção da área de estudo, onde a caatinga surge dominante, os solos são comumente rasos e são freqüentes áreas onde amplos lajedos marcam a paisagem.

Como aspecto de certa uniformidade da área, pode-se citar a natureza dos processos de evolução morfodinâmica decorrentes do intemperismo que operam sobre as rochas do embasamento nos domínios cujo clima apresenta nuances tipicamente tropicais. O resultado é, quase sempre, a formação de um relevo colinoso, amplamente dissecado, a formação de solos evoluídos profundos a muito profundos, presença de pontões rochosos proeminentes herdados do encaixamento de drenagens e acentuação da dinâmica erosiva em decorrência de eventos tectônicos.

É importante salientar que nesta Unidade Geoambiental é possível observar a ocorrência de variações pluviométricas ao longo de uma mesma Bacia hidrográfica de maneira muito marcante. Em bacias como dos rios Jequitinhonha, Paraguaçu de Contas entre outros, os índices pluviométricos chegam a manifestar diferenças em segmentos relativamente próximos que superam 50%.

Esta variação pluviométrica favorece, então, a ocorrência de argissolos em área de menor precipitação e a formação de espessas coberturas latossólicas em áreas onde as chuvas ocorrem em maior volume. Necessariamente a natureza das coberturas superficiais e a morfologia dos terrenos interferem nos processos morfopedogenéticos.

A variação pedológica nesta porção da região hidrográfica estudada é correlata à distribuição das ecorregiões na área de estudo. A Caatinga e as florestas secas ocorrem nos domínios onde os Argissolos são os solos de maior ocorrência. As florestas estacionais, por sua vez, dominam as áreas onde o Latossolo é a classe de solo preponderante.

Neste domínio, os aqüíferos fraturados (fissural), constituídos por rochas duras são dominantes. Os espaços planares na matriz rochosa originam-se por processos de esforço em litotipos com características geotécnicas rúpteis. Predomina a permeabilidade secundária (descontinuidade do corpo rochoso) sobre a permeabilidade primária.

Nas áreas de clima tropical típico, a convexização dos terrenos é plena. As colinas de altitudes relativamente uniformes encontram-se isoladas por pequenos e estreitos cursos de água, organizados numa estrutura de drenagem de padrão dendrítico e com cursos de água quase sempre perenes. Nestas áreas, o relevo mostra-se então muito enrugado, favorecendo a ação da morfogênese, potencializada pela inadequada utilização dos solos.

Em função da dominância de paisagens antropogênicas, muitos perímetros dentro da área em análise são produtores de sedimentos em níveis que se destacam frente à média nacional.

Essa dinâmica tem resultado numa cadeia de alterações ambientais importantes, envolvendo as áreas fontes como também as depositárias do material mobilizado.

As áreas fontes mostram-se, em muitos locais, com baixíssima capacidade de suporte para a prática da pecuária. Fato este decorrente da gradativa e já consolidada perda dos horizontes superficiais, a compactação do substrato, a redução dos estoques de água que aportam aos aqüíferos e conseqüente comprometimento do comportamento hidrológico dos cursos de água, em particular, daqueles de ordem mais baixa e o assoreamento das calhas fluviais, favorecendo a colmatação de vales que passam a ter escoamento fluvial de forma difusa em meio aos espessos pacotes sedimentares.

As características assinaladas encontram-se amplamente disseminadas na porção dos terrenos que compõem o Alto e Médio Curso dos rios São Mateus e Mucuri como também nas porções intermediárias compreendidas entre as serras de oeste e os tabuleiros costeiros de leste das demais bacias posicionadas a norte dos referidos cursos de água.

A diminuição da cobertura florestal nativa foi um dos principais fatores de mudanças nos componentes do ciclo hidrológico nas regiões estudadas. Tal ação resultou na alteração das condições de interceptação das águas de chuva, prejudicando a redistribuição espacial da água sobre o terreno e a retenção de água pelas raízes por mais tempo na região. Por outro lado, a erosão e degradação do solo, resultantes da redução e remoção de formações florestais, desagregou a estrutura superficial do solo, propiciou o selamento de seus poros, diminuindo a infiltração, reduzindo a recarga dos lençóis subterrâneos, em detrimento do escoamento superficial, potencializando aumentos de vazões na estação chuvosa e redução durante períodos de estiagem.

• *Unidade Geoambiental da Planície Litorânea e Tabuleiros Costeiros*

Marcando o limite leste da região hidrográfica em estudo ocorre orientada ao longo de toda a linha da costa a unidade denominada genericamente de Planície Litorânea e Tabuleiros Costeiros. Trata-se, de fato de uma unidade geomorfológica conhecida como Litoral com Tabuleiros Costeiros visto que esta incorpora áreas niveladas à linha da costa como também depósitos terciários que podem superar a 100 metros de altitude em relação ao nível do mar, sujeitos a processos morfogenéticos os mais diversos.

Esta unidade geomorfológica pode ser considerada uma Unidade Geoambiental por apresentar uma identidade que resulta da estreita relação de um conjunto de variáveis de ordem física que refletem na organização das diferentes paisagens naturais e antrópicas que sobre esta se estruturaram.

A Unidade Geoambiental do Litoral com Tabuleiros Costeiros encontra-se modelada em sedimentos terciários. Caracteriza-se por apresentar um relevo predominantemente plano de discreta dissecação e porta solos profundos e bem estruturados que funcionam como bons aqüíferos porosos. Ademais, esta correlação de atributos de base física encontra-se sujeita à ação de climas úmidos a superúmidos, conferindo a este domínio uma uniformidade botânica pretérita rompida com a ação antrópica.

Em escala de abrangência mais localizada, a heterogeneidade fitogeográfica cede espaço à de restingas, manguezais e outros ecossistemas costeiros que serão caracterizados oportunamente.

Esta Unidade Geoambiental mostra uma variação na espessura dos pacotes sedimentares inconsolidados, ora encobrindo rochas areníticas ora cristalinas que podem ser visualizadas nas extensas linhas de falésias que ocorrem em diferentes segmentos ao longo da Região Hidrográfica Atlântico Leste. Apesar do predomínio das áreas planas na região estudada, a morfologia costeira é muito heterogênea, condicionando, inclusive, a ocorrência de ecossistemas igualmente diversificados.

Nesta Unidade, o risco de erosão foi considerado como muito baixo já que as condições topográficas mostram-se amplamente favoráveis ao desenvolvimento dos processos pedogenéticos. Os baixos gradientes topográficos e as espessas coberturas pedológicas favorecem a estabilidade nestes terrenos. No entanto, por se tratar de terrenos onde o manto de alteração mostra-se friável, a conformação de taludes muito inclinados como os que se observa em corriqueiros cortes de estradas rodoviárias, pode resultar na consolidação de feições marcadas por elevada instabilidade erosiva.

A acelerada alteração morfológica registrada em estuários e o solapamento basal das falésias conferem à linha da costa o desenvolvimento de processos morfodinâmicos intensos.

Importantes também são os processos erosivos de natureza eólica que ocorrem em áreas de menores dimensões, já sobre os platôs ou tabuleiros posicionados mais próximos do oceano. Esta dinâmica erosiva resulta da remoção da vegetação florestal e na exposição do substrato que gradativamente é evidenciado em decorrência da perda do ***solum*** que sobre este até então existia.

Em alguns locais, ao longo da linha da costa, a floresta encontra-se desenvolvida sobre solos de natureza arenosa ou de paleodunas, facilmente mobilizáveis quando expostos à ação dos ventos.

Em algumas porções da costa estudada, como na região de Ilhéus e norte do Espírito Santo, os depósitos sedimentares são substituídos por rochas do embasamento cristalino sobre a qual se encontram desenvolvidas formas colinosas envolvidas por Neossolos e Latossolos cobertos por uma densa floresta ombrófila que, por sua vez, encobre a maior área de plantio de cacau da Bahia.

Conforme Mendes (1987), os "***Tabuleiros Costeiros coincidem com os sedimentos cenozóicos do Grupo Barreiras, constituídas de areias e argilas variegadas com eventuais linhas de pedra, dispostas em camadas com espessura variada de conformidade com as ondulações do substrato rochoso, que ocasionalmente afloram influenciando nas formas do modelado".***

Praticamente todos os rios da Região Hidrográfica Atlântico Leste seccionam esta unidade geoambiental. Alguns rios como o Buranhém e Jucuruçú, possuem vales largos e profundos, com talvegues chatos preenchidos por aluviões, onde os cursos divagam formando meandros.

Esses vales constituem planícies aluviais localmente res-

saltados por lagoas, braços mortos de rios e estuários afogados, resultantes do trabalho de erosão realizado em função de um nível de base oscilante que atingiu posição mais baixa numa fase precedente à atual. (MENDES, 1987).

As feições parcialmente conservadas encontram-se sobretudo na parte sul da unidade, caracterizando-se por amplos interflúvios tabulares, geralmente entalhados por vales estruturais profundos marginalmente escarpados, a exceção do setor próximo à cidade de Caravelas (BA), onde os vales são menos escavados.

A transição dos Tabuleiros para o litoral dá-se de forma gradual ou abrupta. Após este, inicia-se Complexos Deltáicos, Estuarinos e Praias.

Conforme assinalado anteriormente, a floresta original que cobria a área de estudo contribuiu para a proteção dos solos das ações pluviais, intensificando a componente vertical pelo aprofundamento gradativo do manto de alteração.

Nas porções baixas das bacias da região Hidrográfica Atlântico Leste, a exemplo do que se observa na Bacia do rio Itaúnas, ***"o relevo plano a suavemente ondulado facilita a mecanização, possibilitando o desenvolvimento de agricultura rentável mesmo em solos pobres, transferindo o que era uma dependência às condições naturais e originais para a racionalidade empresarial dos gastos em manejo e transferência de tecnologia. As áreas críticas ocorrem nas encostas e bordas dos vales que acompanham os principais canais de drenagens e, secundariamente, nas áreas de argissolos de ocorrência em terrenos fortemente ondulados e montanhosos, que possuem alta susceptibilidade a processos erosivos"*** (Comitê do Rio Itaúnas).

Quadro 3 – Unidades Geoambientais Individualizadas na Região Hidrográfica Atlântico Leste

Unidades Geoambientais	Litologias Ocorrentes	Morfologias e morfodinâmica	Solos	Observações
Unidade Geoambiental do Alinhamento Serrano de Oeste	Quartzitos, arenitos	Serras em cristas e topos planos depressões coluviais embutidas	Coberturas superficiais pedregosas, Neossolos e afloramentos de rocha	Área de nascentes e drenagens de ordem inferior, erosão incipiente, aqüífero fraturado; Ocupação rarefeita
	Rochas Carbonáticas e pelíticas no entorno	Feições de dissolução (dolinas e cavidades)	Latossolos e Argissolos	Risco de contaminação de aqüífero por percolação, incipiente rede de drenagem superficial; Suporte das atividades agropecuárias
Unidade Geoambiental das Colinas Convexas e Feições Rochosas	Granito-gnaisse	Depressões escalonadas, lajedos e pontões rochosos	Latossolo, Cambissolo, Planossolos	Morfodinâmica ativa, erosão e movimentos de massa em proporções significativas, intenso uso do solo pela pecuária; Aqüífero fissurado
Unidade Geoambiental da Planície Litorânea e Tabuleiros Costeiros	Sedimentos Terciários e Quaternários, granito-gnaisse	Formas aplainadas estáveis (tabuleiros), formas deposicionais dinâmicas (dunas, praias e restingas)	Latossolos, Argissolos e Neossolos	Sujeitos a instabilidade quando submetidas ao uso antrópico inadequado; Aqüífero superficial de larga abrangência espacial

O Quadro 3 apresenta as unidades geoambientais individualizadas na Região Hidrográfica Atlântico Leste.

• *Áreas Suscetíveis à Desertificação*

A existência na Região Hidrográfica Atlântico Leste de uma área expressiva dominada por um padrão climático do tipo semi-árido demanda uma abordagem referente a tal questão visto a singularidade que este imprime aos domínios de sua ocorrência. Esta existência resulta na composição de uma paisagem geográfica bastante difundida no Brasil. Praticamente, em muitas regiões brasileiras, o cenário típico do domínio semi-árido ainda é difundido como a plena realidade de todo o Nordeste brasileiro.

Pouco se apresenta em termos de sua área efetiva de abrangência e menos ainda sobre as diferenças de intensidade de manifestação da influência do clima semi-árido na região, bem como as diferentes realidades que se apresentam em sua área de ocorrência.

Atualmente, pouco se expressa na literatura ou nos meios de comunicação a presença de outros domínios geográficos com índices pluviométricos reduzidos, existentes de forma descontínua ao nordeste brasileiro.

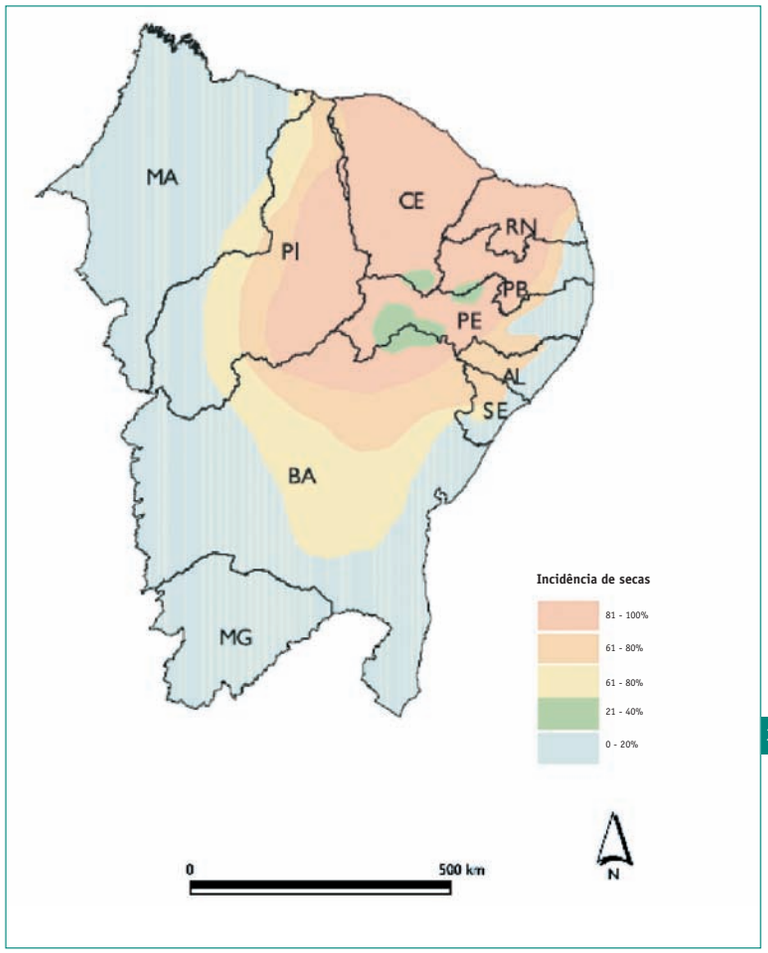
De toda forma, apesar de não se mostrar exclusivamente associado ao domínio semi-árido, muitos estudos mostram a vinculação deste com o processo de desertificação.

O relatório produzido no âmbito do Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAN Brasil (SRH, 2004), mostra que os processos de desertificação nos espaços semi-áridos brasileiros foram formalmente identificados nos anos 1970.

Segundo o referido relatório, *"as áreas semi-áridas do Nordeste adquiriram notoriedade devido à ocorrência de secas e à relativa escassez de recursos naturais. Por se tratar de espaço densamente povoado, têm se notabilizado também por seu elevado grau de pobreza"*.

Atualmente, muitas são as iniciativas voltadas para a mitigação dos efeitos da seca nas diferentes áreas onde se manifesta. De toda forma, é notável que a eficiência de tais ações são variáveis entre os diferentes estados da União bem como a partir da posição geográfica onde tais domínios encontram-se localizados.

Na Região Hidrográfica Atlântico Leste, o índice de ocorrência de secas, conforme mostra a Figura 4, mostra-se



Fonte: Carvalho (1973) *apud* SRH (2004)

Figura 4 – Áreas de Incidência de Secas no Nordeste

mais significativo apenas na sua porção mais setentrional, em áreas drenadas pelas bacias hidrográficas dos rios Vaza-Barris e Itapicuru.

Na porção superior de tais bacias, a probabilidade de incidência de secas concentra entre 61 e 80%. No restante das áreas drenadas pelas demais bacias hidrográficas este percentual encontra-se concentrado na faixa de 41 a 60%. Esta situação caracteriza a porção superior de todas as demais bacias hidrográficas localizadas no território baiano, como as dos rios de Contas e Paraguaçu.

Conforme mostra o relatório PAN-Brasil, no domínio da região hidrográfica ora em estudo, encontram-se espaços climaticamente caracterizados como semi-úmidos secos, como é o caso de por-

ções das bacias dos rios Mucuri, São Mateus e Itaúnas, extrapolando os limites do Estado de Minas Gerais e abrangendo terras do Espírito Santo. Nestas áreas, encontram-se também em evidência, formas de uso da terra cuja magnitude da degradação registrada sugere possibilidade de enquadramento no conceito de ambientes em processo de desertificação.

Considerando os conceitos adotados pelo PAN-Brasil, a área de estudo do presente documento agrega áreas semi-

Figura 5 – Influência da Tipologia nos domínios afetados pela desertificação

áridas e áreas subúmidas secas, bem como as chamadas áreas de entorno, conforme limites apresentados na Figura 5.

As áreas semi-áridas e as áreas subúmidas secas são, segundo os conceitos adotados, domínios afetados ou ameaçados pela desertificação.

Conforme o relatório PAN-Brasil 2004, podem ser denominadas *"em uma extensão reduzida, como áreas afetadas ou suscetíveis a processos de desertificação. Os efeitos desses processos têm sido potencializados pelo manejo inadequado dos recursos naturais, associados ou não à pobreza. Agricultores e pequenos criadores, dotados de pequenas posses materiais, podem chegar a contribuir para o avanço da desertificação quando levam ao limite a utilização dos escassos recursos que mobilizam para produzir seu sustento"*.

É importante ressaltar que em algumas porções da área de estudo, a estrutura fundiária revela-se mais concentrada, porém, na maioria das vezes, a forma de uso da terra resulta em comprometimento dos recursos naturais de forma similar à referida anteriormente.

Na Região Hidrográfica Atlântico Leste, as áreas tipicamente semi-áridas ocorrem, preferencialmente na sua porção extremo oeste, posicionadas já no limite com o conjunto das terras elevadas que compõem a serra do Espinhaço, expandindo-se a partir do seu limite setentrional para terras da Bahia e de Sergipe. O domínio das áreas subúmidas secas, por sua vez, já se expandem em direção a leste, aproximando-se de ambientes tipicamente litorâneos.

Em Minas Gerais, parte das terras drenadas pelos rios Jequitinhonha e Pardo integram tal domínio.

As áreas de entorno representam domínios espaciais posicionados nas proximidades dos perímetros reconhecidos como semi-árido ou subúmido seco que se encontram afetados por processo de degradação ambiental semelhante aos observados nestes.

Neste domínio, a precipitação pode superar os 800 mm anuais, volume adotado como critério para delimitação do perímetro de abrangência da Região Semi-Árida do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste-FNE.

Neste caso, encontram reconhecidas como áreas de entorno, segundo SRH (2004), porções de terras drenadas pelas bacias do Mucuri, São Mateus e Itaúnas, além de porções do Recôncavo 02 e pequenas áreas que marcam a transição do domínio subúmido seco para ambientes de influência notadamente litorânea.

É importante ressaltar que áreas cuja pressão sobre o uso do solo alcançou dimensões de alta resistasia, não são exclusividade de domínios climáticos dotados de restrição pluviométrica. Tais áreas encontram-se presentes em domínios úmidos e mesmo ombrófilos e estão associados à forte interferência antrópica para estabelecimento de edificações para diferentes finalidades.

Nestas áreas, as condições de resiliência mostram-se muito baixas, devido à remoção completa da camada pedológica e exposição de mantos de alteração arenosos e/ou muito friáveis, facilmente mobilizados pelas águas de chuva.

Áreas desta natureza, ainda não devidamente mapeadas ou estudadas na Região Hidrográfica Atlântico Leste, representam o que está designado no PAN-Brasil 2004 (SRH, 2004) como núcleos de desertificação. Nestes locais, *"a vegetação recupera-se pouco ou não se recupera, mesmo nos períodos de chuva (...). Esses núcleos apresentam a tendência de se expandirem, em detrimento das áreas vizinhas"*.

4.2| Caracterização das Disponibilidades Hídricas

Para fins de análise, as disponibilidades hídricas serão definidas a partir da quantificação das águas superficiais e das águas subterrâneas. As águas superficiais referem-se às vazões naturais dos cursos de água e as regularizadas pelos reservatórios enquanto que as águas subterrâneas são aquelas disponíveis nos diversos tipos de aqüíferos e analisadas sob os aspectos de disponibilidades potencial e efetiva.

Utilizando o conceito de caracterização de disponibilidade hídrica superficial serão apresentados dados de precipitação média anual, precipitações médias mensais, vazões de referência média e de estiagem, evapotranspiração e vazão regularizada em cada unidade hidrográfica de referência.

No estudo de águas subterrâneas admitiu-se que a disponibilidade corresponde a 20% das reservas renováveis, desconsiderando as contribuições das reservas permanentes. A caracterização dos principais sistemas aqüíferos da região foi baseada no seu potencial hídrico, em termos de reserva e produtividade, da sua extensão e importância no abastecimento regional. Dessa forma, o estudo concentrou-se nos aqüíferos porosos situados nas bacias sedimentares.

Para o cálculo da disponibilidade hídrica de águas superficiais e subterrâneas na Região Hidrográfica Atlântico Leste e da demanda utilizou-se informações apresentadas no estudo feito pela Agência Nacional de Águas – ANA, Disponibilidade e Demandas de Recursos Hídricos no Brasil, 2005a. Esse estudo, cujo objetivo é o de manter atualizado o diagnóstico de oferta e demanda, em quantidade e qualidade, dos recursos hídricos do país, visa fornecer instrumentos à implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, uma das atribuições dessa Agência.

Precipitação média anual e média mensal

A precipitação média anual foi determinada a partir das Normais de Precipitação Total (Instituto Nacional de Meteorologia – INMET). O mapa de isoietas apresentado pela ANA foi elaborado para todo o país com base em 204 estações pluviométricas operadas pelo INMET. Dentro da área de estudo e entorno encontram-se 27 estações climatológicas, abrangendo o período entre 1961 e 1990. A Figura 6 apresenta as estações climatológicas localizadas na área de estudo.

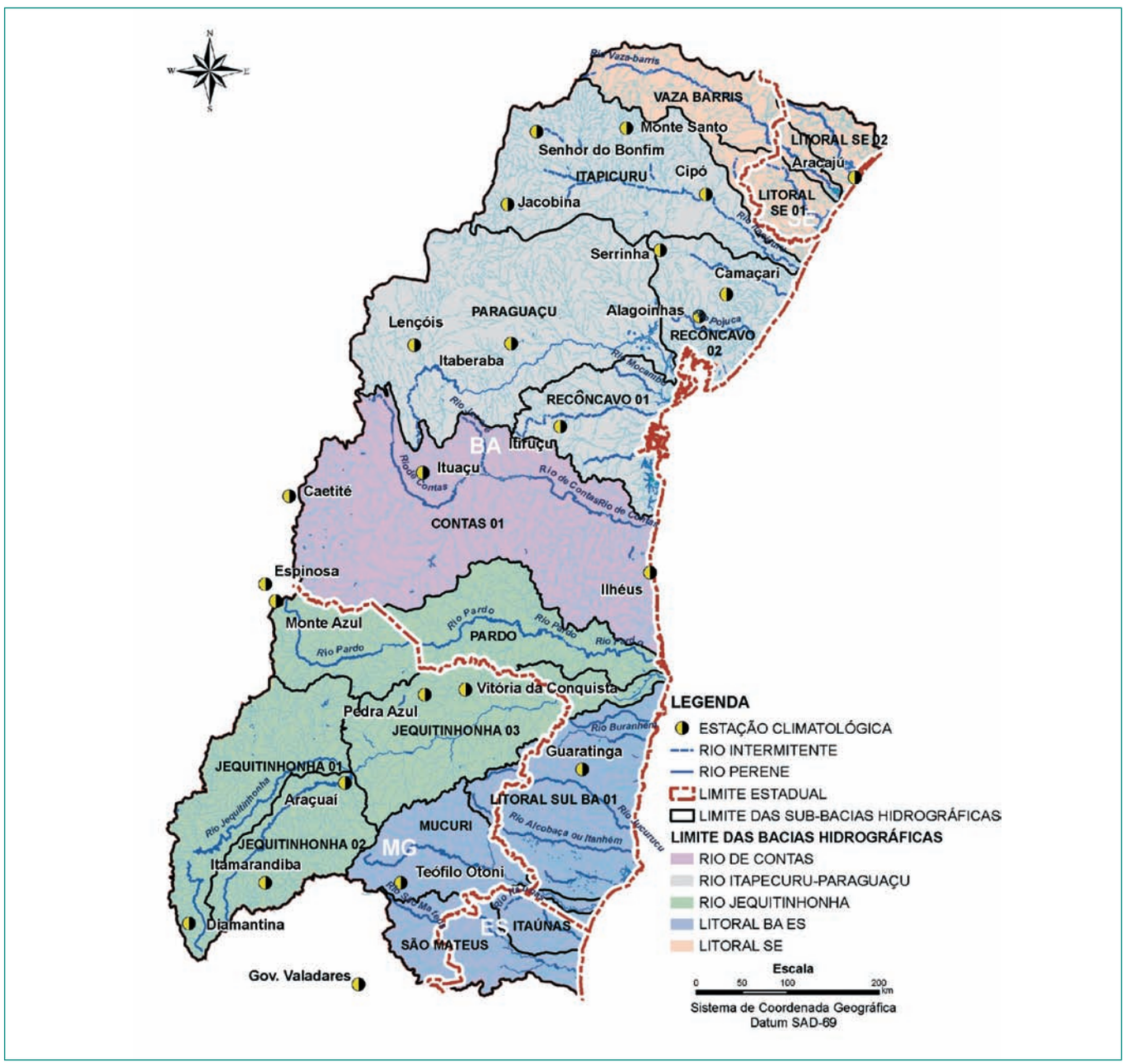
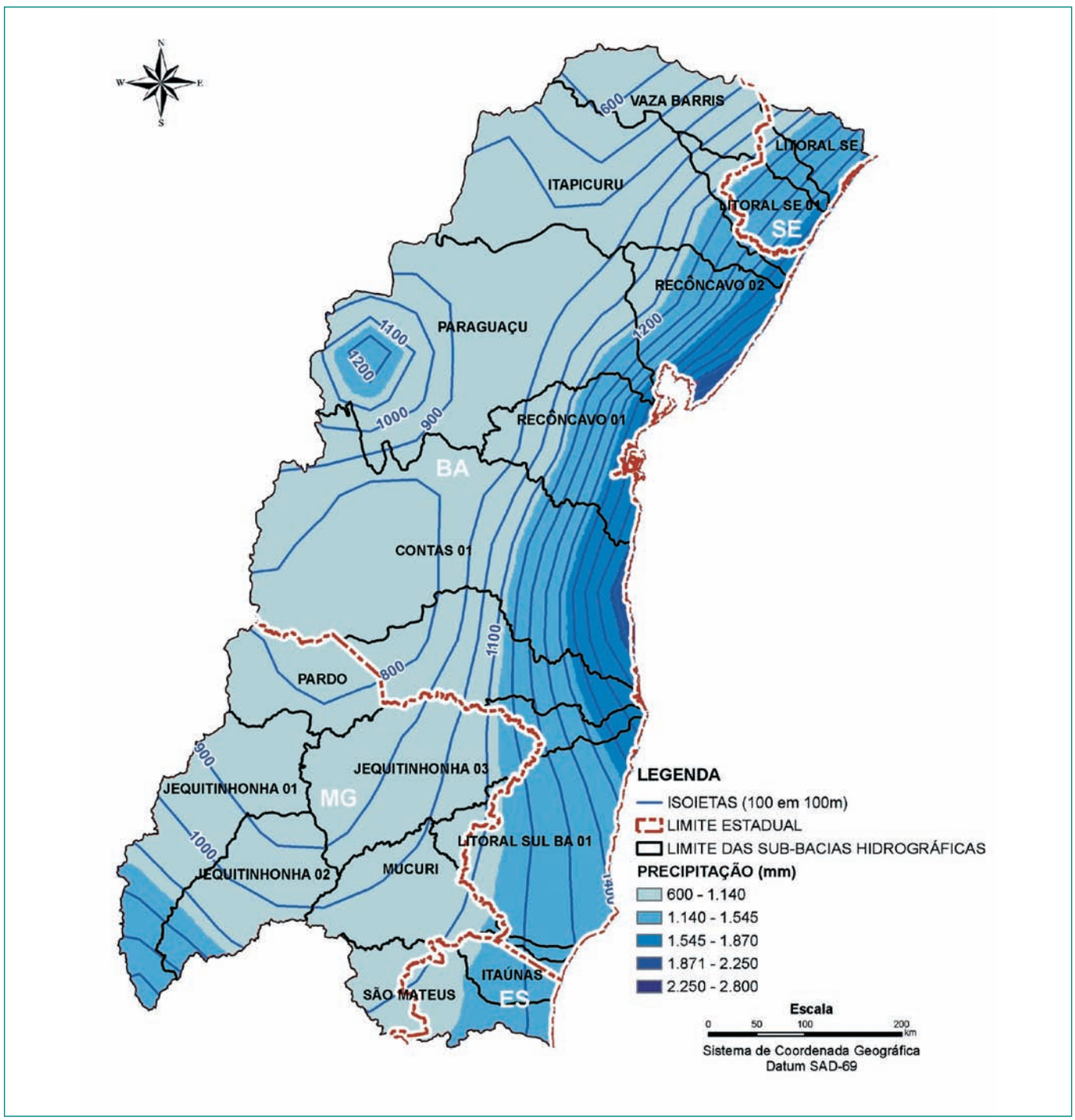


Figura 6 – Estações Climatológicas

A partir dos valores de precipitação média anual nas 27 estações climatológicas foi elaborada uma figura com as isoietas médias anuais para a Região Hidrográfica Atlântico Leste (Figura 7). Para estimativa da precipitação média anual nas unidades hidrográficas de referência e sistemas aqüíferos foi realizada a integração das isoietas em cada área de interesse. O Quadro 4 apresenta as precipitações médias anuais de cada unidade hidrológica bem como uma comparação com os valores estimados no estudo anterior feito pela ANA (2005a).



Fonte: ANA (2005a)

Figura 7 – Precipitação Média Anual

Quadro 4 – Precipitação Média Anual

Bacia Hidrográfica		Rio Principal	Precipitação média anual (mm)			
			Estimativa Regional		Estimativa Nacional	
Contas	Contas 01	Rio de Contas	1.103	1.103	1.021	1.021
Itapicuru-Paraguaçu	Itapicuru	Rio Itapicuru	921	1.093	950	1.032
	Paraguaçu	Rio Paraguaçu	1.048		1.073	
	Recôncavo 01	Jaguaribe, Juquiriça e das Almas	1.282		-	
	Recôncavo 02	Inhambupe	1.406		1.073	
Jequitinhonha	Jequitinhonha 01	Rio Jequitinhonha	1.016	1.011	1.017	1.055
	Jequitinhonha 02	Rio Araçaí	1.022		1.017	
	Jequitinhonha 03	Rio Jequitinhonha	987		1.017	
	Pardo	Rio Pardo	1.022		1.136	
Litoral BA ES	Itaúnas	Rio Itaúnas	1.200	1.182	1.175	1.196
	Litoral Sul BA 01	Buranhém, Jucuruçu, Itanhém	1.271		1.275	
	Mucuri	Rio Mucuri	1.070		1.059	
	São Mateus	Rio São Mateus	1.117		-	
Litoral SE	Litoral SE 01	Rio Real + Rio Piauí	1.271	1.173	950	950
	Litoral SE 02	Rio Sergipe	1.465		950	
	Vaza-Barris	Rio Vaza-Barris	1.015		950	
Precipitação média			**1.093**		**935**	

Fonte: ANA (2005a)

A comparação de valores mostra que o estudo anterior tinha como proposta apresentar um panorama nacional dos recursos hídricos e, portanto, observa-se no Quadro 4, que algumas regiões foram agrupadas, repetindo, portanto, o valor da precipitação. Com esse trabalho, pretende-se individualizar cada uma das unidades hidrográficas da região Atlântico Leste. Dessa forma, os resultados serão um pouco diferente mantendo a coerência com o que já tinha sido identificado.

A precipitação média anual registrada nessa região varia de 1.985 mm em Salvador a 835 mm anuais, na estação Senhor do Bonfim, Bacia do rio Paraguaçu. A evapotranspiração oscila entre 1.400 mm em Salvador e Aracaju a menos de 900 mm na Chapada Diamantina e planalto de Vitória da Conquista. Algumas porções, limítrofes à Região Hidrográfica do São Francisco, situam-se no Polígono das Secas, território sujeito a períodos críticos de prolongadas estiagens.

Além da grande variação espacial da chuva, é importante considerar a sazonalidade da precipitação. A Figura 8 apresenta os hietogramas de algumas estações climatológicas usadas no traçado das isoietas médias mensais enquanto as figuras 9 e 10 apresentam as isoietas médias mensais entre 1961 e 1990.

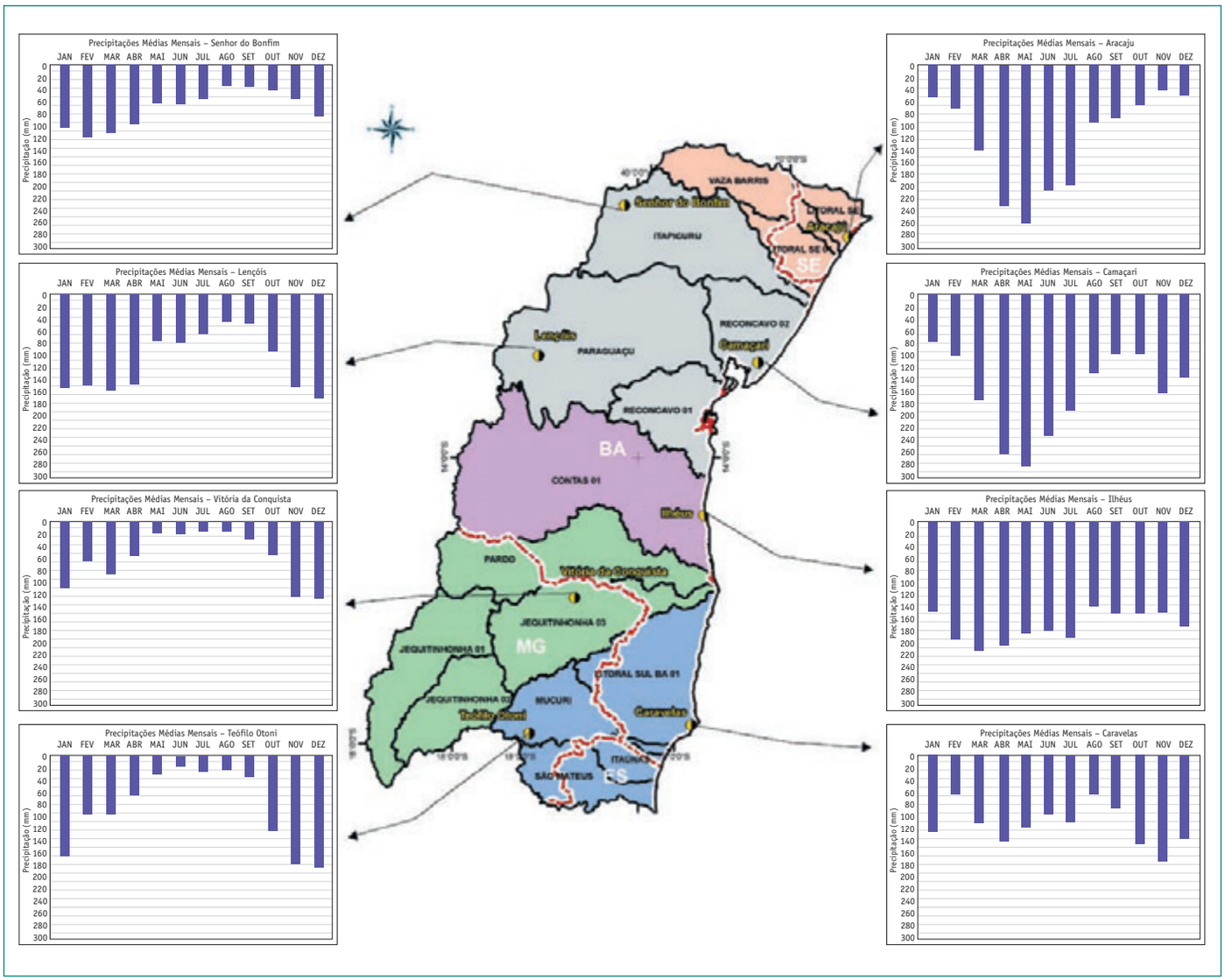


Figura 8 – Distribuição Mensal da Chuva nas Estações Climatológicas

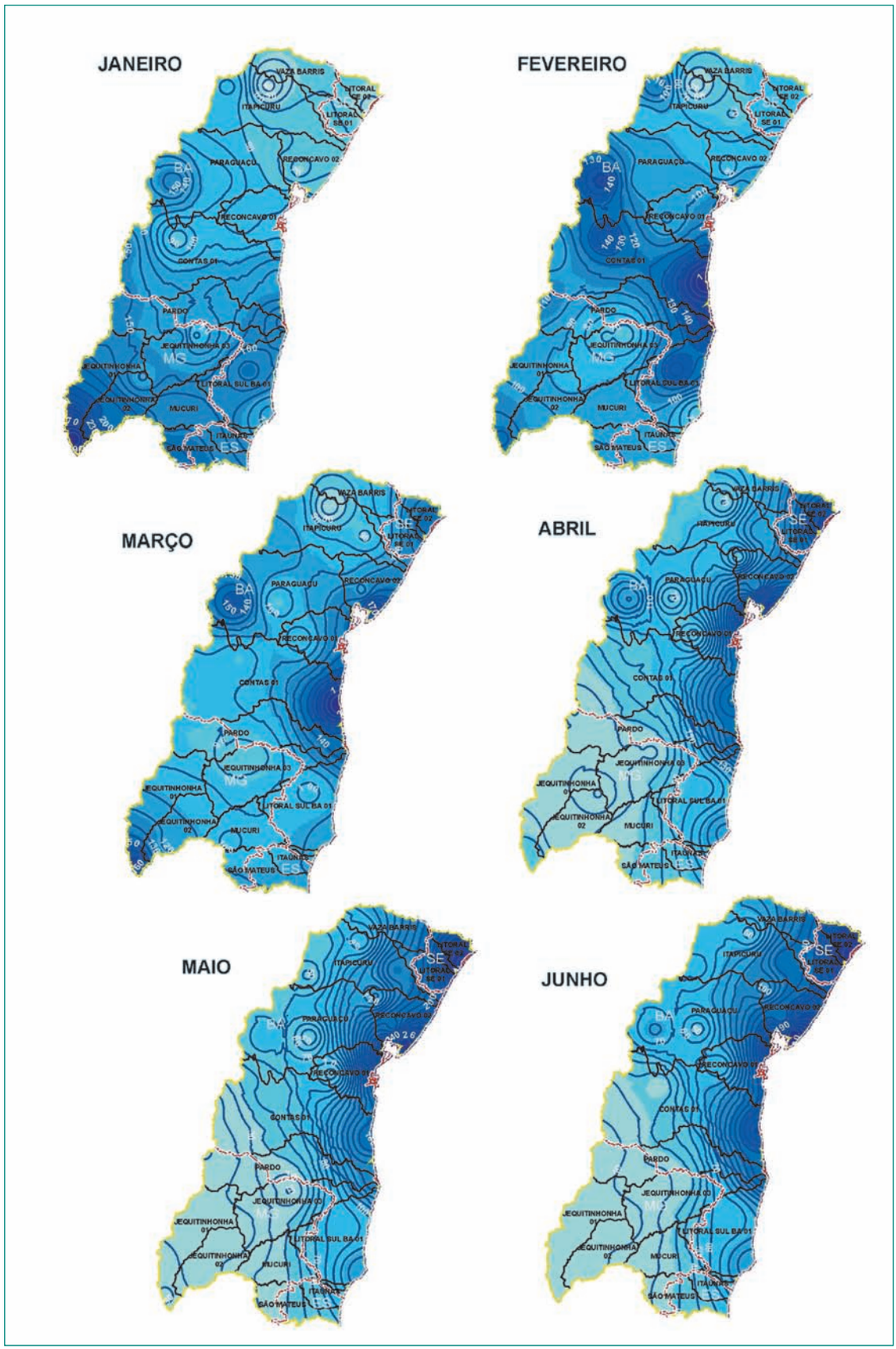


Figura 9 – Isoietas Médias Mensais na Região Hidrográfica Atlântico Leste – Janeiro a Junho

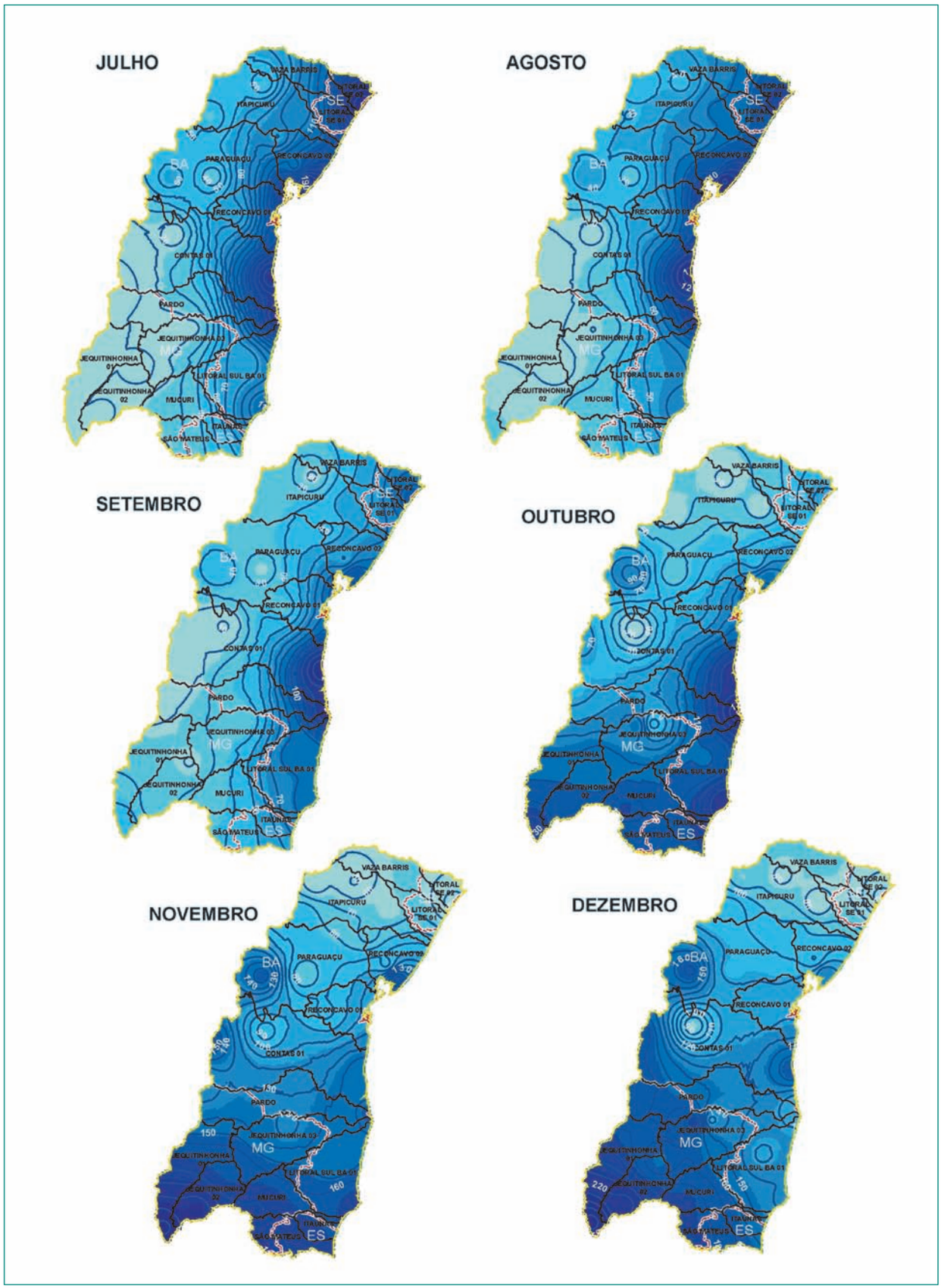


Figura 10 – Isoietas Médias Mensais na Região Hidrográfica Atlântico Leste – Julho a Dezembro

As chuvas são abundantes e regulares em toda a faixa próxima ao litoral como mostra os hietogramas das estações localizadas nessa faixa. Destaque deve ser dado à estação de Ilhéus que apresenta altos índices pluviométricos ao longo de todo o ano diferentemente das estações de Aracaju e Camaçari que concentram suas chuvas nos meses de março a julho. À medida que se afasta da costa, as precipitações tendem a diminuir e a se concentrarem mais nos meses de novembro a abril. As estações no centro da região, Teófilo Otoni e Vitória da Conquista, apresentam distribuições de chuva similares às do lado oeste da região de estudo, entretanto com índices pluviométricos menores.

Disponibilidade de Águas Superficiais

Vazões médias e de estiagem

Para caracterização das disponibilidades hídricas na região de estudo, utilizou-se como parâmetro de representação a vazão natural média, definida pela média das vazões de todo o período da série disponível, e as vazões de estiagem, representada pela vazão média diária que é igualada ou excedida em 95% do tempo – Q_{95}.

As vazões foram obtidas a partir de registros das estações fluviométricas que são operadas pela ANA, disponíveis no Sistema de Informações Hidrológicas e apresentadas no trabalho de disponibilidade e demanda (ANA, 2005a). Na metodologia usada nesse trabalho da ANA selecionou-se, para cada unidade hidrográfica de referência, a estação fluviométrica mais próxima à foz, com a série hidrológica mais extensa, preferencialmente superior a 15 anos de dados.

Para essa estação fluviométrica selecionada calculou-se a vazão média de longo termo (Q_m) definida pela média aritmética das vazões diárias de todo o período da série disponível e a vazão com permanência de 95% do tempo (Q_{95}) definida como sendo a vazão igualada ou excedida em 95% do tempo.

Ainda foram definidas para cada estação fluviométrica a vazão específica média – q_m – dada pela relação entre a vazão média e a área de drenagem e vazões de estiagem adimensionalizadas dadas por um coeficiente r_{95} igual à relação entre Q_{95} e Q_m.

Para cálculo da vazão média Q_m e da vazão de estiagem Q_{95} de cada unidade hidrográfica utilizou-se as seguintes expressões:

$$Q_m = A \times q_m$$

$$Q_{95} = Q_m \times r_{95}$$

onde: A é a área da unidade hidrográfica de referência.

Para determinação das disponibilidades hídricas superficiais nas 16 unidades hidrográficas considerou-se, a princípio, a vazão natural sem efeito de regularização uma vez que não existem grandes reservatórios nessa região. Entretanto, para os rios em que foi identificado esse efeito de regularização foi apresentado uma tabela informando a vazão regularizada conforme apresentado no item vazão regularizada.

Dessa forma, foram determinadas as disponibilidades para as 16 unidades hidrográficas. O Quadro 5 apresenta os valores adotados no trabalho de disponibilidade e demanda da ANA. Destaca-se nesse quadro que as vazões específicas das três unidades do Jequitinhonha são iguais, ocorrendo o

Quadro 5 – Disponibilidades Hídricas para as Unidades Hidrográficas da Região Hidrográfica Atlântico Leste

Bacia	Sub-bacia	Área (km²)	q_m (l/s/Km²)	q_{95} (l/s/Km²)	Qm (m³/s)	Q_{95} (m³/s)
Contas	Contas 01	64.933	2,32	0,30	150,6	19,5
Itapicuru-Paraguaçu	Itapicuru	35.691	1,12	0,13	40,0	4,6
	Paraguaçu	54.528	3,16	0,28	172,3	15,3
	Recôncavo 01	17.788	2,37	0,35	42,2	6,2
	Recôncavo 02	16.803	3,16	0,28	53,1	4,7
Jequitinhonha	Jequitinhonha 01	24.200	6,27	1,13	151,7	27,3
	Jequitinhonha 02	16.313	6,27	1,13	102,3	18,4
	Jequitinhonha 03	29.435	6,27	1,13	184,6	33,26
	Pardo	32.334	2,39	0,24	77,3	7,8
Litoral BA ES	Itaúnas	5.369	6,79	0,91	36,5	4,9
	Litoral Sul BA 01	28.330	9,05	2,69	256,4	76,2
	Mucuri	15.413	6,40	1,12	98,6	17,3
	São Mateus	13.480	6,80	0,91	91,7	12,3
Litoral SE	Litoral SE 01	9.449	1,12	0,13	10,6	1,2
	Litoral SE 02	5.702	1,12	0,13	6,4	0,7
	Vaza-Barris	16.324	1,12	0,13	18,3	2,1

Fonte: ANA (2005a)

mesmo para as unidades de Vaza-Barris e Sergipe.

De acordo com essa mesma metodologia usada no trabalho da ANA (2005a) e com a proposição de individualizar as 16 unidades hidrográficas, foram selecionadas, no presente estudo, estações fluviométricas dentro de cada unidade. O Quadro 6 apresenta as estações e os indicadores de disponibilidade calculados.

Quadro 6 – Disponibilidade Hídrica nas Estações Fluviométricas

Bacia	Sub-bacia	Área (km²)	Estação	Área (km²)	Q_m (m³/s)	Q_{95} (m³/s)	q_m (l/s/Km²)	q_{95} (l/s/Km²)	r_{95}
Contas	Contas 01	64.933	52 83 10 00	56.290	102,85	14,10	1,83	0,25	0,14
Itapicuru-Paraguaçu	Itapicuru	35.691	50 59 50 00	35.150	27,25	1,80	0,78	0,05	0,07
	Paraguaçu	54.528	51 49 00 00	53.866	130,43	3,44	2,42	0,06	0,03
	Recôncavo 01	17.788	51 68 50 00	5.970	15,80	3,07	2,65	0,51	0,19
	Recôncavo 02	16.803	50 66 00 00	4.140	11,70	1,91	2,83	0,46	0,16
Jequitinhonha	Jequitinhonha 01	24.200	54 20 00 00	23.981	194,00	29,60	8,09	1,23	0,15
	Jequitinhonha 02	16.313	54 50 00 00	16.230	97,71	20,70	6,02	1,28	0,21
	Jequitinhonha 03	69.948*	54 95 00 00	67.769	419,19	60,50	6,19	0,89	0,14
	Pardo	32.334	53 95 00 00	30.360	76,57	12,60	2,52	0,42	0,16
Litoral BA ES	Itaúnas**	5.369	-	-	-	-	-	-	
	Litoral Sul BA 01	28.330	55 49 00 00	5.084	36,36	10,60	7,15	2,08	0,29
	Mucuri	15.413	55 74 00 00	14.656	97,45	17,30	6,65	1,18	0,18
	São Mateus	13.480	55 97 00 00	11.973	83,09	4,82	6,94	0,40	0,06
Litoral SE	Litoral SE 01	9.449	50 29 00 00	4.320	13,34	0,60	3,09	0,14	0,04
	Litoral SE 02	5.702	50 08 00 00	1.960	4,33	0,10	2,21	0,05	0,02
	Vaza-Barris	16.324	50 19 10 00	15.740	11,61	0,90	0,74	0,06	0,08

* Incluídas as áreas das bacias do Jequitinhonha 1 e 2
** Não havia nenhuma estação representativa cujo período de dados permitisse uma análise confiável

Como a metodologia adotada é bastante simplista do ponto de vista hidrológico, fez-se uma comparação dos valores calculados nas estações com aqueles disponibilizados em outros estudos, como o Plano Estadual de Recursos Hídricos da Bahia (2004), Diagnóstico Preliminar da Bacia Hidrográfica do Rio Itaúnas no Espírito Santo (1997), Plano Diretor de Recursos Hídricos para os Vales do Jequitinhonha e Pardo (1997) e *"Water Resources Development in State of Sergipe"* (2000), e ainda com os valores calculados pela ANA na visão nacional.

Cada trabalho estadual analisado apresenta uma divisão de regiões homogêneas distinta conforme já mostrado no Quadro 2. Para efeito de comparação nas 16 bacias calculou-se a disponibilidade pela média das específicas de cada Sub-bacia. O Quadro 7 apresenta os valores de vazões dis-

Quadro 7 – Disponibilidade Hídrica nos Diversos Estudos Realizados para a Região Hidrográfica Atlântico Leste

Regiões Atlântico Leste		Bahia (2004)		Sergipe (2000)		Brasil (1997b)			Brasil (1997a)		
Nome	q_m (l/s/Km²)	Nome	q_m (l/s/Km²)	Nome	q_m (l/s/Km²)	Nome	q_m (l/s/Km²)	Estação de Ref.	Nome	q_m (l/s/Km²)	Estação de Ref.
Contas 01	2,32	Contas + Leste	2,50	-	-	-	-	-	-	-	-
Itapicuru	1,12	Itapicuru	0,76	-	-	-	-	-	-	-	-
Paraguaçu	3,16	Paraguaçu	2,10	-	-	-	-	-	-	-	-
Recôncavo 01	2,37	Recôncavo Sul	3,67	-	-	-	-	-	-	-	-
Recôncavo 02	3,16	Recôncavo Norte + Rio Inhambupe	2,09	-	-	-	-	-	-	-	-

(Continua)

Regiões	Atlântico Leste	Bahia (2004)		Sergipe (2000)		Brasil (1997b)			Brasil (1997a)		
Nome	q_m (l/s/Km²)	Nome	q_m (l/s/Km²)	Nome	q_m (l/s/Km²)	Nome	q_m (l/s/Km²)	Estação de Ref.	Nome	q_m (l/s/Km²)	Estação de Ref.
Jequitinho-nha 01	6,27	Jequitinho-nha	7,70	-	-	Jequiti-nhonha	8,33	54200000	-	-	-
Jequitinho-nha 02	6,27			-	-		7,54	54500000	-	-	-
Jequitinho-nha 03	6,27			-	-		6,21	54780000	-	-	-
Pardo	2,39	Pardo	2,14	-	-	Pardo	3,06	53950000	-	-	-
Itaúnas	6,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Litoral Sul BA 01	9,05	Extremo Sul	6,60	-	-	-	-	-	-	-	-
Mucuri	6,40			-	-	-	-	-	Mucuri	8,49	55699998
São Mateus	6,80	-	-	-	-	-	-	-	São Mateus	5,68	55960000
Litoral SE 01	1,12	Real	3,21	Piauí + Real	4,79	-	-	-	-	-	-
Litoral SE 02	1,12	-	-	Sergipe	2,97	-	-	-	-	-	-
Vaza-Barris	1,12	Vaza-Barris	0,77	Vaza-Barris	0,96	-	-	-	-	-	-

Fonte: Bahia (2004): Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Bahia; Sergipe (2000): *The Study on Water Resources Development in the State of Sergipe, Brazil*; Brasil (1997a): Diagnóstico Preliminar da Bacia Hidrográfica do Rio Itaúnas; Brasil (1997b): Diagnóstico Ambiental da Bacia dos rios Jequitinhonha e Pardo; PNRH (2005): Dados disponibilizados pela SRH para elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos.

ponibilizadas em cada um dos estudos referidos.

Comparações feitas entre vazões adotadas pela ANA (2005a) e outros estudos específicos para cada Estado, além de valores de disponibilidade obtidos nas estações (Quadro 6), mostram uma coerência nos valores de vazões médias para a maior parte das 16 sub-bacias. As exceções são para as unidades do Jequitinhonha e Sergipe que apresentam a mesma vazão específica para três unidades hidrológicas. Dessa forma, adotaram-se para essas bacias os valores calculados nas estações ou apresentados em outros estudos.

O Quadro 8 apresenta, por fim, as vazões médias de longo termo e de estiagem adotadas para cada uma das 16 sub-bacias da região de estudo. A vazão média de longo período na Região Hidrográfica Atlântico Leste como um todo, calculada a partir da média das específicas de cada Sub-bacia, é estimada em 1.504 m³/s, que não difere do valor já apresentado pela ANA como a média dessa região e que representa 0,9% da vazão de escoamento superficial observada no País. A vazão mínima (vazão com permanência de 95%) calculada a partir da média dos coeficientes r_{95} é de aproximadamente 208 m³/s. As maiores vazões específicas são observadas nos rios do extremo sul da Bahia (Rio Itanhém, com 9,1 l/s/Km²), seguido da unidade do alto Jequitinhonha (com 8,1 l/s/Km²) e rios Itaúnas, São Mateus e médio e baixo Jequitinhonha (com valores próximos a 6,5 l/s/Km²), enquanto as menores vazões ocorrem no Estado de Sergipe,

Quadro 8 – Disponibilidade Adotada

Bacia	Sub-bacia	Área (km²)	q_m (l/s/Km³)	q_{95} (l/s/Km³)	Q_m(m³/s)	Q_m(m³/s)	Q_{95} (m³/s)	Q_{95} (m³/s)	r_{95}
Contas	Contas 01	64.933	2,32	0,30	150,64	150,64	19,45	19,48	0,13
Itapicuru-Paraguaçu	Itapicuru	35.691	1,12	0,13	307,54	39,97	32,25	4,64	0,12
	Paraguaçu	54.528	3,16	0,28		172,31		15,27	0,09
	Recôncavo 01	17.788	2,37	0,35		42,16		6,23	0,15
	Recôncavo 02	16.803	3,16	0,28		53,10		4,70	0,09

(Continua)

Bacia	Sub-bacia	Área (km²)	q_m (l/s/Km³)	q_{95} (l/s/Km³)	Q_m (m³/s)	Q_m (m³/s)	Q_{95} (m³/s)	Q_{95} (m³/s)	r_{95}
Jequitinhonha	Jequitinhonha 01	24.200	8,09	1,23	515,85	195,78	79,95	29,87	0,15
	Jequitinhonha 02	16.313	6,27	1,13		102,28		18,43	0,18
	Jequitinhonha 03	29.435	6,27	1,13		438,57*		79,04*	0,18
	Pardo	32.334	2,39	0,24		77,28		7,76	0,10
Litoral BA ES	Itaúnas	5.369	6,79	0,91	483,15	36,46	105,30	4,89	0,13
	Litoral Sul BA 01	28.330	9,05	2,69		256,39		76,21	0,30
	Mucuri	15.413	6,40	1,12		98,64		17,26	0,18
	São Mateus	13.480	6,80	0,91		91,66		12,27	0,13
Litoral SE	Litoral SE 01	9.449	3,09	0,14	47,66	29,20	3,56	1,31	0,04
	Litoral SE 02	5.702	1,12	0,13		6,39		0,74	0,12
	Vaza-Barris	16.324	0,74	0,06		12,08		0,94	0,08

Fonte: ANA (2005a)
*Vazões acumuladas

onde os rios têm escoamento por vezes intermitente.

Observa-se, que as maiores vazões específicas não estão associadas às maiores áreas de drenagem e sim ao tipo de solo da Bacia e ao regime de chuvas. Em geral, as bacias hidrográficas localizadas sob formações sedimentares com maiores áreas de drenagem e/ou com regularidade das chuvas, apresentam vazões de estiagem entre 15 e 20% da vazão média. Por outro lado, as bacias localizadas em terrenos cristalinos, com regime de chuva irregular possuem vazões de estiagem muito baixas, em geral, inferiores a 10% da vazão média. O cálculo das vazões de estiagem foi baseado nos dados observados das estações fluviométricas e pode, portanto, estar influenciado pelas eventuais regularizações e usos consuntivos existentes.

O exame do Quadro 8 e da Figura 11 permite verificar que a Região Hidrográfica do Jequitinhonha detém 29% dos recursos hídricos superficiais. A segunda maior região, em termos de disponibilidade hídrica, é o litoral sul da Bahia, com 256,4 m³/s (17%), seguida da região do rio Paraguaçu com 172,3 m³/s (11%) e Contas 01, com 150,6 m³/s (10%). As bacias com menor vazão são, respectivamente: Litoral Sergipe 02, com 6,39 m³/s, Vaza-Barris, com 12,1

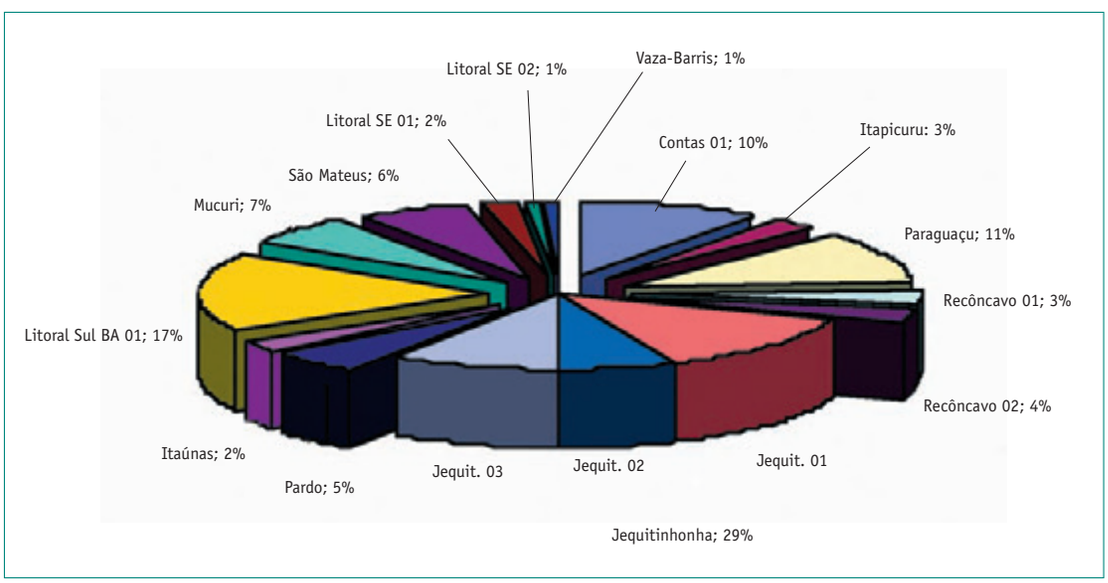


Figura 11 – Contribuição da Vazão Média nas Unidades Hidrográficas, em porcentagem

m³/s (1%); Litoral de Sergipe 01, com 29,2 m³/s (2%).

A Figura 12 mostra a contribuição média anual de cada região, em km³. A unidade hidrográfica Jequitinhonha contribui com 13,83 km³/ano, seguida do Litoral Sul da Bahia 01 que contribui com 8,09 km³/ano; seguida do Jequitinhonha 01 que contribui com 6,17 km³/ano, Paraguaçu com

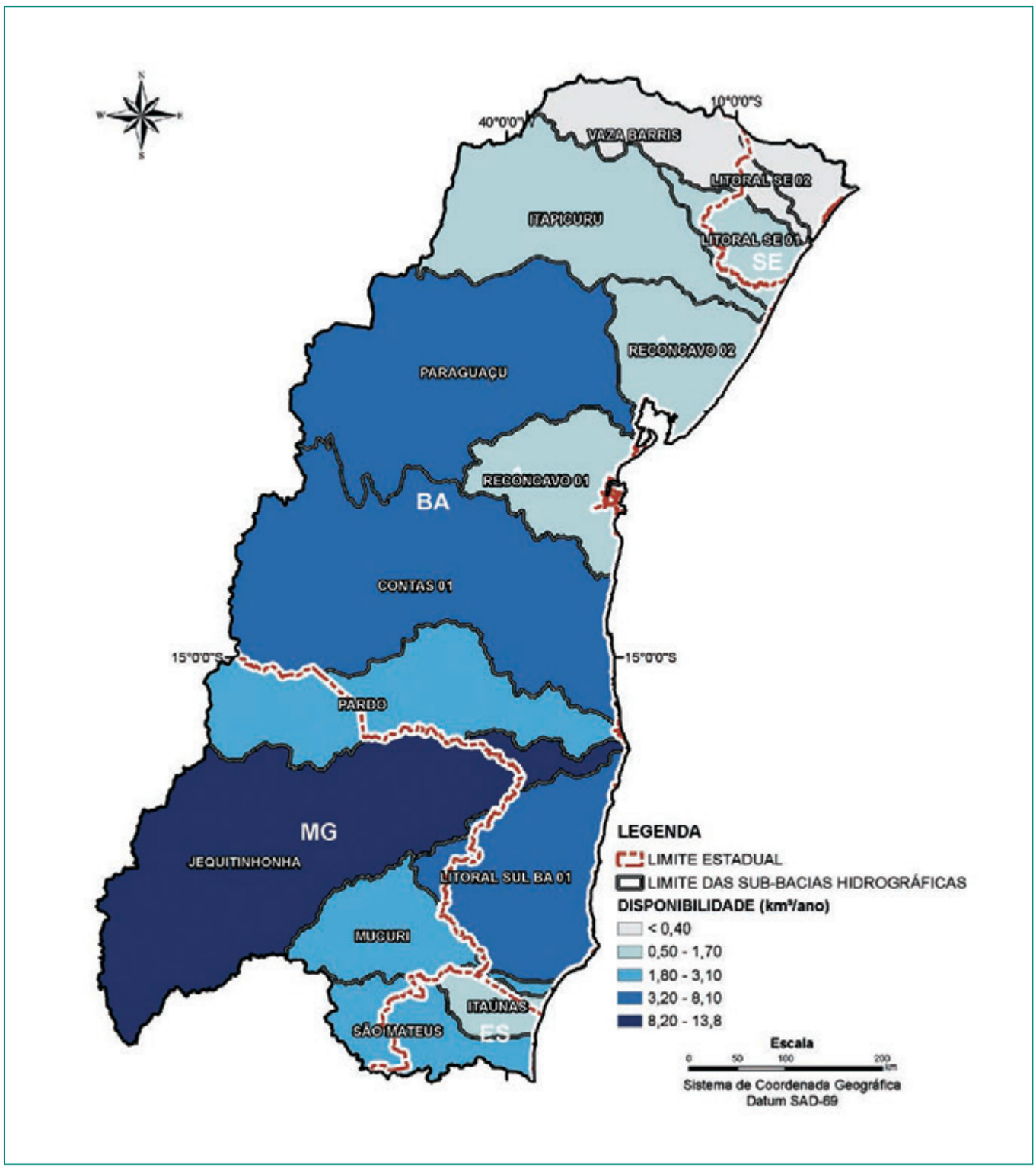


Figura 12 – Contribuição Média Anual

5,43 km³/ano e Contas 01 com 4,7 km³/ano.

As figuras 13 e 14 apresentam as disponibilidades hídricas em termos de vazões específicas médias e de estiagem nas 16 unidades hidrográficas. A vazão específica indica as regiões mais e menos produtoras de água. Na região do Atlântico Leste, a vazão específica varia de menos de 1 l l/s/Km², na Bacia do rio Vaza-Barris, até mais de 8 l/s/Km², no alto Jequitinhonha e Litoral Sul da Bahia, sendo a média regional igual a 3,90 l/s/Km². A baixa vazão específica observada na Sub-bacia do rio Vaza-Barris mostra uma relação bem próxima da produção de água

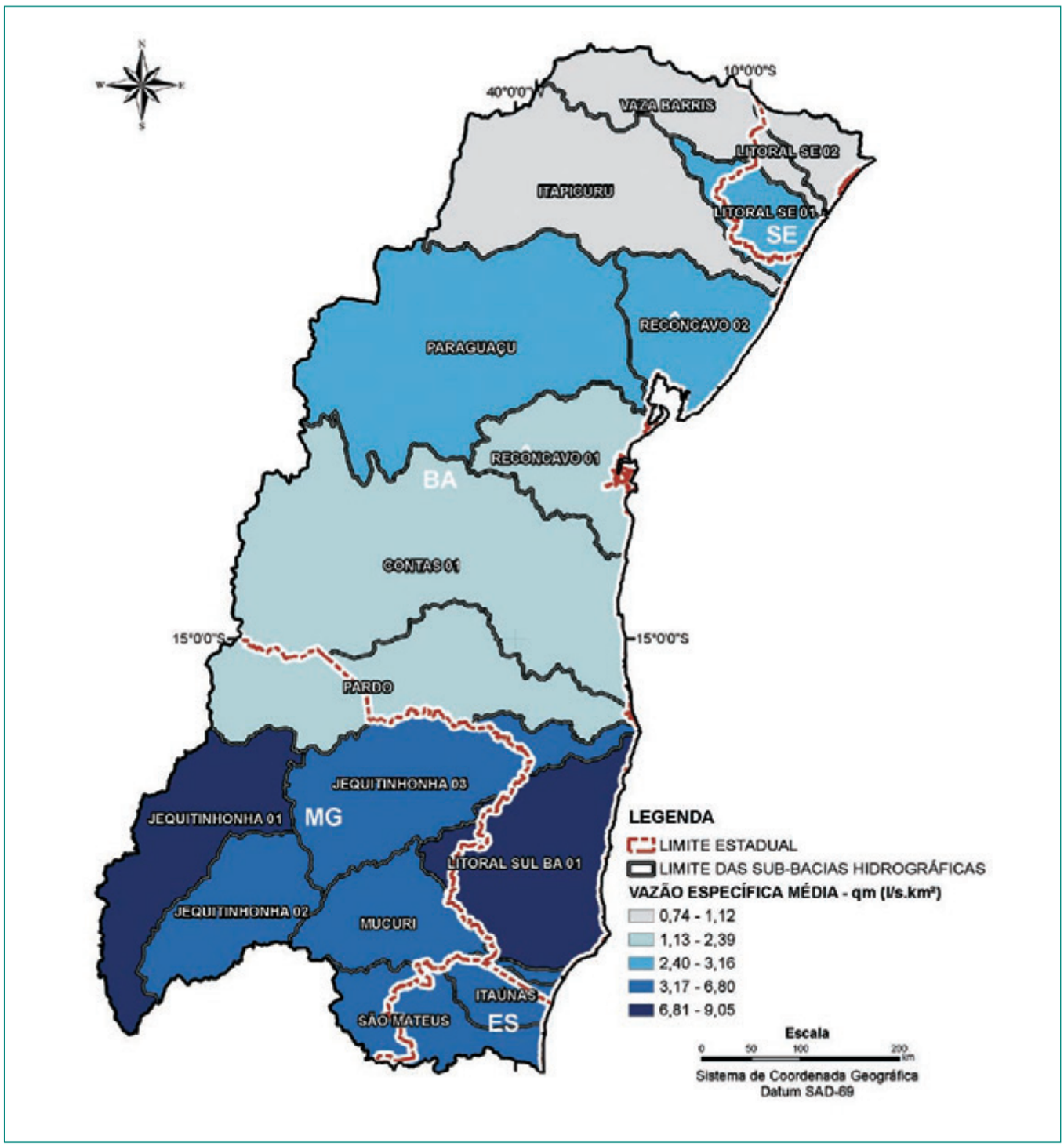


Figura 13 – Vazão Específica Média

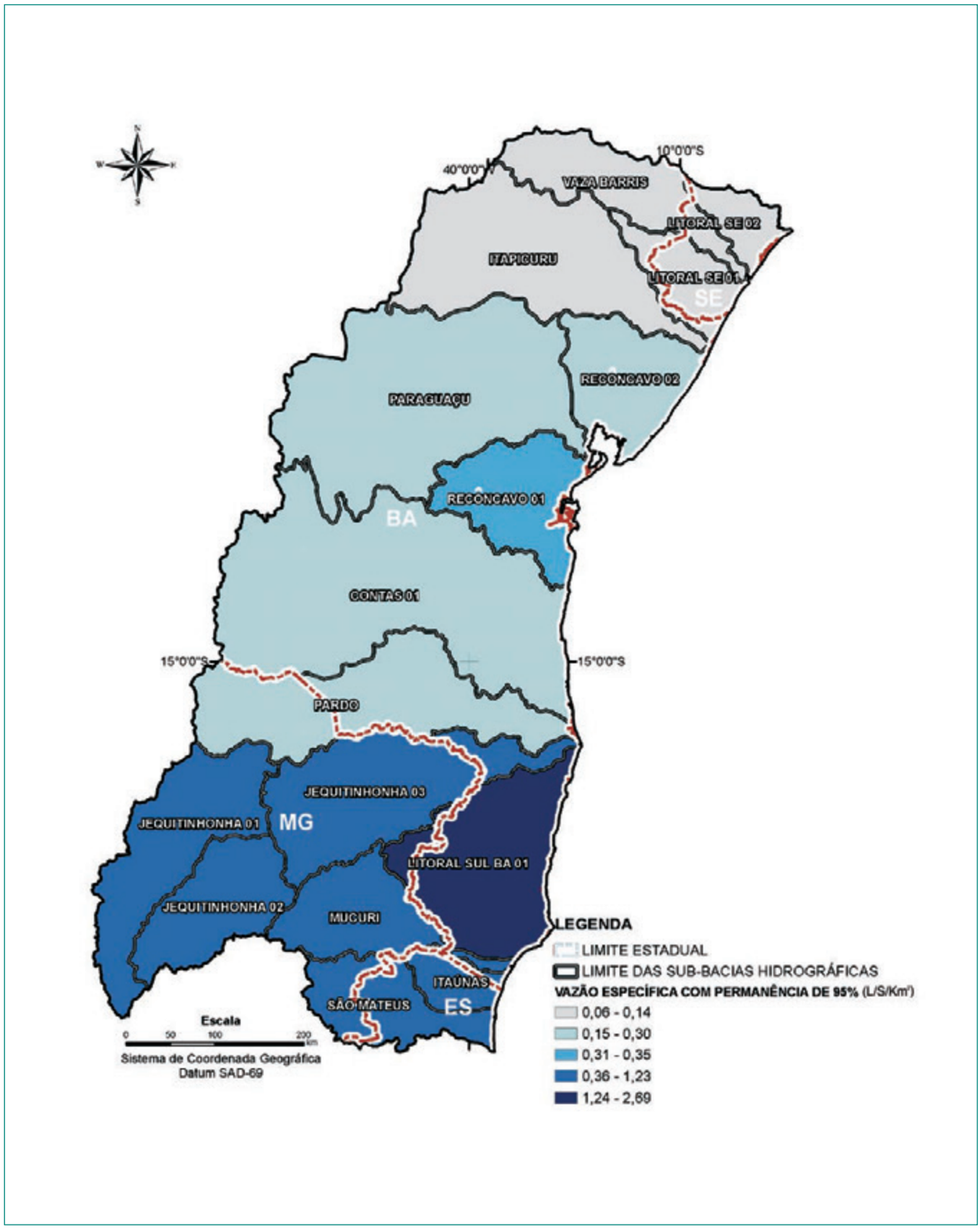


Figura 14 – Vazão Específica de Estiagem com Permanência de 95%

com o regime de chuvas e o tipo de clima identificado como semi-árido.

A Figura 15 mostra a produção de água em cada uma das unidades de análise. Conforme se observa, as bacias que estão localizadas mais ao sul da região de estudo são as que apresentam maiores disponibilidades hídricas, mais especificamente nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo e sul da Bahia.

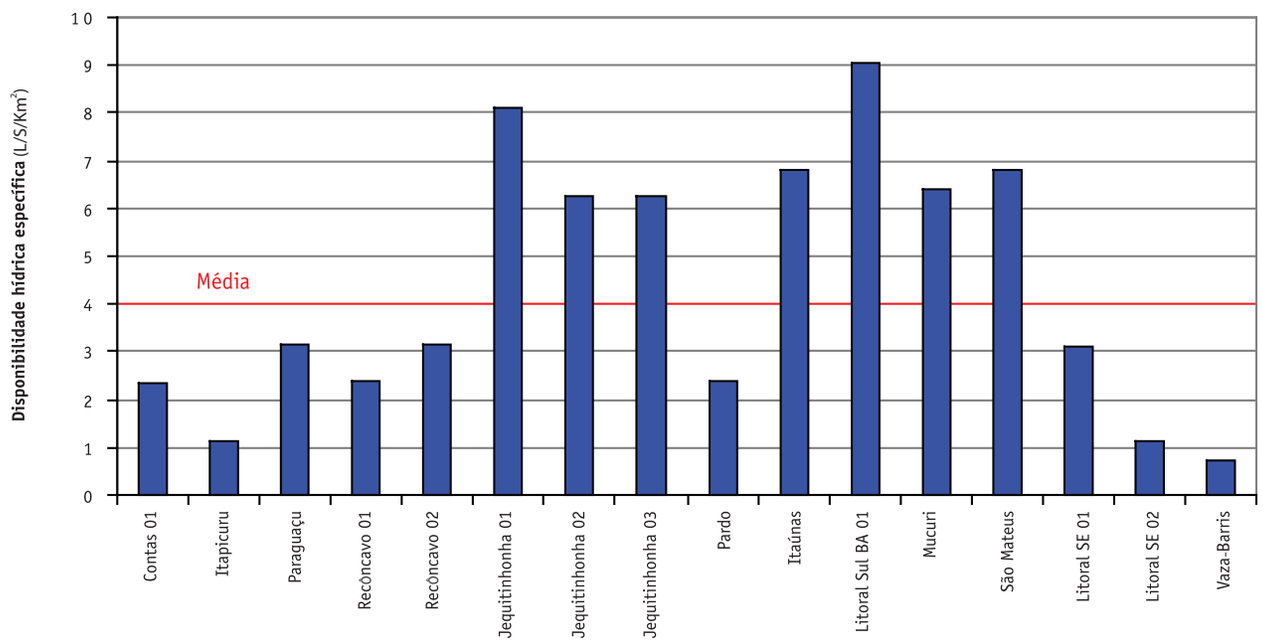


Figura 15 – Vazão Específica por Unidade Hidrográfica da Região Hidrográfica Atlântico Leste

Vazão Regularizada

Para a região do Atlântico Leste, o efeito de regularização é observado principalmente por meio da presença de açudes, que apesar de não serem geradores de energia são fundamentais para o abastecimento humano, dessedentação de animais e a irrigação.

A vazão regularizada não pode ser caracterizada somente por meio do potencial de regularização do reservatório. Ela também é função das condições de operação dos reservatórios que dependem diretamente dos seus usos múltiplos, que podem incluir a geração de energia elétrica, abastecimento humano, irrigação e o amortecimento de cheias, entre outros (ANA, 2005a). Dessa forma, seria necessário um balanço hídrico utilizando um modelo de alocação de água em sistemas complexos de recursos hídricos que necessita de informações sobre a operação desses reservatórios. Como esses dados não estavam disponíveis, não foi possível estimar a vazão regularizada nos reservatórios de geração de energia.

Na região do Atlântico Leste, existem vários pequenos açudes e algumas usinas hidrelétricas, conforme mostrado na Figura 16. O principal deles, açude Pedra do Cavalo no rio Paraguaçu, tem um potencial de regularização de 67m³/s com 100% de garantia, o que representa aproximadamente 35% da vazão média de longo termo.

Nas demais sub-bacias da região destacam-se os reservatórios da UHE Irapé e UHE Itapebi no rio Jequitinhonha e UHE Santa Clara, no rio Mucuri. Os reservatórios de Itapebi e Santa Clara não são reservatórios de acumulação, portanto não apresentam capacidade de regularização. O reservatório

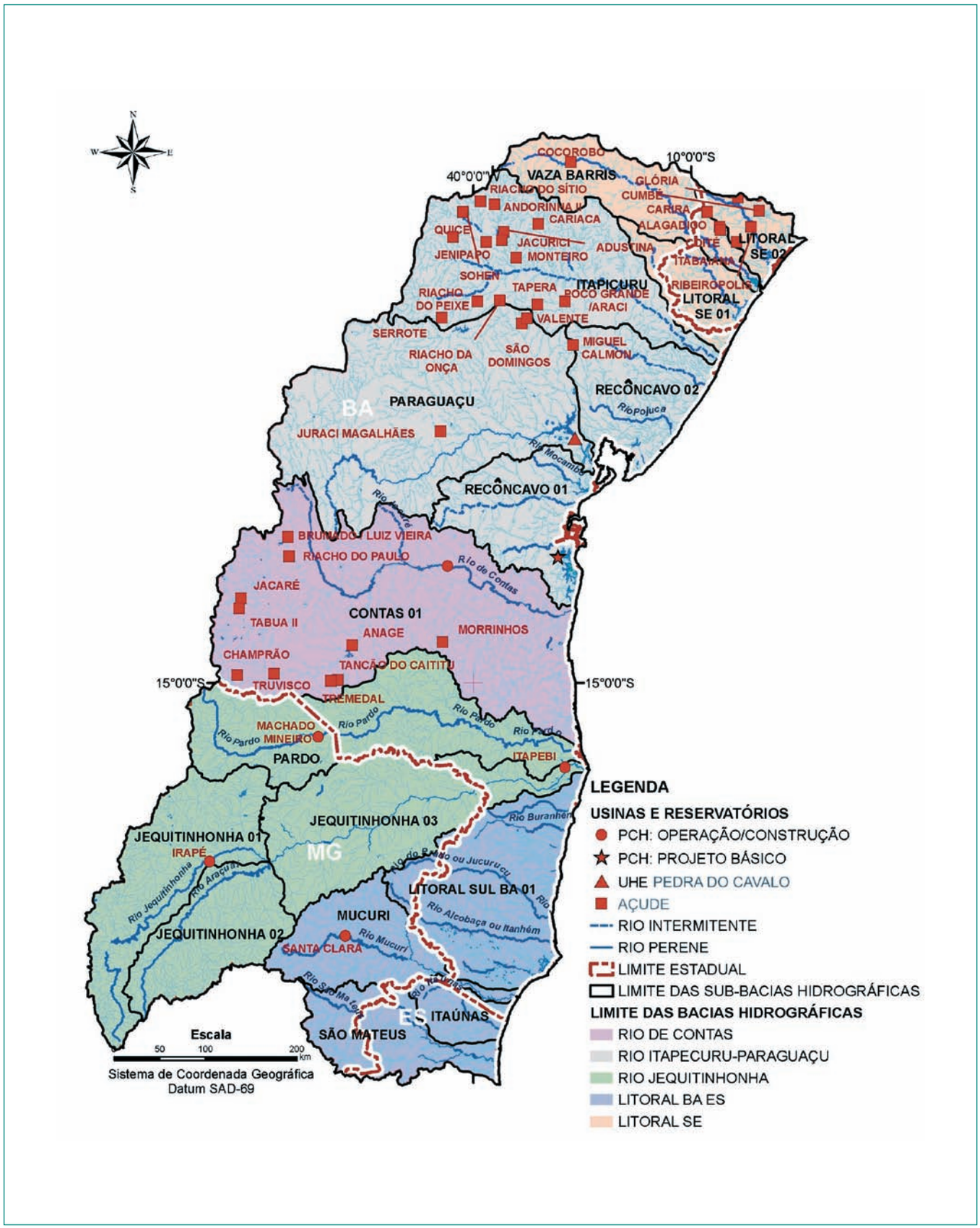


Figura 16 – Reservatórios e Açudes na Região Hidrográfica Atlântico Leste

Quadro 9 – Vazão Regularizada e de Estiagem na Região Hidrográfica Atlântico Leste

Sub-bacia	Q_{reg} (m³/s)	Q_{95} (m³/s)	Disponibilidade (m³/s)
Contas 01	68,89	19,48	88,37
Itapicuru	6,62	4,64	11,26
Paraguaçu	88,34	15,27	103,61
Recôncavo 01	-	6,23	6,23
Recôncavo 02	10,53	4,70	15,23
Jequitinhonha 01			
Jequitinhonha 02	4,07	79,04	83,11
Jequitinhonha 03			
Pardo	8,20	7,76	15,96
Itaúnas	-	4,89	4,89
Litoral Sul BA 01	-	76,21	76,21
Mucuri	-	17,26	17,26
São Mateus	-	12,27	12,27
Litoral SE 01	0,07	1,31	1,38
Litoral SE 02	-	0,74	0,74
Vaza-Barris	1,62	0,94	2,56

Fonte: Bahia (2004); Brasil (1997a)

da UHE Irapé deverá representar um acréscimo de disponibilidade que não foi considerada nesse estudo.

O Quadro 9 apresenta as vazões regularizadas nas sub-bacias da região Atlântico Leste, levantadas nos estudos existentes..

A disponibilidade hídrica superficial na região deveria ser dada pela vazão regularizada a montante da seção de interesse, com 100% de garantia somada à vazão incremental de referência Q_{95}. Entretanto, a regularização foi calculada, nesse estudo, pela soma de todos os reservatórios de regularização na Bacia acrescidos à vazão Q_{95} no exutório da Bacia em análise, superestimando, portanto, a disponibilidade hídrica.

Outra questão que merece ser ressaltada é que os dados de demandas não estão distribuídos ao longo da Bacia e, portanto, não se tem informações de quais conflitos são resolvidos pela presença de açudes.

Sazonalidade e Escoamento Superficial

De forma complementar aos estudos de vazões médias de longo período, é importante destacar as variações sazonais, que ocorrem no escoamento dos rios, provocadas principalmente pelo regime de chuvas diferenciado na região, bem como pelas condições inerentes às estações do ano.

A Figura 17 mostra a vazão média ao longo dos meses em algumas estações das unidades hidrográficas.

Tal como observado no regime de chuvas, a variação sazonal dos escoamentos também não é igual nas 16 unidades. O que se observa é que o período de maiores e menores vazões não é idêntico entre as regiões hidrográficas. No rio Jequitinhonha, observa-se que as maiores vazões ocorrem entre dezembro e janeiro e as menores, nos meses de maio a setembro, assemelhando-se bastante ao comportamento do Litoral sul da Bahia. Já na unidade hidrográfica do Litoral Sergipe e Recôncavo 02, as maiores vazões ocorrem entre os meses de maio e julho e as menores em janeiro e fevereiro.

Quando a análise é feita em estações localizadas em pontos mais centrais da região Atlântico Leste, onde o clima é semiárido, observa-se picos entre dezembro e janeiro e estiagem acentuada e prolongada entre março e outubro.

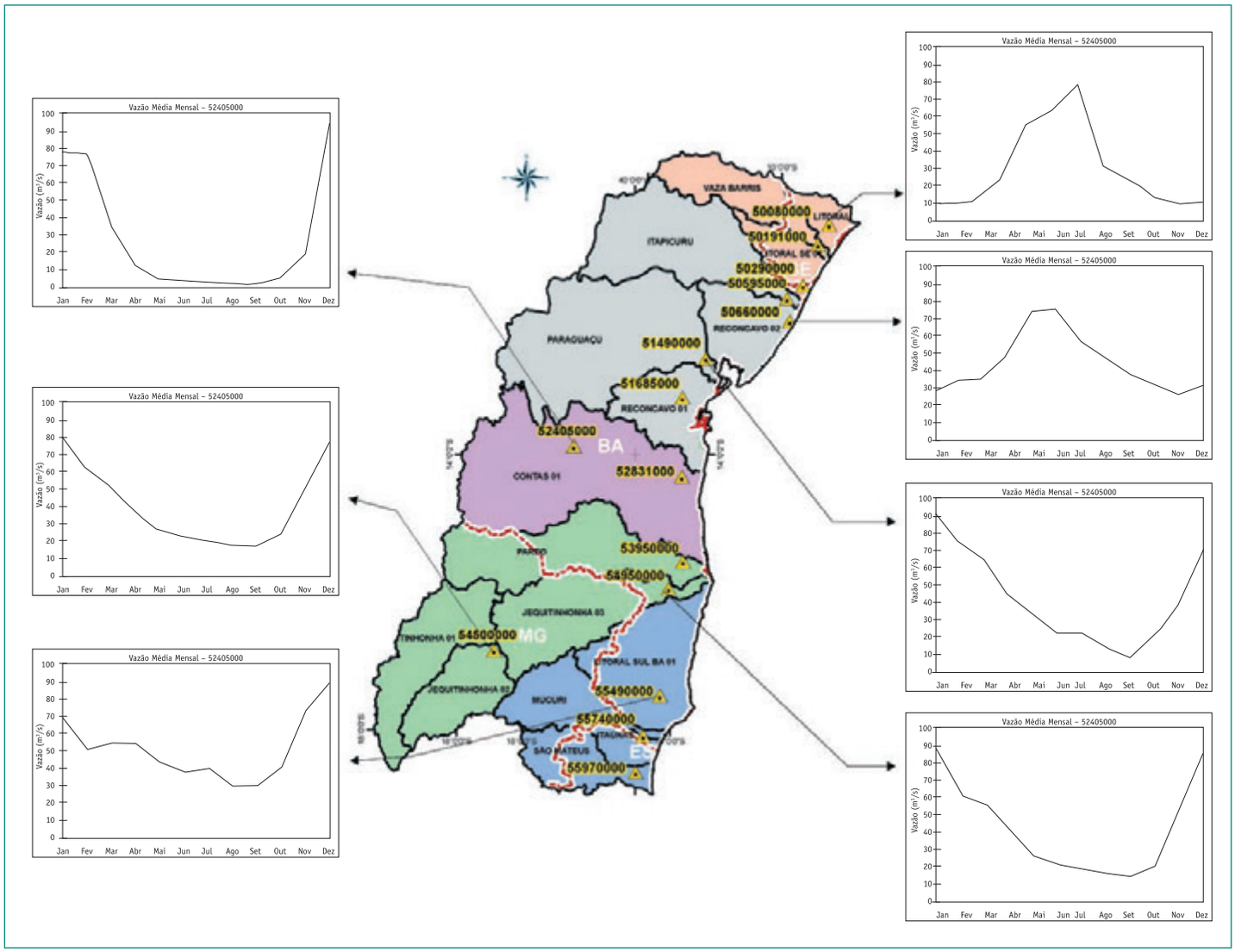


Figura 17 – Hidrogramas nas Unidades Hidrográficas da Região Atlântico Leste

Evapotranspiração e Balanço Hídrico

A evapotranspiração real, em cada unidade hidrográfica da região foi estimada por meio de um balanço hídrico simplificado onde a evapotranspiração é dada pela diferença da precipitação e da vazão. Portanto, outras perdas, como recarga de água subterrânea para fora da Bacia, e usos consuntivos, encontram-se incorporadas na estimativa da evapotranspiração real.

O Quadro 10 mostra um balanço hídrico simplificado, com vistas a se obter estimativas da evapotranspiração real média nas sub-bacias da Região Hidrográfica Atlântico Leste. Do exame desses dados percebe-se que as sub-bacias Recôncavo 1, 2 e litoral de Sergipe são as que apresentam os maiores valores de ETr em termos absolutos, enquanto, em termos percentuais, as sub-bacias do rio Vaza-Barris, rio Itapicuru e litoral de Sergipe 02 apresentam os maiores valores de evapotranspiração real superando 95% da precipitação média e levando, conseqüentemente, aos menores percentuais de escoamento superficial efetivo.

A evapotranspiração real média anual da Região Hidrográfica Atlântico Leste é 971 mm, o que representa 89% da precipitação média anual na região.

Torrencialidade e Escassez

O exame conjunto dos valores de área, população e vazão média permite realçar algumas disparidades na região de estudo em ter-

Quadro 10 – Balanço Hídrico Simplificado

Bacia	Sub-bacia	População	Área (km²)	Qm (m³/s)	Q_{95} (m³/s)	P (mm)	Qm (mm)	Etr (mm)	Etr/P	Dispon. Hídrica *per capita* (m³/hab.ano)
Contas	Contas 01	2.081.044	64.933	150,64	19,48	1103	73	1.030	0,93	2.283
Itapicuru-Paraguaçu	Itapicuru	963.812	35.691	39,97	4,64	921	35	886	0,96	1.308
	Paraguaçu	1.663.987	54.528	172,31	15,27	1048	100	948	0,90	3.266
	Recôncavo 01	809.112	17.788	42,16	6,23	1282	75	1.207	0,94	1.643
	Recôncavo 02	3.664.517	16.803	53,10	4,70	1406	100	1.306	0,93	457
Jequitinhonha	Jequitinhonha	817.273	69.948	438,574	79,04	1005	198	808	0,80	16.923
	Pardo	761.115	32.334	77,28	7,76	1022	75	946	0,93	3.202
Litoral BA ES	Itaúnas	84.805	5.369	36,46	4,89	1200	214	985	0,82	13.557
	Litoral Sul BA 01	655.409	28.330	256,39	76,21	1271	285	986	0,78	12.336
	Mucuri	320.380	15.413	98,64	17,26	1070	202	869	0,81	9.710
	São Mateus	348.007	13.480	91,66	12,27	1117	214	903	0,81	8.306
Litoral SE	Litoral SE 01	526.191	9.449	29,20	1,31	1271	97	1.173	0,92	1.750
	Litoral SE 02	953.430	5.702	6,39	0,74	1465	35	1.430	0,98	211
	Vaza-Barris	349.605	16.324	12,08	0,94	1015	23	992	0,98	1.090

Fonte: ANA (2005a)

mos de disponibilidade hídrica superficial. A Região Hidrográfica do Jequitinhonha detém 29% dos recursos hídricos superficiais, sendo, portanto, a unidade que apresenta a maior disponibilidade da região em estudo, em uma área equivalente a 18% da região Atlântico Leste; e verifica-se que ela é ocupada por apenas 6% da população da região Atlântico Leste.

Por outro lado, a Sub-bacia Recôncavo 02 ocupa 4% da área, 4% dos recursos hídricos e uma população de 26%. Na Sub-bacia Litoral Sergipe 02, a disponibilidade é inferior a 1% para uma população de 7%. Colocando dessa forma, essa Sub-bacia está em situação mais delicada do que, por exemplo, a unidade do rio Vaza-Barris, que apesar de apresentar uma disponibilidade semelhante (1%) tem uma população de apenas 2% e uma área de 4%.

Apesar de não expressar a real disponibilidade da água em uma Bacia, a razão entre vazão média anual e população é um indicador de disponibilidade usado pelas Nações Unidas (ANA, 2005a). Na Figura 18, apresenta-se, por unidade hidrográfica, a disponibilidade hídrica ***per capita***, (quociente da vazão média pela população total, que é um indicador do nível de escassez de água, associada à população da área), adotando-se dados do Censo Demográfico de 2000 (IBGE). Embora para o País este valor seja de quase 30.000 m³/hab.ano, pode-se constatar que na região de estudo a média fica em torno de 7.000 m³/hab.ano.

O que se constata pela análise da Figura 18 é que somente a parte norte da Região Hidrográfica encontra-se em situação preocupante quanto aos recursos hídricos. Entretanto,

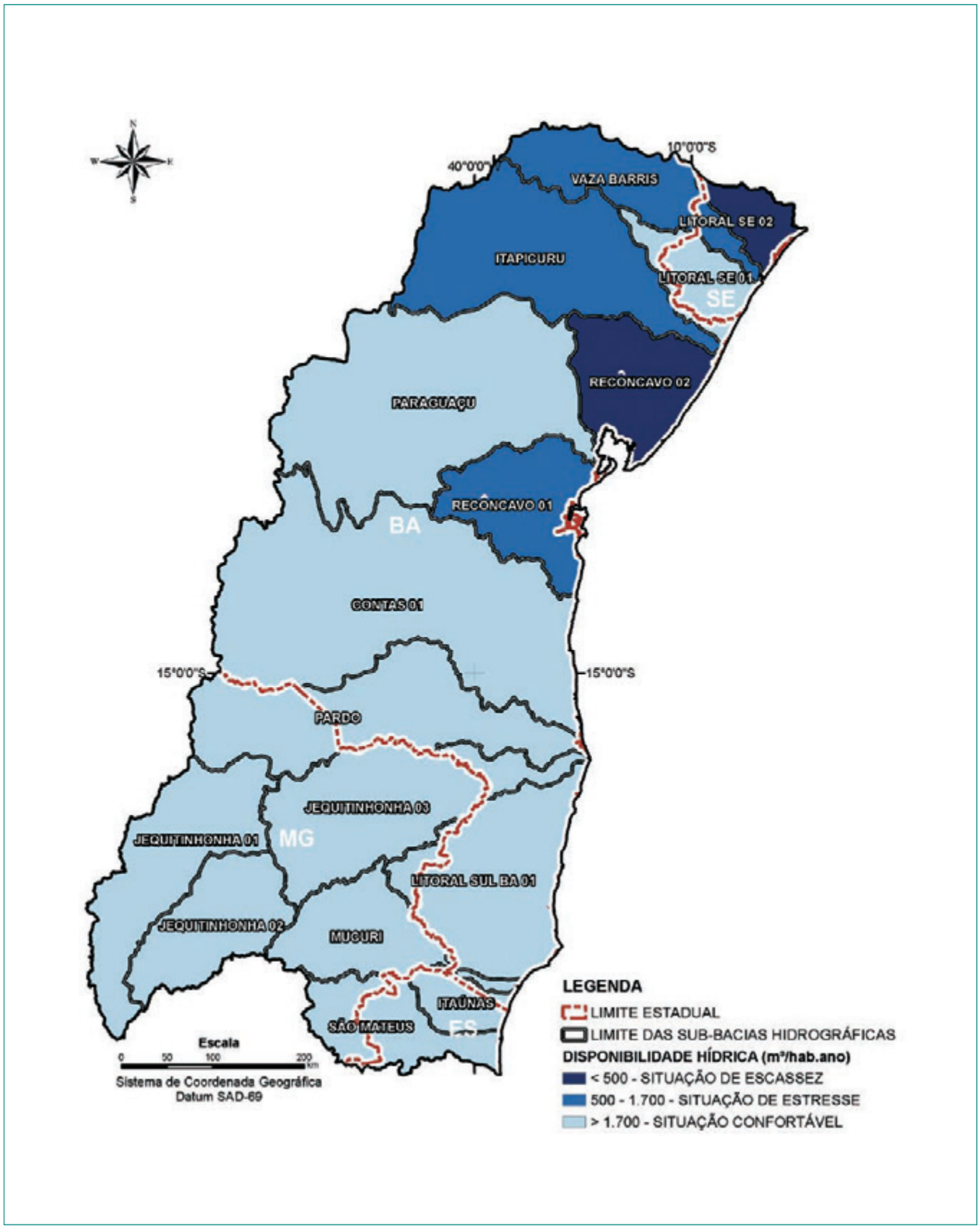


Figura 18 – Vazão Média por Habitante nas Unidades Hidrográficas

os dados do Quadro 10 indicam que a partir da Bacia do rio Pardo para o norte todas as demais bacias apresentam uma disponibilidade hídrica *per capita* bem reduzida, necessitando, portanto, de eficientes instrumentos de gestão.

A baixa disponibilidade de água para atender os diferentes usos está associada à conjugação de densidade populacional elevada com ocorrência de vazões específicas de média a baixa. A situação mais crítica é a observada nas unidades hidrográficas Recôncavo 02 onde se localiza a cidade de Salvador, com conhecidos problemas de escassez de água e Litoral SE 02, com médias inferiores a 500 m^3/hab. ano. Destaca-se ainda, na condição de regiões com pouca disponibilidade relativa, a unidade hidrográfica de Itapicuru, Contas 01, Paraguaçu, Recôncavo 01, Pardo, Litoral Sergipe 01 e Vaza-Barris. Nessas sub-bacias há, normalmente, uma associação de baixas pluviosidades e elevadas taxas de evapotranspiração. A irregularidade das chuvas, observada não só ao longo do ano, como também ciclos críticos de precipitações, agrava ainda mais a disputa pela água e os problemas sociais. É na porção semi-árida dessas regiões que o fenômeno da seca tem repercussões mais graves e a água passa a ser fator de sobrevivência.

Nas regiões de baixa vazão específica natural, mas de ocupação rarefeita, são poucos os registros de conflito pelo uso da água, pelo menos com relação ao abastecimento. Entretanto, observam-se ainda sub-bacias em que, a despeito da elevada disponibilidade natural de água, a intensa e desordenada ocupação do território tem gerado conflitos pelo uso da água, em face, principalmente, de questões associadas à qualidade requerida para determinados usos. Fazendo-se necessário, dessa forma, quantificar, em conjunto com a disponibilidade, as demandas de água em cada uma das unidades de análise.

Como forma de avaliação da torrencialidade das bacias, utilizou-se das curvas de permanência de vazões para efeito de comparações. Essas curvas foram adimensionalizadas a partir da vazão média de longo termo e plotadas em escala logarítmica para minimizar efeitos de escala e interferências das áreas de drenagem. As figuras 19, 20, 21 e 22 mostram a comparação das curvas nas cinco grandes bacias da área de estudo, ou seja, comparações da Bacia Contas com as sub-bacias de Itapicuru, Paraguaçu, Recôncavo 01 e 02; sub-bacias dos rios Jequitinhonha e Pardo com a Bacia do rio Contas; sub-bacias do Itaúnas, Litoral Sul da Bahia, Mucuri e São Mateus; e comparações do regime de escoamento do litoral de Sergipe, com o rio Vaza-Barris e Recôncavo 01.

Pode-se observar uma torrencialidade forte nas bacias do litoral de Sergipe com precipitações relativamente altas e estiagens acentuadas, indicando uma pequena capacidade de infiltração. Em contrapartida, as bacias do Jequitinhonha e Pardo apresentam comportamento menos nervoso com as curvas de permanência mais amenas condizentes com as características das bacias. No litoral Sul da Bahia e Espírito Santo as bacias não chegam a apresentar um comportamento torrencial, mas apresentam estiagens mais acentuadas do que a verificada na Bacia do rio Jequitinhonha. Por fim, observa-se, pela Figura 22, que as sub-bacias Itapicuru e Paraguaçu são mais torrenciais em decorrência do seu relevo e declividade do que aquelas dos Recôncavos 01 e 02 que por serem bacias de litoral têm uma vegetação mais exuberante e maiores taxas de infiltração.

Disponibilidade de Águas Subterrâneas

Para caracterizar e quantificar a disponibilidade de águas subterrâneas foi usado, como principal referência, o estudo de Disponibilidade e Demanda (ANA, 2005a), tal como foi feito na disponibilidade de águas superficiais. As informações apresentadas nesse item foram complementadas pelos estudos existentes nos diversos estados, mas principalmente com informações do Plano Estadual de Recursos Hídricos da Bahia (BAHIA, 2004). A metodologia descrita a seguir foi aquela aplicada no trabalho da ANA (2005a) para alcançar os valores apresentados nesse estudo.

A caracterização dos principais sistemas aqüíferos da região foi baseada no seu potencial hídrico, em termos de reserva e produtividade, da sua extensão e importância no abastecimento regional. Considerando estes critérios, o estudo da ANA (2005a) concentrou-se principalmente nos aqüíferos porosos situados nas bacias sedimentares. A base cartográfica digital utilizada foi o mapa geológico do Brasil, na escala 1:2.500.000, produzido pela CPRM (2001).

As informações sobre produtividade dos aqüíferos foram

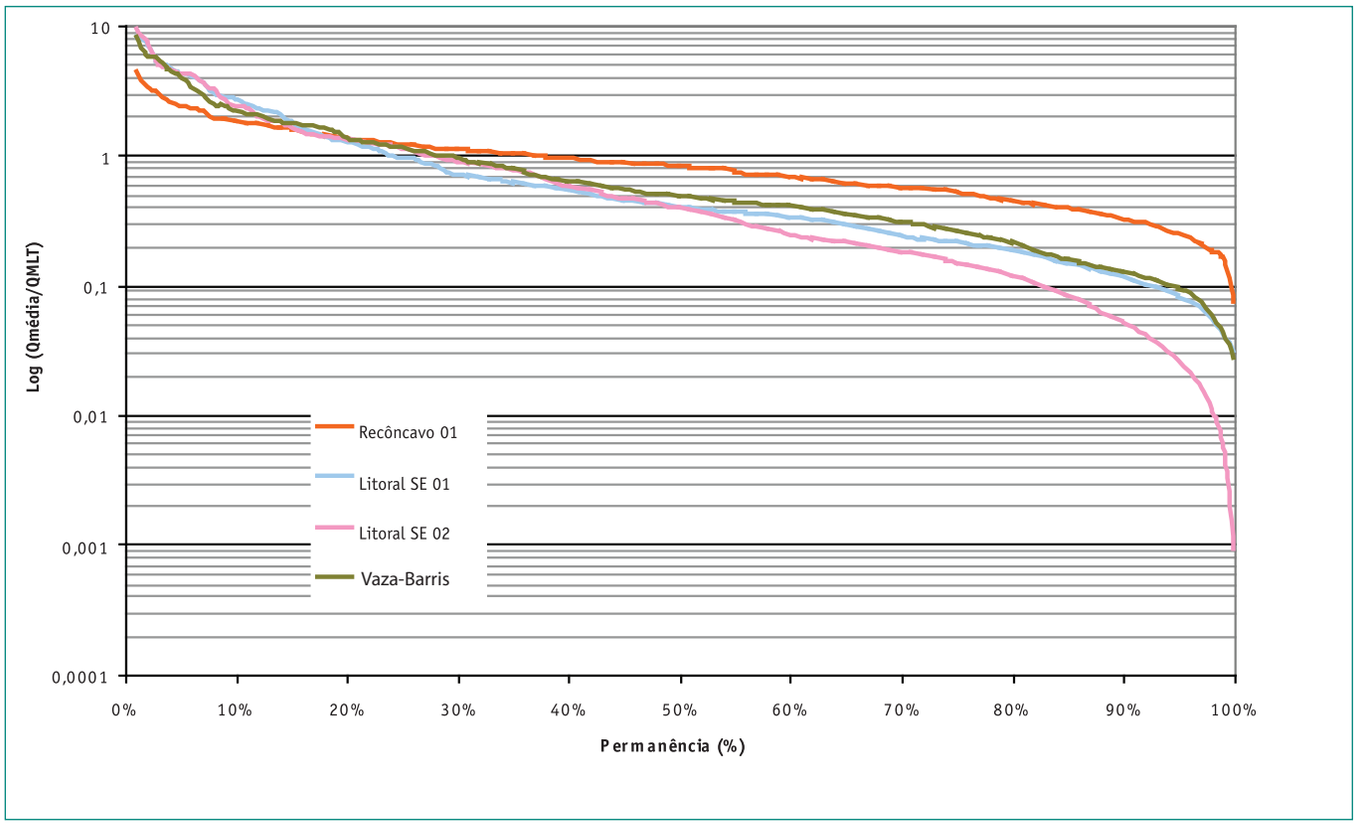


Figura 19 – Curva de Permanência da Bacia Litoral SE e Sub-bacia Recôncavo 01

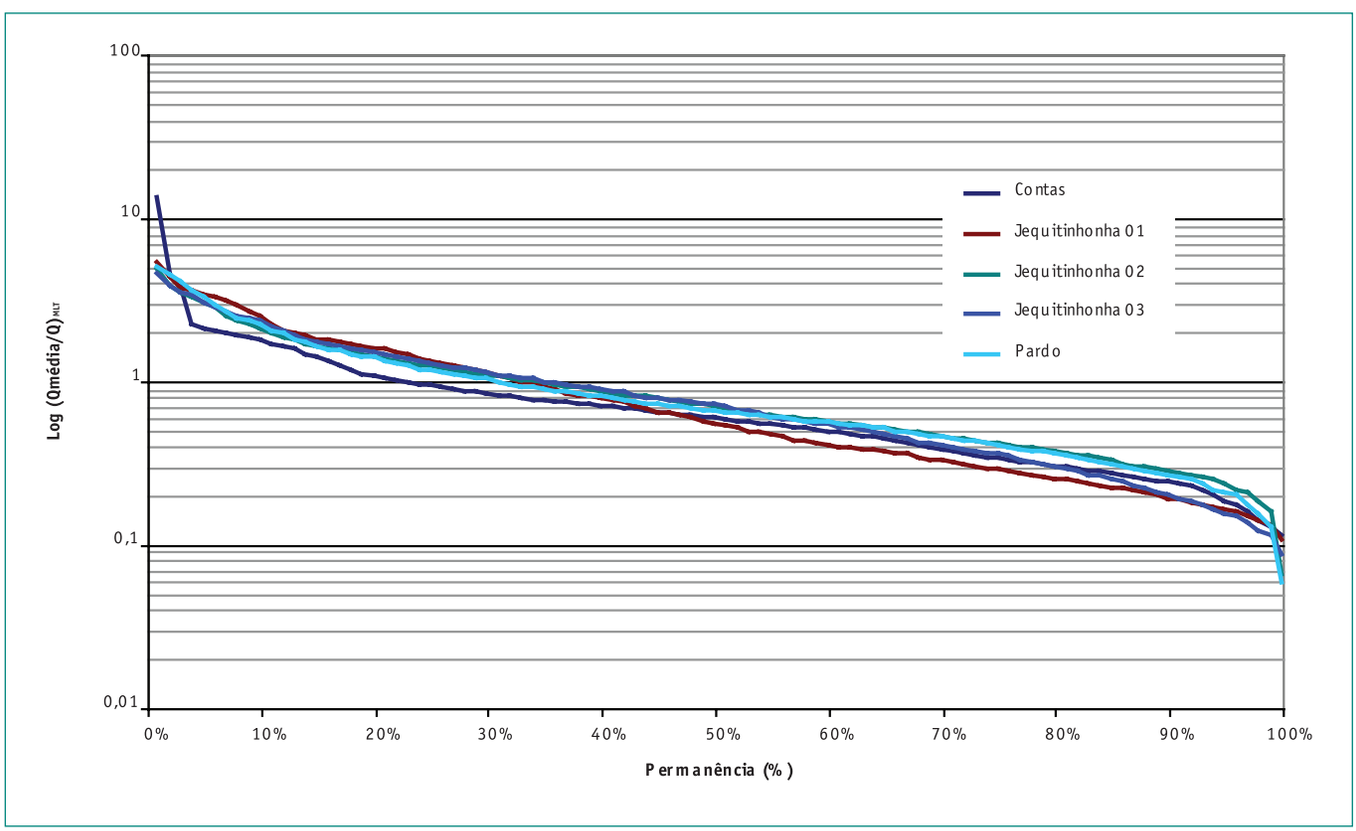


Figura 20 – Curva de Permanência das Bacias dos Rios de Contas e Jequitinhonha

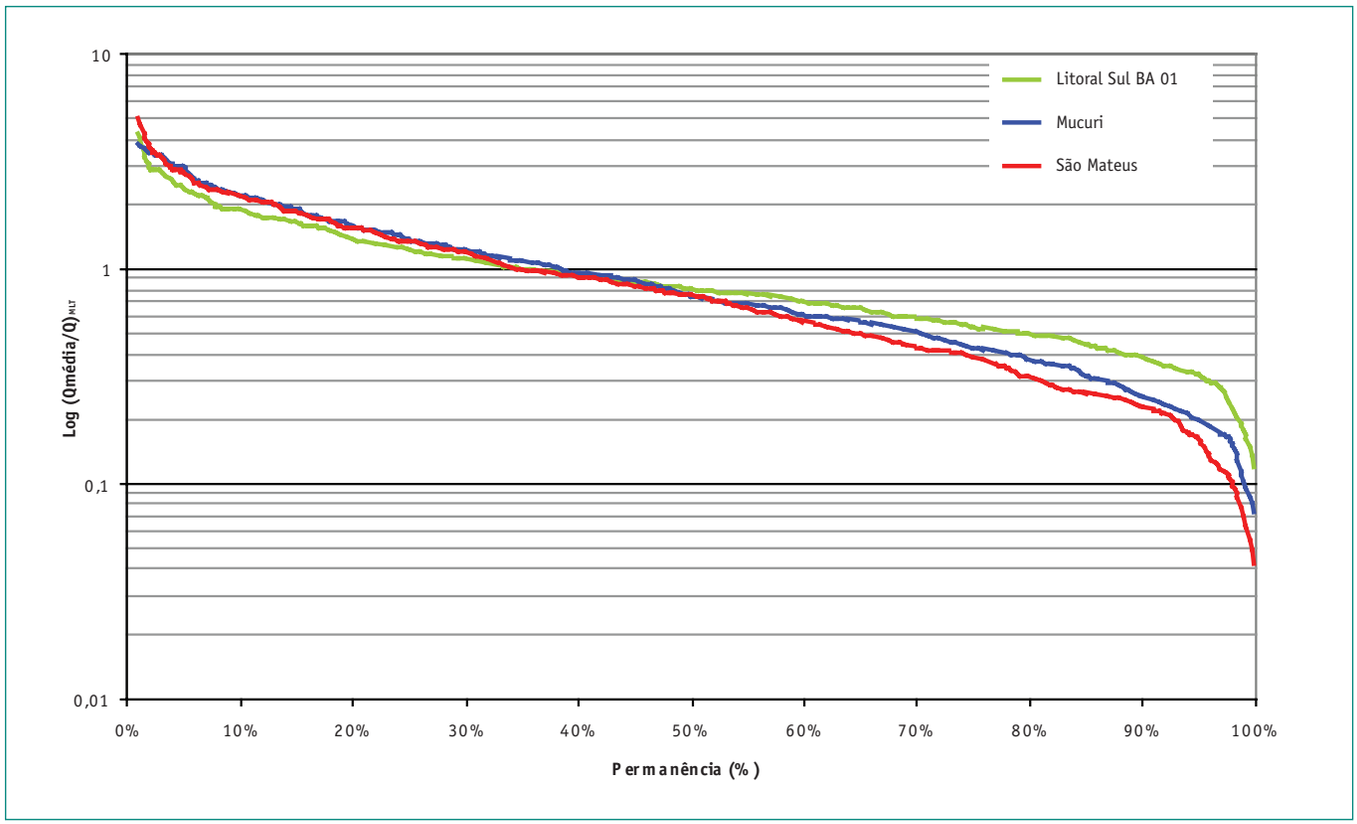


Figura 21 – Curva de Permanência da Bacia Litoral Sul BA ES

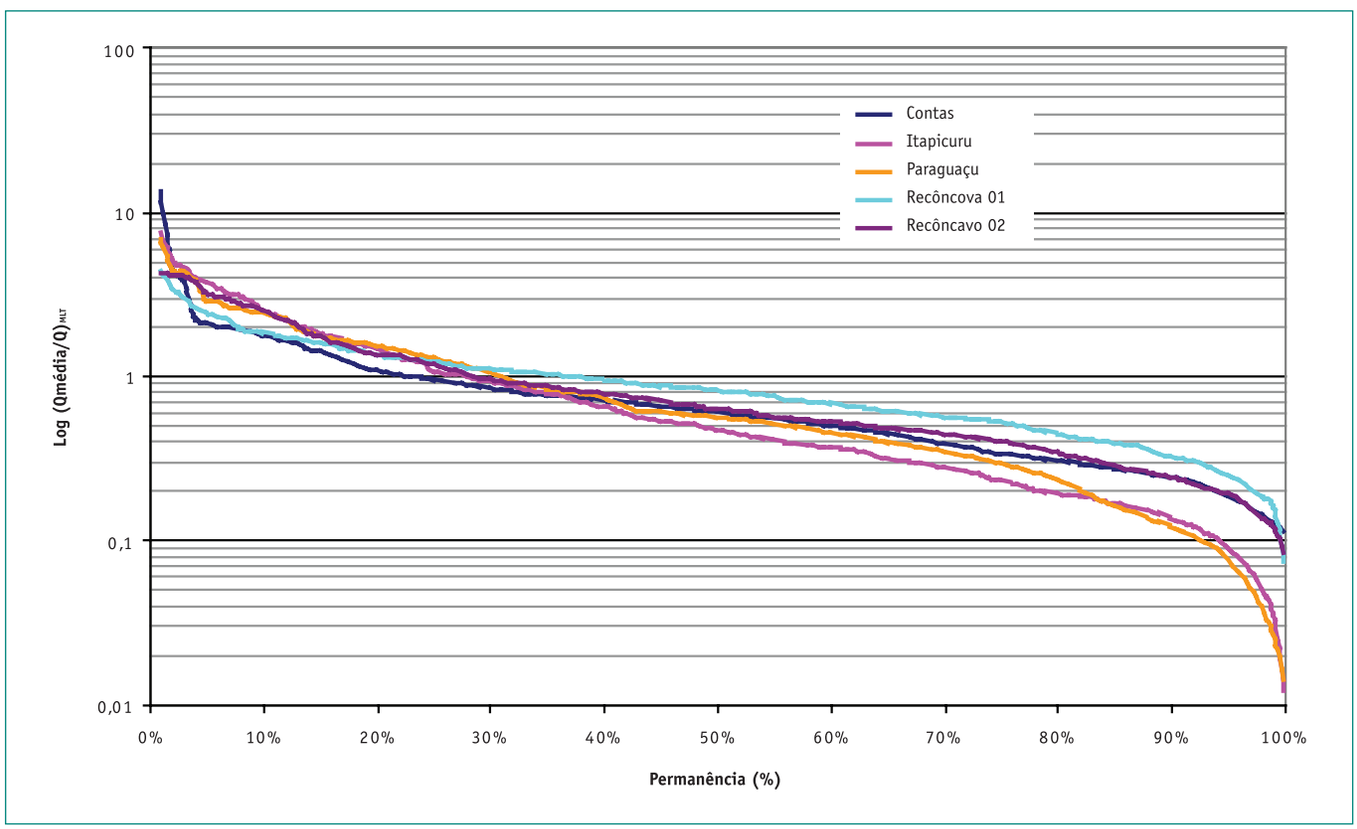


Figura 22 – Curva de Permanência das Bacias do Rio de Contas e Itapicuru-Paraguaçu

baseadas nos dados de poços do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) da CPRM. Essas informações foram utilizadas também na estimativa das reservas explotáveis ou disponibilidade hídrica dos principais aqüíferos da região.

As reservas hídricas dos aqüíferos foram divididas em reservas renováveis e permanentes. As reservas permanentes ou seculares são aquelas que se situam abaixo da variação anual do nível freático. As reservas reguladoras ou renováveis correspondem ao volume de água armazenada no aqüífero acima do nível freático mínimo. Elas correspondem, de forma geral, ao escoamento de base dos rios, ou seja, à contribuição do aqüífero para os rios ao longo de um ano hidrológico. O valor de escoamento básico de um rio pode ser considerado, portanto, como valor de recarga dos aqüíferos.

De forma geral, considera-se que as reservas explotáveis de um aqüífero são constituídas por uma parte das reservas reguladoras e uma pequena fração das reservas permanentes. A porcentagem a ser adotada das reservas reguladoras e permanentes para cálculo da reserva explotável dos aqüíferos é ainda controversa, principalmente em face da dinâmica de fluxo e resposta de cada aqüífero à explotação. No trabalho feito pela ANA (2005a), e, portanto, adotado nesse estudo para a região Atlântico Leste, foi considerado que as reservas explotáveis corresponderiam a 20% das reservas reguladoras. Este pode ser considerado um valor conservador já que desconsidera o uso das reservas permanentes. Apesar disso, ele pode ser considerado satisfatório para uma estimativa regional de aqüíferos, objeto desse estudo, e permite uma margem de confiança ao não considerar o uso das reservas permanentes, ou seja, ao não considerar a depleção do volume de água permanente do aqüífero. Este valor também é considerado satisfatório sob o aspecto de manutenção da vazão dos rios, porque considera que apenas 20% do escoamento de base poderia ser afetado pela captação de água subterrânea. As reservas explotáveis adotadas neste estudo representam, portanto, 20% do escoamento de base dos rios.

O cálculo do escoamento básico foi realizado pela ANA (2005) em hidrogramas selecionados de estações fluviométricas do Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas. Nos sistemas aqüíferos sedimentares onde não foram encontradas estações fluviométricas elegíveis para os cálculos, a estimativa da relação escoamento básico/precipitação foi realizada a partir de valores de literatura ou valores calculados para sistemas aqüíferos com características geológicas e geográficas similares (ANA, 2003 *apud* ANA, 2005a).

Sabe-se que nas áreas de recarga dos aqüíferos, uma parte da água que infiltra no solo, através de sistemas de fluxos locais a intermediários, participa do escoamento básico, enquanto que uma outra parte, que integra o sistema de fluxo intermediário a regional, vai para as porções mais profundas dos aqüíferos ou para as porções confinadas, a chamada recarga profunda. Na escala de trabalho adotada no estudo feito pela ANA (2005a) não foi possível identificar a parte de recarga profunda, embora estes valores sejam, em geral, baixos quando comparados ao valor do escoamento básico. Os dados de literatura mencionam a recarga profunda com valores entre 5 e 10% da recarga total (DAEE, 1974 *apud* ANA, 2005a).

A definição de sistemas aqüíferos apresentada consiste em uma primeira aproximação sendo baseada, principalmente em critérios geológicos. Isso se deve ao caráter preliminar do trabalho, à base restrita de poços tubulares utilizadas para cálculos de vazão, bem como de parâmetros relativos aos aqüíferos, tais como propriedades hidrodinâmicas, geometria e, naturalmente, da escala de baixa resolução utilizada para a segregação dos aqüíferos. Os valores de produtividade de poços, parâmetros hidrodinâmicos e de escoamento básico (recarga) apresentados devem ser interpretados de forma cuidadosa, considerando a escala de trabalho adotada no estudo e as limitações intrínsecas ao processo de atribuição de valores médios dos parâmetros avaliados para unidades aqüíferas de extensão regional.

Evidentemente que o percentual utilizado para estimar as reservas explotáveis em relação às reguladoras constitui um valor inicial, que poderá ser maior ou menor, a depender do nível de conhecimento que se tem do sistema aqüífero em questão, incluindo fatores ambientais e climáticos locais, entre outros. Não pode ser esquecido que a perenidade de cursos de água, lagos e áreas alagadas é mantida em parte pela contribuição das reservas reguladoras, de forma que ao explotá-las na totalidade, poder-se-á estar comprometendo

a existência daqueles corpos superficiais e ecossistemas associados. Naturalmente, há outros agravantes, a depender de condições locais, no caso de se exaurir completamente as reservas reguladoras e parte das permanentes, tais como intrusão de cunha salina, problemas geotécnicos, abatimento de terrenos em áreas cársticas, entre outros. Existem situações em que o volume e a intensidade da explotação podem contribuir para um aumento da recarga, renovação, entre outros benefícios. Todavia, só a partir de estudos hidrogeológicos detalhados é factível adotar um cenário de explotação mais intenso.

Dessa forma, a Região Hidrográfica Atlântico Leste pode ser dividida em três províncias hidrogeológicas denominadas de Escudo Oriental, Costeira e São Francisco. A Figura 23 mostra a área de recarga desses principais sistemas aqüíferos da Região Atlântico Leste.

A área de ocorrência da Província Hidrogeológica do Escudo Oriental corresponde a aproximadamente 86% da área da Região Hidrográfica Atlântico Leste, enquanto que as áreas de ocorrência das províncias hidrogeológicas Costeira e São Francisco correspondem, respectivamente, a 13% e 1% da área total desta região hidrográfica.

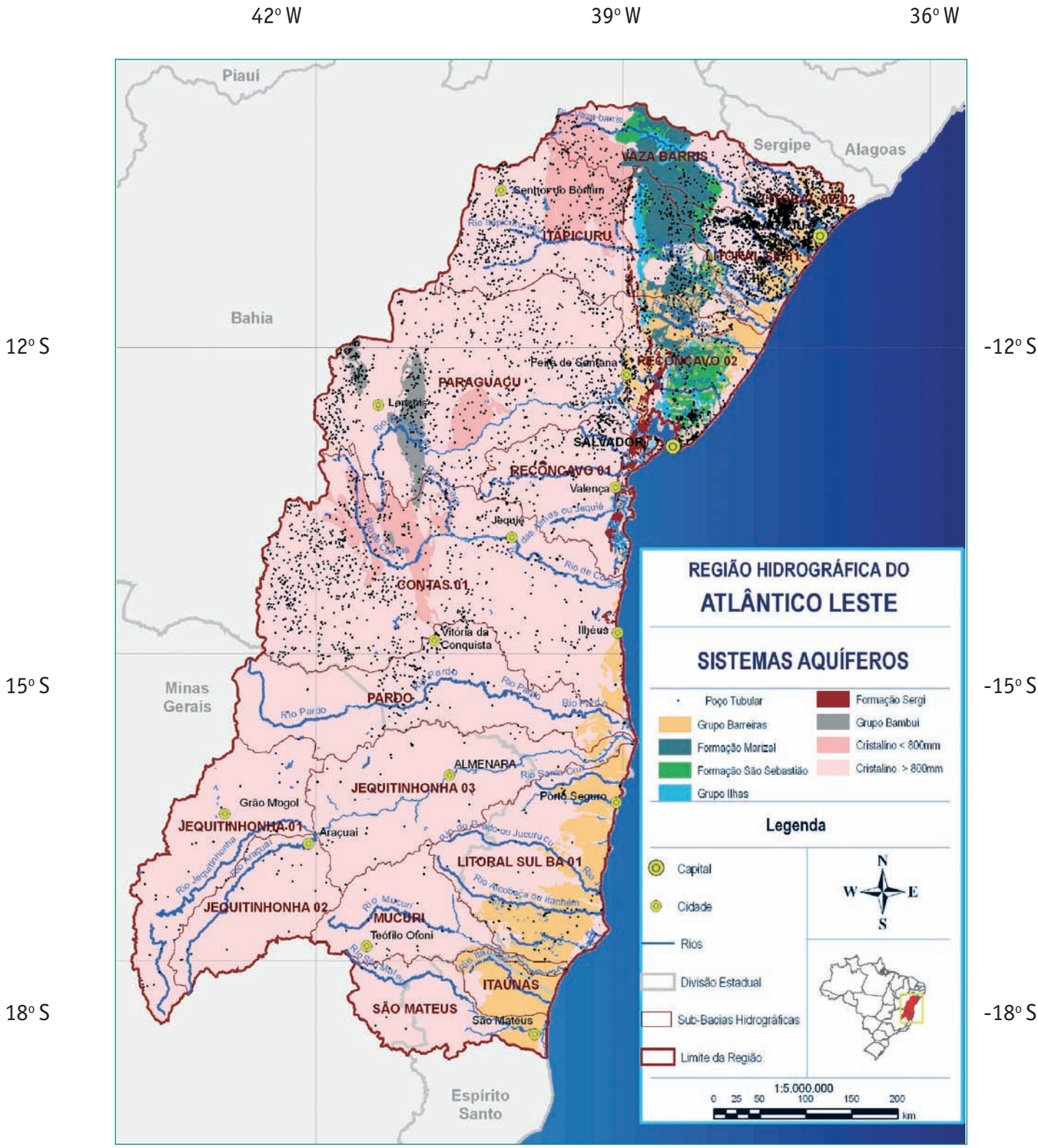
A Província Hidrogeológica do Escudo Oriental é constituída por rochas do embasamento cristalino que correspondem a um aqüífero do tipo fissural. Neste tipo de aqüífero, a presença de água está associada a descontinuidades como falhas, fraturas e diáclases. A produtividade dos poços depende da abertura dessas descontinuidades e da conectividade das mesmas. Portanto, esse tipo de aqüífero possui baixa capacidade de armazenamento, com vazões, em sua grande maioria, entre 1 a 3m³/h (ANA, 2005).

Segundo o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Bahia, essa Província pode ser divida em subdomínios onde as condições climáticas de precipitações são inferiores e superiores a 800 mm/anuais. No subdomínio, onde as áreas de ocorrência dessa província estão associadas às condições climáticas de precipitações pluviométricas inferiores a 800 mm/anuais, é caracterizado pelo delgado manto de intemperismo com 3 a 5m de espessura, pelo elevado índice de salinização de suas águas e pelas áreas de maior carência hídrica. A capacidade média de produção dos poços nesse subdomínio, segundo o PERH – BA (2004), é de 3,41m³/h e índice de salinização médio de suas águas em torno de 4.550,10mg/L de SDT. No subdomínio, onde as áreas de ocorrência dessa província estão associadas às condições climáticas de precipitações pluviométricas superiores a 800 mm/anuais, ocorre um manto de intemperismo mais espesso, variando de 10 a 100m de espessura, contribuindo para as condições de recarga e descarga do aqüífero e conseqüentemente numa sensível melhoria na capacidade de produção dos poços e na qualidade química de suas águas. A capacidade média de produção dos poços nesse domínio é de 3,98m³/h com índice de salinização médio de suas águas em torno de 2.633,21mg/L de SDT. Segundo o estudo da ANA (2005a), a capacidade média dos poços nesse domínio pode chegar a 9 m³/h.

A Província Hidrogeológica Costeira corresponde a uma extensa faixa litorânea de direção NE/SW sendo que na porção norte da Região Hidrográfica Atlântico Leste essa faixa ramifica-se no sentido WNW. Esta província está representada na área de estudo pelos sistemas aqüíferos São Sebastião, Marizal e Barreiras e pela Formação Sergi e o Grupo Ilhas.

O Sistema Aqüífero Barreiras de idade tércio-quaternária ocorre em duas faixas de direção NE/SW na porção sudeste e nordeste da região hidrográfica Atlântico Leste. A faixa desse sistema localizada na porção nordeste possui 195 km de extensão por 35 km de largura enquanto que a faixa de ocorrência desse sistema na porção sudeste possui 452 km de extensão por 70 km de largura e está localizada na Bacia sedimentar do extremo sul. Esse aqüífero é constituído por sedimentos cársticos finos a conglomeráticos, representado por argilas arenosas, arenitos argilosos, areias conglomeráticas, entre outras e mostram grande variabilidade litológica. A disponibilidade hídrica estimada apresentada no estudo feito pela ANA (2005a) para esse sistema aqüífero é de 217m³/s. Segundo o PERH da Bahia, a capacidade média de produção dos poços localizados na porção sudeste desse sistema aqüífero é de 27,13m³/h com índice de salinização médio de suas águas em torno de 81,85mg/L de SDT.

O Sistema Aqüífero Marizal ocorre na Bacia sedimentar



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 23 – Sistemas Aqüíferos da Região Hidrográfica Atlântico Leste

Tucano, numa faixa de direção WNW/SSE, com 237 km de extensão por 70 km de largura. Aflora na porção norte da Região Hidrográfica Atlântico Leste nas bacias hidrográficas Recôncavo 02, Itapicuru, Litoral SE 01 e Vaza-Barris. Possui idade cretácica e é constituído por arenitos grosseiros, níveis sílticos, além de conglomerados em sua porção basal. Pode atingir 400m de espessura. Constitui o Sistema Aqüífero de maior potencialidade da Região Hidrográfica. Segundo estudo de Disponibilidade e Demanda (ANA, 2005) a disponibilidade hídrica (reserva explotável) para esse aqüífero é de 7,2m³/s. Outros parâmetros físicos e hidrodinâmicos desses aqüíferos estão apresentados no Quadro 11. Este sistema em conjunto com os sedimentos do sistema aqüífero São Sebastião forma um espesso pacote sedimentar, estabelecendo um aqüífero de grande porte e com excepcionais condições de armazenamento e recarga (PERH – BA, 2004). Estes sistemas participam do abastecimento público de várias cidades da Bahia. Níveis com águas salinizadas podem ocorrer nesse sistema em profundidades variáveis podendo chegar próxima à superfície através dos planos de falha.

O Sistema Aqüífero São Sebastião que ocorre nas bacias sedimentares Tucano e Recôncavo é constituído por intercalações de arenitos e folhelhos e ocorre na Sub-bacia hidrográficas do Recôncavo 02 e como pequenas manchas nas sub-bacias hidrográficas Itapicuru, Litoral SE 02 e Vaza-Barris nas bacias sedimentares recôncavo e tucano. Segundo ANA (2005a), este sistema aqüífero apresenta elevado potencial hidrogeológico com espessuras que podem atingir 3.000m. A disponibilidade hídrica (reserva explotável) estimada para esse sistema é de 8,2m³/s, outras características físicas e hidrodinâmicas desse aqüífero estão apresentadas no Quadro 11. Entretanto, conforme o PERH – BA (2004), apesar da grande espessura desse sistema somente sua parte superior, até a profundidade aproximada de 1.500m, apresenta-se saturada de água doce. Em profundidades maiores suas águas apresentam elevada salinidade. As águas desse sistema vêm sendo largamente utilizadas para abastecimento dos centros urbanos, pelas indústrias engarrafadoras de água mineral, pelas indústrias localizadas na região de Camaçari (BA) e por termoelétricas em fase de instalação.

Os arenitos da Formação Sergi juntamente com o chamado sistema aqüífero superior, representado pela seqüência das formações São Sebastião e Marizal, que ocorrem na Bacia sedimentar do Recôncavo-Tucano, são considerados como sistema aqüífero significativo para a região. A Formação Sergi possui espessura média de 300m e aflora numa estreita faixa, na borda oeste da Bacia, orientada no sentido Norte/Sul e mergulho para leste. Suas águas possuem boa qualidade química, mas ocorre uma rápida elevação da salinização de suas águas com a profundidade. A capacidade média de produção dos poços é de 16,5m³/h com índice de salinização médio de suas águas em torno de 725,79mg/L de SDT.

Os sedimentos do Grupo Ilhas são representados pela alternância de arenitos e folhelhos podendo atingir 900m de espessura e ocorrem na Bacia sedimentar Tucano. Em grandes profundidades ocorrem águas salinizadas.

A Província Hidrogeológica São Francisco corresponde a duas faixas com 160 km de extensão por 25 km de largura e 54 km de extensão por 15 km de largura. Estas faixas possuem direção Norte/Sul e afloram a noroeste da região hidrográfica Atlântico Leste na Sub-bacia hidrográfica Paraguaçu. Esta província está representada na área de estudo pelo Sistema Aqüífero Bambuí.

O Sistema Aqüífero Bambuí é constituído por metassedimentos, na sua maioria, de natureza carbonática pertencentes aos grupos Bambuí e Una (850 a 650Ma.). A Formação Caatinga (1,75Ma.) compreende os produtos de alteração de carbonatos do Grupo Bambuí. Devido a sua natureza cárstica e fratura, o Bambuí é extremamente heterogêneo em termos de disponibilidade hídrica e produtividade de poços. Segundo ANA (2005a), a disponibilidade hídrica (reserva explotável) estimada para este sistema é de 40,3 m³/s, a vazão média dos poços é de 11 m³/h e a capacidade específica média é de 4,811m³/h/m.

No Plano Estadual de Recursos Hídricos da Bahia de (BAHIA, 2004) e no Plano Diretor de Recursos Hídricos para os Vales do Jequitinhonha e Pardo (BRASIL, 1997a) é mencionado um sistema aqüífero denominado de coberturas detríticas. Esse sistema aqüífero é formado pela faixa aluvial que acompanha os principais cursos de água, as planícies de inundação, os terraços, os mantos de al-

teração das rochas e as áreas peneplanizadas que constituem os planaltos das Regiões de Vitória da Conquista e Maracás e pelas coberturas terciárias posicionadas na faixa litorânea sendo vinculadas ao Grupo Barreiras mencionado anteriormente. Esse sistema é constituído principalmente por sedimentos arenosos intercalados por sedimentos argilosos inconsolidados podendo localmente ocorrer em sua porção basal, níveis de conglomerados. Os aluviões e depósitos litorâneos na região de Canavieiras têm espessura superior a 150m e ultrapassam os 104m na área próxima a Belmonte. Captações artesanais como cacimbas, poços amazonas, poços ponteiras, poços com drenos radias, trincheiras infiltrantes e etc. são modelos de captações nesse sistema. Essas captações são vulneráveis a qualquer tipo de contaminação.

De forma resumida e com objetivo de reunir as principais características dos sistemas aqüíferos descritos apresenta-se no Quadro 11 os parâmetros físicos e hidrodinâmicos desses sistemas aqüíferos disponíveis nos estudos consultados.

Qualidade da Água

O estudo usado como referência para analisar a qualidade da água da região Atlântico Leste foi o "Panorama das Águas Superficiais no Brasil" (ANA, 2005b). Nesse estudo foram consultados, entre outros, os Planos Estaduais de Recursos Hídricos, Relatórios das Redes de Monitoramento dos Estados, Planos de Bacia e informações das Secretarias de Recursos Hídricos e Meio Ambiente dos estados brasileiros.

Neste contexto, o presente estudo apresenta o diagnóstico da qualidade das águas superficiais na Região Hidrográfica Atlântico Leste, correlacionando-o com as atividades econômicas preponderantes nessa região, apresentado no estudo da ANA (2005b).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente, apenas nove unidades da federação possuem sistemas de monitoramento da qualidade da água considerados ótimos ou muito bons, dentre os quais está incluída grande parte da Região Hidrográfica Atlântico Leste, com exceção apenas para o Estado de Sergipe, considerado ruim do ponto de vista de monitoramento. Este levantamento, efetuado entre outubro de 2000 e julho de 2001, agrupou os estados de acordo com quatro aspectos (MMA, 2002 *apud* ANA, 2005b):

a) Porcentagem das bacias hidrográficas monitoradas;

b) Tipos de parâmetros analisados;

c) Freqüência de amostragem e;

d) Forma de disponibilização da informação pelos estados.

Como indicador da contaminação orgânica por esgotos domésticos e industriais foi adotado o Índice de Qualidade das Águas – IQA, atualmente utilizado por dez unidades da federação. Os índices de qualidade das águas são úteis quando existe a necessidade de sintetizar a informação sobre vários parâmetros físico-químicos, visando informar o público leigo e orientar as ações de gestão da qualidade da água. Entre as vantagens do uso de índices, destacam-se a facilidade de comunicação com o público não técnico e o fato de representar uma média de diversas variáveis em um único número. Por outro lado, a principal desvantagem consiste na perda de informação das variáveis individuais e da interação entre as mesmas (CETESB, 2003).

Além do uso do IQA, também foi feita uma estimativa das cargas de esgoto doméstico urbano e da capacidade de assimilação desta carga pelos rios, o que serve como um indicador indireto do IQA naqueles estados que não possuem rede de monitoramento. Informações sobre outros tipos de poluição (mineração, e efluentes industriais, agricultura, etc.) foram obtidas em diversas fontes (relatórios das redes de monitoramento dos estados, planos estaduais de recursos hídricos, planos de Bacia, etc.).

Os parâmetros de qualidade que fazem parte do cálculo do IQA refletem, principalmente, a contaminação dos corpos hídricos ocasionada pelo lançamento de esgotos domésticos. É importante também salientar que este índice foi desenvolvido para avaliar a qualidade das águas tendo como determinante principal a sua utilização para o abastecimento público, considerando aspectos relativos ao tratamento dessas águas (CETESB, 2003).

Os nove parâmetros que compõem o IQA refletem, principalmente, a poluição causada pelo lançamento de esgotos domésticos e cargas orgânicas de origem industrial. Por outro lado, as atividades agrícolas e industriais, entre outras, geram um maior número de poluentes (ex: metais pesados,

Quadro 11 – Parâmetros Físicos e Hidrodinâmicos do Sistema Aqüífero

Sistema Aqüífero	Tipo	Profundidade Média (m)	Vazão média (m^3/h)	Capacidade Específica Média ($m^3/h/m$)	Poços Consultados	Reserva Renovável (m^3/s)	Reserva Explotável (m^3/s)
Barreiras	Livre	77	23,4	2,158	4	1085	217
	Confinado	160	103,4	4,508	11	-	-
Marizal	Livre	129	21,3	2,127	43	36	7,2
	Confinado	141	15,1	2,004	42	-	-
São Sebastião	Livre	127	23,7	2,881	59	41	8,2
	Confinado	170	40,4	2,367	109	-	-
Formação Sergi	-	200	16,5	-	-	-	-
Bambuí	-	-	11	4,811	-	201,5	40,3
Embasamento cristalino <800 mm	-	-	2	-	-	-	-
Embasamento cristalino >800 mm	-	129	9	-	-	-	-

Fonte: Modificado de ANA (2005a)

pesticidas, compostos orgânicos) que não são analisados pelo IQA. Sendo assim, a qualidade da água, obtida através do IQA apresenta limitações, entre elas a de considerar apenas a sua utilização para o abastecimento público. Além disso, mesmo considerando-se apenas o uso para abastecimento público, o IQA não analisa outros parâmetros importantes para este uso. A Figura 24 apresenta o IQA em pontos selecionados na Região Hidrográfica Atlântico Leste.

O que se observa pela análise da Figura 24 é que boa parte dos pontos monitorados apresenta qualidade da água boa, principalmente nas bacias cuja densidade populacional é pequena, como é o caso da Bacia do rio Jequitinhonha. Por outro lado, pontos de monitoramento logo à jusante de centros urbanos apresentam qualidade entre ruim e razoável, uma vez que a maior parte dos efluentes é lançada diretamente no curso de água, sem nenhum tipo de tratamento.

Cabe destacar ainda, que bacias com vocação essencialmente agrícola como, por exemplo, a Bacia do rio Itaúnas não acusa qualidade da água ruim porque a análise de IQA não avalia a contaminação da água por pesticidas.

Por fim, quando a análise é feita de maneira mais regional, as conclusões apontam para uma qualidade boa, onde 68% dos pontos analisados apresentam esse resultado. Entretanto, se a análise for feita de forma mais pontual, os problemas relacionados aos contaminantes de origem local surgem como problemas típicos das grandes cidades ou de grandes áreas de irrigação ou pólos industriais tornando urgente a necessidade de proposições de metas e elaboração de programas que visem o saneamento básico e o controle das águas.

Diagnóstico das Fontes de Poluição da Região Hidrográfica Atlântico Leste

As principais fontes de poluição dos recursos hídricos da Região Hidrográfica Atlântico Leste, além dos esgotos domésticos, referem-se às atividades de agricultura e pastagem, que geram processos erosivos, assoreamento dos rios e carreamento de agrotóxicos e fertilizantes, alterando assim a qualidade da água dos mananciais. Por outro lado, as atividades industriais lançam nos corpos de água substâncias nocivas ao meio ambiente.

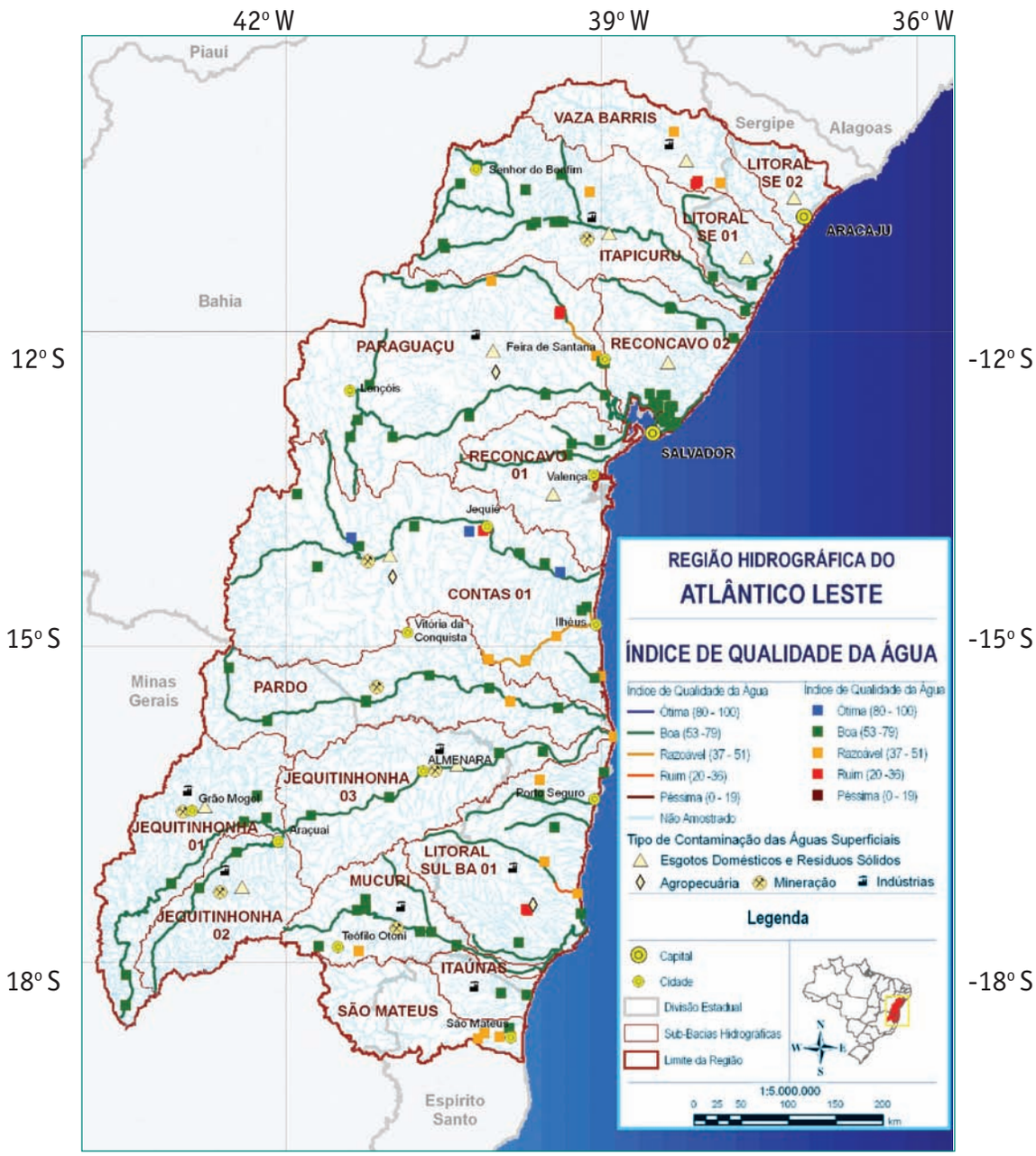
A poluição dos cursos de água da região, predominantemente oriunda de esgotos domésticos, provoca principalmente decréscimo de teores de oxigênio dissolvido (OD) e acréscimo nos índices de coliformes fecais. O aporte de sedimentos aos cursos de água, provenientes da erosão, que foi ampliada pelo desmatamento ocorrido na Bacia, causa aumento das concentrações de sólidos suspensos e da turbidez.

Outro fator preocupante é o desenvolvimento de ati-

vidades de extrativismo mineral que contribuem para o acréscimo de processos de assoreamento e a contaminação decorrente do uso indiscriminado de mercúrio nas lavras garimpeiras de ouro. Segundo informações do Centro de Recursos Ambientais da Bahia (CRA, 2002) e do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM, 2003) citadas por ANA (2005b), a Região Hidrográfica Atlântico Leste encontra-se bastante alterada pela ação antrópica, cujas atividades vêm provocando desequilíbrio aos ecossistemas naturais. A seguir, são destacados os principais problemas encontrados nos recursos hídricos dessa região.

Esgotos Domésticos e Resíduos Sólidos

A principal fonte de comprometimento dos mananciais na Região Hidrográfica é o lançamento de esgotos domésticos, que causam perdas ambientais e restringem usos para abastecimento. O impacto dos esgotos é mais significativo na área litorânea, uma vez que, por ter os maiores contingentes populacionais, tem lançamentos mais significativos que afetam atividades turísticas (balneabilidade das praias) e econômicas;



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 24 – Qualidade da Água na Região Hidrográfica Atlântico Leste

além de aumentar o risco associado à propagação de doenças de veiculação hídrica. A carga orgânica doméstica remanescente estimada é de 400 $tDBO_{5,20}$/dia, cerca de 6% do total do País, e está concentrada principalmente na região metropolitana de Salvador. Merece destaque o fato de a Região Metropolitana de Salvador estar situada na orla marítima e, desta forma, a maior carga poluidora é lançada no oceano onde, apesar da dispersão, pode comprometer a balneabilidade das águas litorâneas, notadamente em áreas de baixa circulação de correntes marinhas, tais como a Baía de Todos os Santos, objeto de grandes programas ambientais específicos.

Na Região Hidrográfica Atlântico Leste, a disposição inadequada de lixo tem se mostrado como um grande problema na maioria das sedes municipais. Segundo dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, das unidades hidrográficas da região, a Bacia do rio Paraguaçu, onde estão localizadas grandes cidades (Feira de Santana e a Região Metropolitana de Salvador), é a que apresenta o maior número de aterros sanitários em sedes municipais.

Segundo o relatório *"The Study on Water Resources Development in the State of Sergipe, Brazil Sergipe"* (2000), resultados obtidos por meio de monitoramento de 50 estações durante duas campanhas em 1998 permitiram que a ANA concluísse em seu estudo sobre qualidade das águas que é relativamente baixo o nível de poluição por resíduos orgânicos, no Estado de Sergipe, do qual fazem parte as bacias do rio Vaza-Barris, Litoral SE 01 e Litoral SE 02, exceção feita a alguns pontos situados nesta última.

Poluição Industrial

Além da degradação associada ao despejo de efluentes domésticos, o lançamento de esgotos industriais destaca-se como outra importante fonte de poluição dos mananciais da região, especialmente nas proximidades das grandes cidades. Entre as atividades desenvolvidas na região que mais contribuem para a poluição dos mananciais, sobressaem-se aquelas que se dedicam à produção petroquímica, cimento, matadouros/frigoríficos, curtumes, celulose e papel, fertilizantes, siderurgia, grande metalurgia, fabricação de resinas e fibras sintéticas, refino de açúcar e álcool.

Principalmente nas proximidades de grandes centros urbanos, são desenvolvidas atividades industriais impactantes. A seguir são apresentadas as atividades industriais e respectivos municípios que mais se destacam em algumas unidades hidrográficas da região.

- **Vaza-Barris**: Indústrias ligadas à extração de petróleo, de transformação de minerais não metálicos, setor agroalimentar e indústrias têxteis em Aracaju;
- **Itapicuru:** Atividades industriais de pequeno porte (curtumes, matadouros, marmorarias, cerâmica, alimentícias, têxteis e beneficiamento e produção de artefatos do sisal), concentradas especialmente nas cidades de Senhor do Bonfim, Jacobina, Filadélfia, Queimadas, Tucano;
- **Paraguaçu**: Possui os principais distritos industriais do Estado da Bahia: o Centro Industrial de Subaé em Feira de Santana com indústrias metalúrgicas, têxteis, de celulose de embalagem, materiais plásticos, produtos químicos. Na Região Metropolitana de Salvador, estão localizados o Pólo Petroquímico de Camaçari com empresas químicas, petroquímicas, metalúrgicas e de papel e celulose e o Centro Industrial de Aratu com unidades dos segmentos químico, plástico, têxtil, metal-mecânico e farmacêutico. Nesta Bacia, a exploração petrolífera destaca-se como atividade altamente impactante, sendo comum o transporte de substâncias tóxicas, decorrentes desta atividade, e os acidentes que ajudam no declínio da qualidade das águas, além de causarem fortes impactos em todo o ecossistema;
- **Jequitinhonha:** Indústrias de laticínios e têxteis nos municípios de Serro e Diamantina, respectivamente;
- **Mucuri:** Indústrias de abate de animais em Carlos Chagas e de curtume e laticínios em Teófilo Otoni;
- **Extremo Sul:** Indústrias de celulose, papel e processamento de madeira;
- **Itaúnas:** Indústrias de extração de petróleo e gás natural e usinas de açúcar e álcool.

Em Sergipe, destacam-se as usinas açucareiras e alcooleiras, que lançam vinhaça nos rios Cotinguiba e Sergipe, as indústrias alimentícias, matadouros, indústrias beneficiamento de couro, entre outras.

Destaca-se ainda que os grandes complexos industriais,

tais como pólos petroquímicos e também algumas indústrias de celulose, têm tratamento e controle adequado dos efluentes e rejeitos lançados. No entanto, existem diversas áreas em que unidades fabris contaminam gravemente os recursos hídricos (MMA, 1998 *apud* ANA, 2005b).

Mineração

Na Região Hidrográfica Atlântico Leste, a atividade de exploração mineral traz como conseqüência a degradação de grandes áreas, lixiviação e disposição inadequada de rejeitos, mostrando-se, portanto, como um fator impactante potencial em quase todas as bacias da região.

O Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Bahia (BAHIA, 2004) classifica as atividades de mineração em função do impacto ambiental potencial do mineral, submetido à extração. As atividades de alto impacto foram classificadas como as direcionadas para a exploração de cromo, manganês, magnesita, barita, ferro, pedras preciosas, ouro, diamante, urânio, cobre, vanádio, salgema, monazita, cal, fuczita e berilo.

A presença de uma metalurgia de chumbo, no período de 1960 a 1993, nas margens do rio Subaé, no município de Santo Amaro da Purificação – BA, contaminou e vem contaminando o local, através da deposição aleatória de 490 mil toneladas de rejeitos/escórias, por metais pesados, sobretudo chumbo e cádmio (ANJOS, 1998 *apud* CPRM, 2002). Conforme o Plano Diretor de Recursos Hídricos para os Vales dos rios Jequitinhonha e Pardo (BRASIL, 1997a), a atividade de mineração que se processa no Alto Jequitinhonha desde o início de sua ocupação é a principal responsável pela transformação do rio em um manancial extremamente raso e assoreado. Segundo o IGAM, garimpos de ouro, diamante, pedras preciosas e metais ferrosos espalhados por toda Bacia do Jequitinhonha, principalmente nos Municípios de Diamantina, Bocaiúva, Coronel Murta, Jequitinhonha, Carbonita, Virgem da Lapa e Itinga, têm alterado a qualidade das águas da região. Muitas vezes, na Bacia do Jequitinhonha, são utilizadas dragas que ampliam consideravelmente a turbidez e a quantidade de sólidos em suspensão.

Na Bacia do rio Mucuri, o IGAM (2003), citado por ANA (2005b), sugere como ação de controle da qualidade da água dos mananciais a implementação ou adequação dos sistemas de controle ambiental das mineradoras localizadas no município de Teófilo Otoni.

Na Bacia do rio Itapicuru, conforme CRA (2002), citado por ANA (2005b), o extrativismo mineral tem contribuído para o desenvolvimento de processos de assoreamento, decorrentes da extração de granito ornamental e do beneficiamento de mármore no município de Jacobina, e para a contaminação decorrente do uso de mercúrio nas lavras garimpeiras clandestinas de ouro na borda Oeste da Serra de Jacobina, no município de Jacobina, e em Nordestina, nos garimpos da Favela e da Baixinha.

Ainda segundo CRA, na Bacia do rio Contas, o desenvolvimento do extrativismo mineral encontra-se espalhado na porção oeste da Bacia, principalmente nos municípios de Caetité, Brumado e Caculé. Além disso, a deposição potencial de resíduos radioativos decorrentes da mineração de urânio no município de Lagoa Real é apontada como um grande fator impactante na região, onde foram detectados em pesquisas de análises físico-químicas indicadores como rádio, urânio e outros isótopos. O CRA propõe como ações de controle a intensificação da fiscalização de empreendimentos de mineração e a criação nos rios São João e Brumado de programa de monitoramento sob a orientação da Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN (ANA, 2005b).

Atividades Agropecuárias

Na Região Hidrográfica Atlântico Leste, a poluição difusa em áreas rurais por agrotóxicos, adubos orgânicos e químicos acontece em praticamente todas as unidades hidrográficas da região. Segundo Bahia (2004), ações predatórias por usuários de água em áreas ribeirinhas, principalmente com desempenho de atividades agrícolas nas margens dos rios e reservatórios, têm causado grandes preocupações de ordem ambiental. Na Bacia do rio Paraguaçu, por exemplo, a maioria destes usuários realiza irrigação por sulcos de inúmeras culturas de ciclo curto (tomate, pimentão, melancia e outras) e o carreamento de agrotóxicos e fertilizantes tem comprometido a qualidade dos mananciais, pondo em risco a saúde pública.

Conforme o CRA (2002), a principal atividade causadora

de impactos relevantes nos recursos hídricos na Bacia do rio de Contas é a agropecuária (culturas temporárias e semi-permanentes, pecuária, horticultura e culturas irrigadas).

Expansão Urbana

A supressão da mata ciliar em alguns trechos próximos de áreas urbanizadas e em processo de favelização, ou seja, a implantação de loteamentos ou assentamentos para a população de baixa renda, sobretudo nos arredores de grandes cidades, vem provocando a erosão das margens, assoreamento da calha fluvial e alterações do relevo e paisagens. Esta ocupação desordenada do solo tem se destacado, gradativamente, como um importante fator impactante dos recursos hídricos, que além de alterar a qualidade dos mananciais, contribui para o comprometimento dos seus ecossistemas.

Tal ocupação tem se mostrado marcante nas bacias do Recôncavo Norte, principalmente na Região Metropolitana de Salvador.

A Figura 25, Situação Ambiental da Região Hidrográfica Atlântico Leste, mostra, de forma esquemática a localização dos principais setores em que alguns dos problemas assinalados mostram-se predominantes.

4.3|Principais Biomas e Ecossistemas da Região Hidrográfica Atlântico Leste

Para o desenvolvimento do presente tema optou-se por trabalhar o conceito de ecorregião associando-o ao de bioma com o propósito de demonstrar de forma mais detalhada a realidade do arranjo das formações naturais existentes na Região Hidrográfica Atlântico Leste.

Define-se como conceito de ecorregião, um conjunto de comunidades naturais, geograficamente distintas, que compartilham a maioria de suas espécies, dinâmicas e processos ecológicos, e condições ambientais similares, que são fatores críticos para a manutenção de sua viabilidade em longo prazo (DINNESTEIN, 1995), citado em Bahia (2004).

Neste sentido, delimitaram-se os domínios de cada uma das ecorregiões considerando-se as informações cartográficas disponibilizadas pela CER e a imagem de satélite extraída das informações fornecidas pela SRH-MMA para a composição da Figura 26. Esta figura demonstra, ainda que de forma expedita, o ***status*** das formações nativas que caracterizam cada uma das ecorregiões discutidas.

A Figura 27 foi incorporada à presente discussão com o objetivo de apresentar a distribuição espacial das unidades de conservação existentes na região estudada.

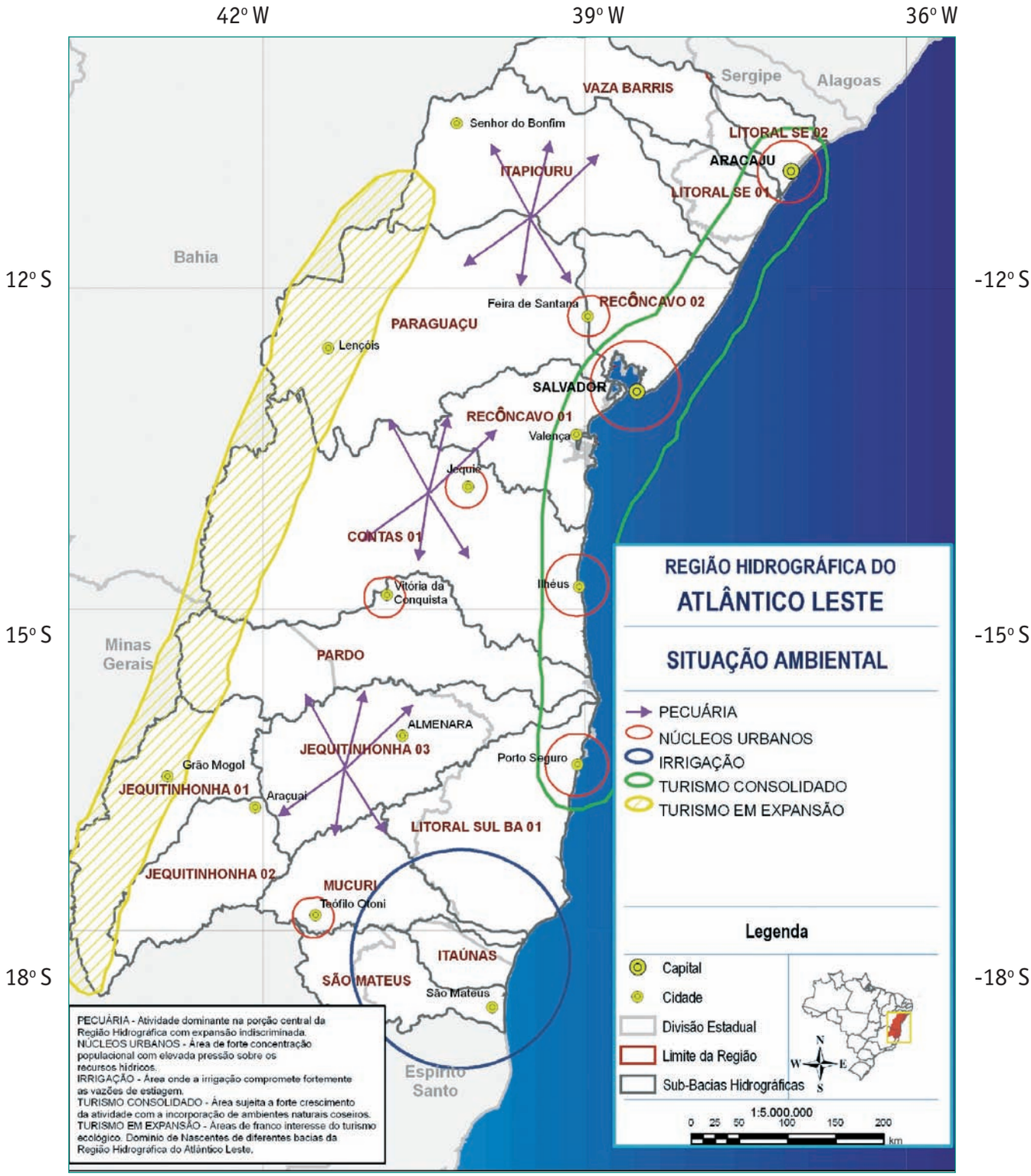
Esta figura revela, de certa forma, o foco que historicamente foi dado para a criação de unidades de conservação no Brasil. A distribuição espacial das UC's mostra a clara concentração de áreas protegidas associadas às formações florestais, exemplo que ocorre em todo o Brasil.

É relevante destacar a ausência de unidades de conservação no domínio fitogeográfico das formações mais secas. Ao que parece, o caráter subxerófilo de uma formação vegetal que coexiste ao lado de um domínio ombrófilo impõe a esta menor interesse, colocando-a, portanto, exposta à ação antrópica contrapondo com interesses preservacionistas centrados naquela de maior exuberância visual. Esta situação parece corriqueira nas diversas regiões do Brasil. No entanto, é importante perceber que por se tratar de um território localizado à montante dos ambientes ombrófilos, as pressões ambientais ocorrentes no domínio da caatinga podem se constituir numa importante fonte de potenciais interferências sobre as coleções hídricas ao longo das bacias hidrográficas, em especial os sensíveis ecossistemas costeiros estuarinos localizados na foz dos rios que compõem a Região Hidrográfica Atlântico Leste. Ademais, é sempre importante reconhecer a singularidade de cada domínio fitogeográfico e a biodiversidade a este associado, fato de fundamental importância para a conservação e preservação dos diferentes biomas brasileiros.

As Ecorregiões identificadas na área de estudo e suas variações ecológicas conforme classificação da vegetação brasileira produzida pelo IBGE (1988) são as seguintes:

Ecorregião da Caatinga

Segundo IBGE (1988), trata-se de uma formação arbórea ou arbustiva aberta, com estrato não ultrapassando 6 m de altura, caracteristicamente menos densa. O tronco é ramificado e, em geral, provido de espinhos ou acúleos, com deciduidade característica durante a época de estiagem.



Fonte: Bases do PNRH (2005)

Figura 25 – Situação Ambiental da Região Hidrográfica Atlântico Leste