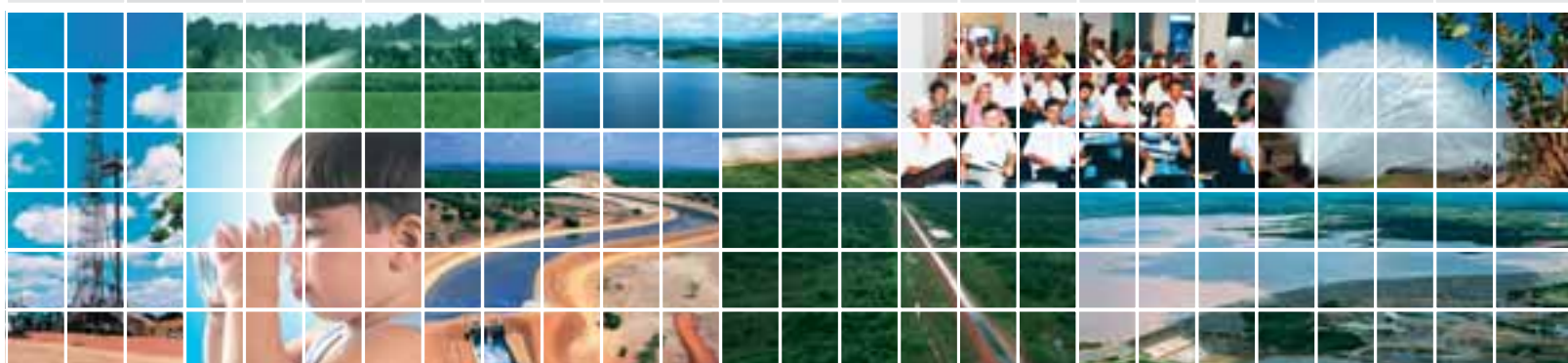


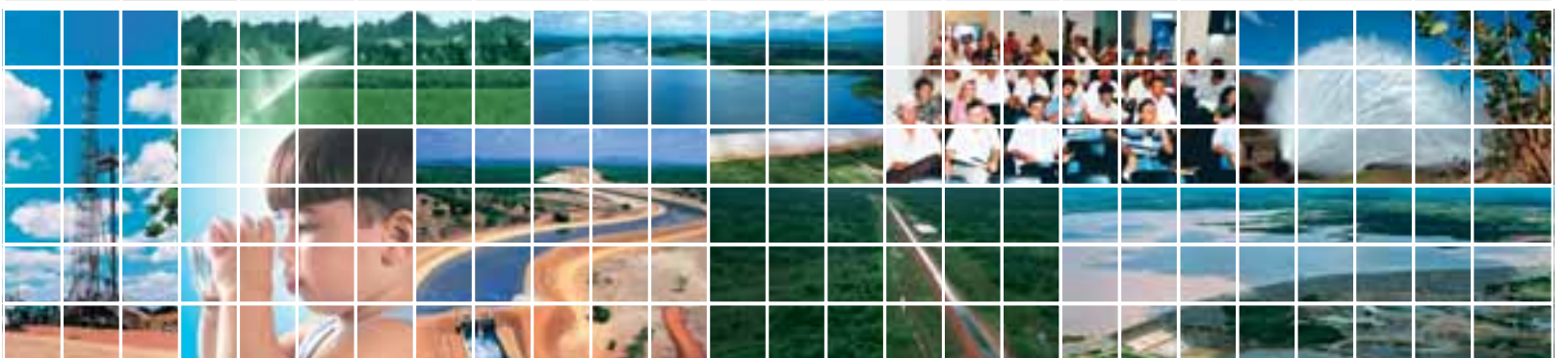
1

INTRODUÇÃO



2

BASE FÍSICA





2-BASE FÍSICA

2.1-ASPECTOS FISIAGRÁFICOS DO ESTADO DO CEARÁ

O CEARÁ E A REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA (RMF)

Estou perfeitamente ciente dos desafios que aguardam este Governo e que estão expressos no diagnóstico deste Plano, pois o Ceará tem cerca de 90% do seu território no semi-árido, que é densamente povoado e com elevada taxa de natalidade para os dias atuais.

Nossa sociedade é pobre e desigual, salientando-se que os 10% mais ricos possuem 52% da renda total e os 50% mais pobres apenas 12,5%.

A ocupação demográfica e econômica do território é extremamente desbalanceada. A Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), que ocupa 3,46% do espaço estadual, abriga, em 2003, em torno de 42% da população cearense, e concentra cerca de 62% do PIB e 90% da arrecadação de tributos. Esse quadro é ainda mais grave dentro da própria RMF, onde o Município de Fortaleza, ocupando apenas 6,30% do espaço da RMF, abriga, atualmente, cerca de 71% de sua população, concentra cerca de 62% de seu PIB e 86% da sua arrecadação de tributos, absorvendo aproximadamente 85% de seus empregos.

Lúcio Alcântara. Governador do Estado do Ceará **(CEARÁ CIDADANIA: Crescimento com Inclusão Social. Plano de Governo 2003-2006. Administração Lúcio Alcântara. Fortaleza, 2003)**

Neste item apresentam-se as principais características físicas do Estado do Ceará, com destaque para os aspectos hidrográficos, hidroclimáticos e hidrogeológicos.

Diferentemente do que acontece em outras regiões, no semi-árido (onde está inserido quase todo o território cearense) períodos secos não significam apenas diminuição ou ausência de precipitações por determinado tempo, constituem, também, a incerteza destas ocorrências na próxima estação das chuvas. Quando ocorrem, surge sempre a dúvida da regularidade e do nível de precipitação, e se serão suficientes para o abastecimento das populações, dos rebanhos, e para garantirem as safras agrícolas e a

recarga dos mananciais subterrâneos e superficiais.

O Mapa 2.1 mostra a posição relativa do Ceará no contexto regional e nacional. O Estado é constituído por 184 municípios, abrangendo uma área de 148.826 km² (Resolução nº 5, de 10 de outubro de 2002, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), correspondente a 1,75% da área do Brasil e a 9,58% da área nordestina. O Mapa 2.2 apresenta a divisão político-administrativa, em microrregiões geográficas e municípios.

Quanto às características geológicas do substrato rochoso do Estado, pode-se observar que 75% do território é de natureza cristalina. Os solos retêm

2-BASE FÍSICA

quantidades mínimas de águas de chuvas, as quais logo se escoam e se evaporam. Por isso, há escoamento nos rios e riachos somente nos períodos chuvosos. Fora da estação das chuvas os leitos dos rios permanecem secos, onde, às vezes, encontram-se em seus cursos pequenos poços ou lagoas decorrentes de soleiras ou depressões naturais, os quais, por sua pouca profundidade, se evaporam rapidamente.

As formações aluviais formadoras das planícies que margeiam rios e riachos retêm, em seu delgado manto, lençóis que se constituem reservas de água, as quais, também no decorrer do período seco, rapidamente vão-se escoando subterraneamente ou evaporando-se, não sendo suficientes para alimentarem um mínimo fluxo de água nos rios.

De acordo com a FUNCEME (1994), a distribuição geográfica das principais classes de solos do território cearense é a que segue: Neossolos Litólicos (Solos Litólicos - 25,02%), Argissolos (Podzólicos - 23,83%), Luvisolos (Bruno Não Cálcicos - 11,89%), Latossolos (8,28%), Neossolos Quartzarênicos (Areias Quartzosas - 6,95%), Planossolos (Solonetz-Solodizados - 5,89%), Afloramentos de Rocha (1,68%) e Neossolos Flúvicos (Solos Aluviais - 1,36%).

Os aspectos geológicos, geomorfológicos e pedológicos podem ser visualizados, respectivamente, nos Mapas 2.3, 2.4 e 2.5.

No Ceará as unidades fitoecológicas mais representativas espacialmente são as caatingas, que reunidas a outra unidade igualmente xerófila - o carrasco - abrangem cerca de 80% do Estado

(IPEA, 1995). Destaca-se ainda como vegetação característica o complexo vegetacional da Zona Litorânea, que ocupa a totalidade dos terrenos costeiros e as matas úmidas características dos pontos mais elevados, ou seja, as serras e planaltos. O Mapa 2.6 mostra a distribuição espacial, pelo território, dos diversos tipos de vegetação.

A população do Estado, que segundo o Censo Demográfico 2000 (IBGE, 2002) totalizava 7.430.661 habitantes, é nucleada principalmente nas sedes municipais e nos distritos, destacando-se a RMF, constituída por treze municípios, a qual concentra cerca de 40% dessa população. Essa distribui-se segundo faixas de densidades demográficas que variam de 6 hab/km² (Aiuaba) a 6.855 hab/km² (Fortaleza). A nível estadual esse valor é de 50 hab/km².

A expectativa de vida para os cearenses é de 66,4 anos. É uma posição favorável em termos de Nordeste, pois a média da região é menor (65,8 anos), mas está aquém da média nacional, que é de 68,6 anos. Quanto ao gênero, pode-se dizer que os homens estão expostos a maiores riscos de vida do que as mulheres, pois os dados do Censo 2000 (IBGE, 2002) indicam que a mulher cearense viveu 6,6 anos a mais do que o homem.

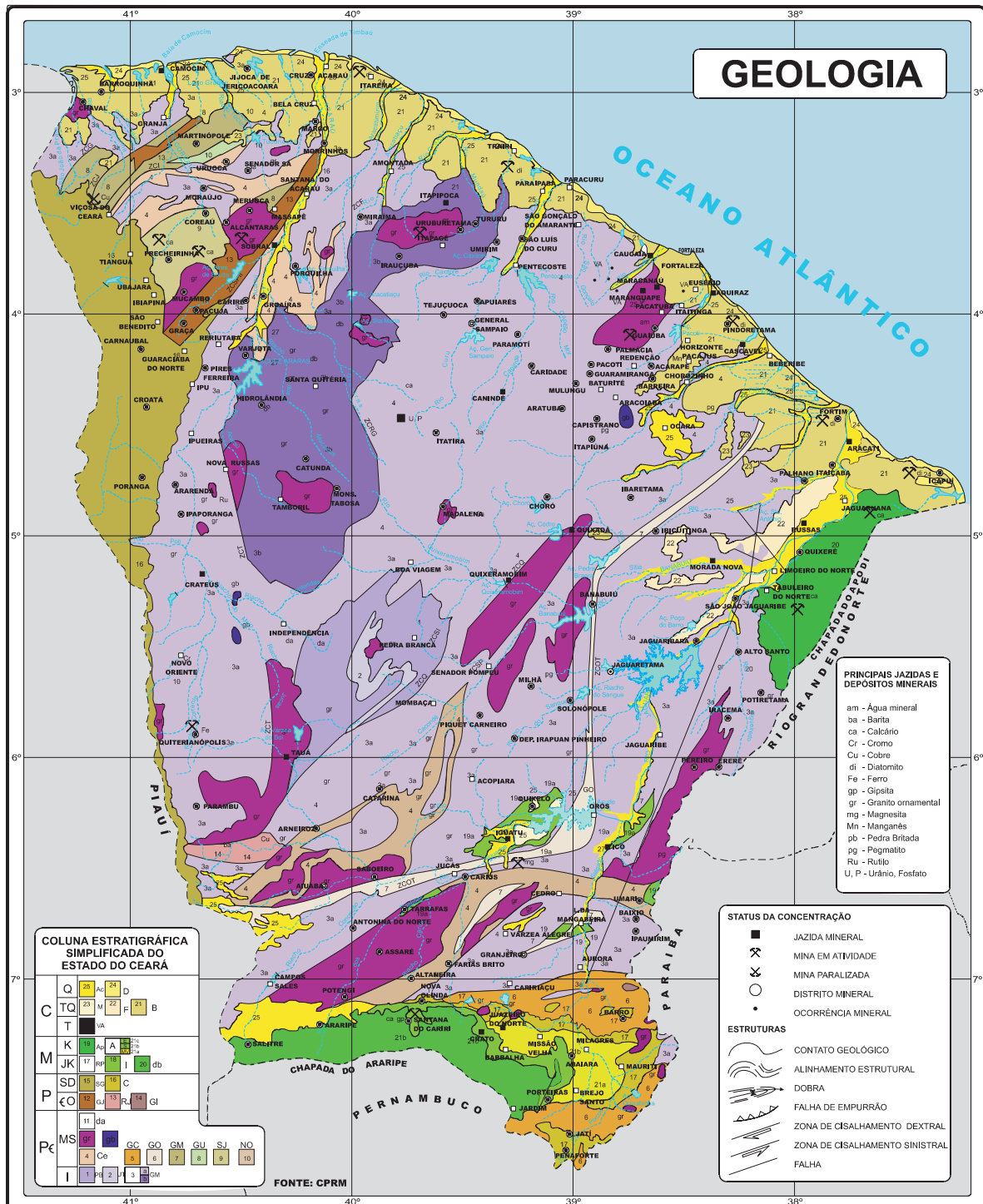
Com relação a qualidade de vida da população, entre os estados da federação brasileira, o Ceará foi o que obteve maior ganho no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), passando do 23º (ano 1996) para o 19º lugar (ano 2000). Com um índice de 0,699 (o IDH do Brasil foi de 0,764), o Estado demonstra avanços



Mapa 2.1 - Mapa de Localização do Estado do Ceará

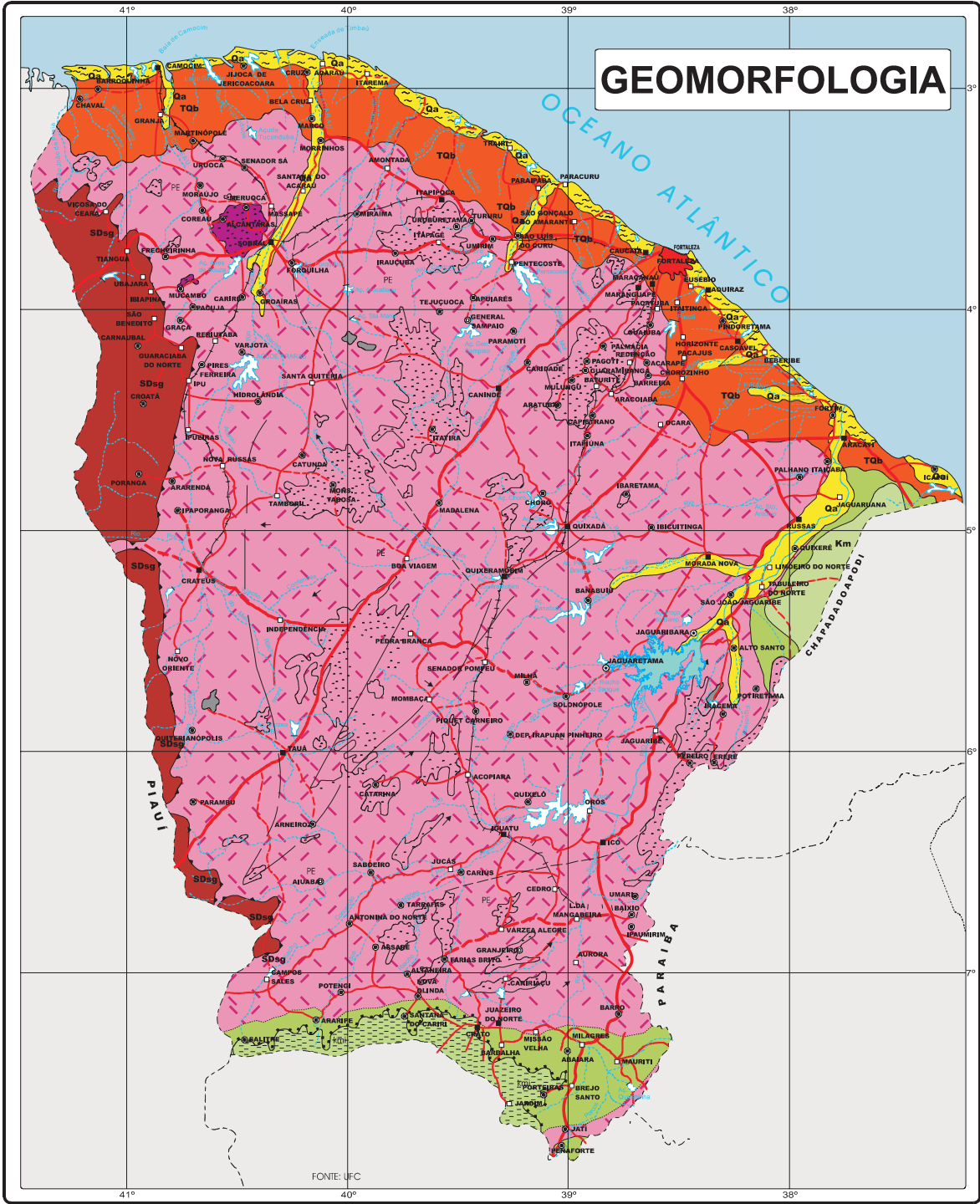


Mapa 2.3 - Geologia do Estado do Ceará



2-BASE FÍSICA

Mapa 2.4 - Geomorfologia do Estado do Ceará



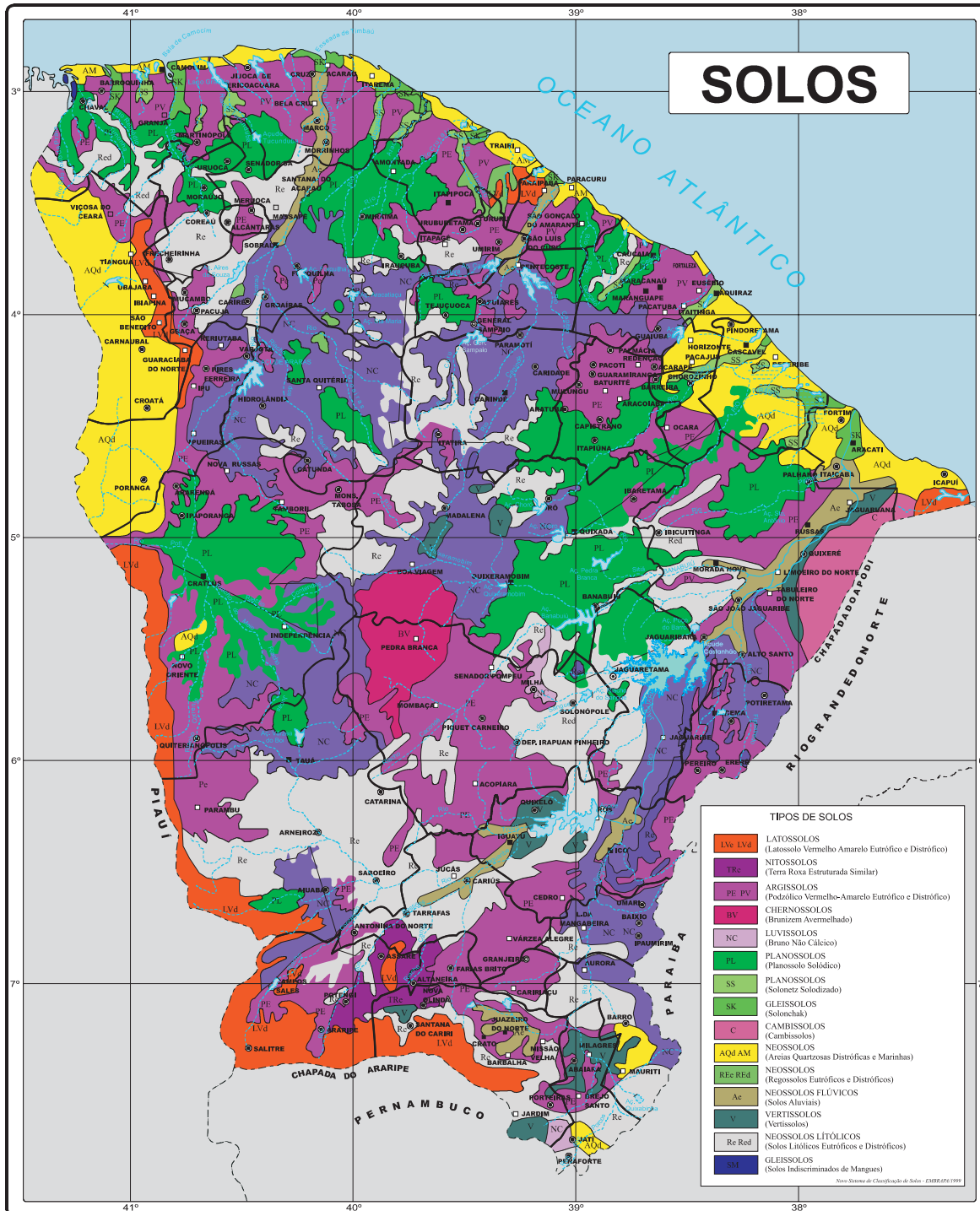


LEGENDA

UNIDADES ESTRUTURAS E DEPOSITOS SEDIMENTARES	DADOS GEOLÓGICOS	SUB-COMPARTIMENTAÇÃO REGIONAL DO RELEVO	DADOS ALTIMÉTRICOS E CLASSES DE INCLINAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO DAS FORMAS	FEIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS E MODELADO	GEOMORFOLÓGICA E HIDROLÓGICA	SIMBOLÓGICA	ANTROPICA
Sedimentos de praia, aflúvios e (paleo)canais	Da Holoceno	Planície litorânea	0-40m 0-5%	Formas de acumulação	Dunas, estuários, faixas e paleo-deltais Planícies flúvio-marinhas Planícies e terrapças flúvias	"Trent" de via este (igul) Respinga Retorno em arco de praia Falhas intracanaladas Canalento de rirampas (paleo)premitadas	Calçada Rodovia Aeroporto	
Sedimentos do Grupo Baternas	Tb Pleistoceno	Gracia pré-estruturada dissecada em interflúvios tabulares	20-30m 0-5%	Formas dissecadas com friso enlathe da drenagem	Tabuleiros pré-estruturados			
Bacia Sedimentar Potiguar com litologias do Grupo Agost	Ka Mioceno	Chapada do Apodi	100-220m 0-5%	Forma estrutural truncada por superfície erosiva	Respros de cunha separados			
Bacia Sedimentar do Açuape e litologias do Grupo Araripe	Km Mioceno	Chapada do Araripe	200-300m 2-6%	Forma tabular estrutural	Superfície tabular concubente com a estrutura e verticalidade erosiva			
Bacia Sed. do Maranhão Piauí (limite do Paraíba) e litologias da Formação Serra Grande	Sil Devoniano	Planalto da Itaipaba	750-600m 3-10%	Forma disimétrica com reverso imediato estrutural	Superfície complexa limitada por escarpas erosivas			
Complexo Cristatino	Pc Pré-Cambriano Indiviso	Micções Residuais	400-600m 10-20% a'	Formas tabulares dissecadas	Micções, resíduo dissecadas em feições de micções e cristas			
		Depressões Sertanejas	80-400m 3-15%	Formas dissecadas com logar-facet, erosão piana e los ligar-facet dissecadas	Depressões periféricas e periféricas submatriciais e processos de pedimentação			

2-BASE FÍSICA

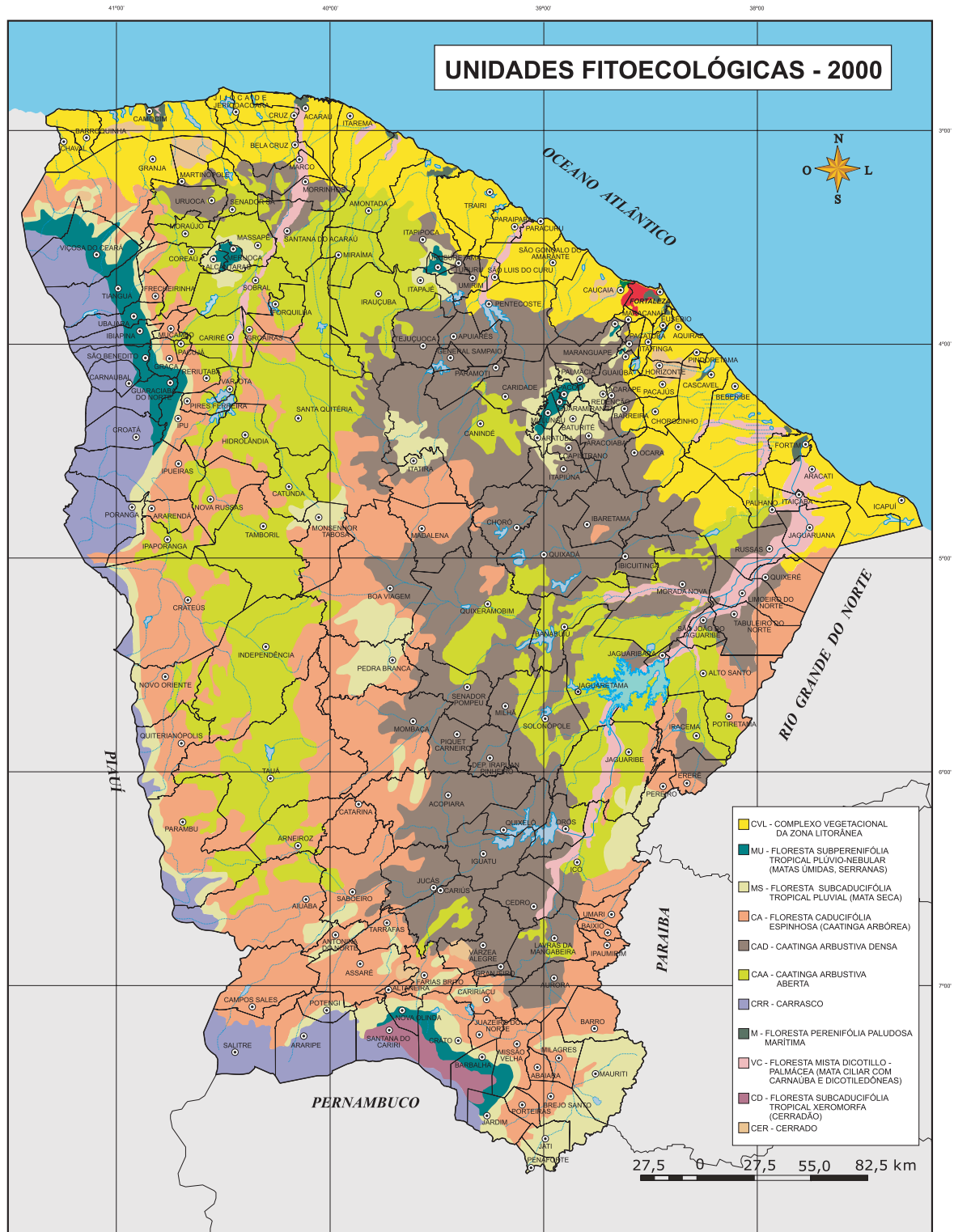
Mapa 2.5 - Solos do Estado do Ceará



FONTE: IPLANEC - ATLAS DO CEARÁ, 1997
 Baseado em Levantamento Exploratório - Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará, 1973
 Ministério da Agricultura. DNPEA-SUDENE-DRN



Mapa 2.6 - Unidades Fitoecológicas do Estado do Ceará



FONTE: FUNCEME/UFC, 2000

2-BASE FÍSICA

conseguidos na saúde e educação, com reflexos positivos na qualidade de vida do povo cearense.

A evolução do perfil econômico do Ceará demonstra que, em 2002, o Produto Interno Bruto (PIB) estadual a preço de mercado cresceu 1,91% em relação ao ano anterior, significando um montante de R\$ 24,8 bilhões, que resultou num PIB

per capita de R\$ 3.246 (42,90% da média brasileira).

Vale destacar que a expansão do PIB cearense foi comandada pelo bom desempenho da agropecuária, que registrou um aumento de 25,69%, resultado de uma quadra invernos regular que provocou um elevado incremento das lavouras e um aumento de sua produtividade.

DE SECA E OUTROS FANTASMAS (DESDE, COMO E ATÉ QUANDO): DESDE

O sertão cearense registra uma das mais altas densidades populacionais do país. O número ultrapassa o nível dos 30% (sic!). Uma população difusa e distribuída numa área inóspita, e semidesértica, transforma o sertanejo num personagem vulnerável, dependente do governo, sem alternativa de renda em face da carência dos recursos naturais de certas zonas do território cearense.

As rodovias, por sua vez, atraíram para suas margens inúmeras famílias induzidas pelas ofertas e promessas do clientelismo político: a TV, a energia, a parabólica, a ambulância da prefeitura, o ônibus e até o carro-pipa. Como o projeto da estrada segue a linha da cumeada do terreno, estas pessoas moram na espinha da base rochosa cristalina, portanto, sem água e sem solo, numa zona totalmente insustentável.

Vivendo nestas condições, tais famílias terão pouquíssimas chances de alcançar uma renda mínima. Nos períodos de seca, elas somente sobreviverão se o governo criar oportunidade de trabalho ou ação de assistência socioeconômica direta, como cestas básicas, emprego emergencial, etc. E assim, em todo período crítico o problema se repete, uma vez que um trabalho nessas áreas não consegue transformar a natureza e melhorar a qualidade de vida do sertanejo.

Ao longo de mais de um século, o poder público ainda não conseguiu estabelecer um projeto de emprego e renda para famílias atingidas pela seca, que tivesse uma avaliação positiva ou qualquer resultado capaz de reduzir na próxima seca o drama dessas populações que moram em áreas críticas do território: comunidades em planaltos pedregosos, áreas salinizadas de várzea ou massapê rachado, depressões lacustres em zonas de solo raso e periferia de cidades pequenas e pobres.

Toda esta dispersão de recursos públicos origina-se na sazonalidade e descontinuidade das ações de governo, decorrentes sobretudo da incerteza dos eventos de seca, que torna improdutivo o emprego nas frentes de emergência dos anos críticos, marcados pela improvisação e paternalismo crônico. São postos de empregos que viciam e deseducam o homem do sertão, e promovem a descrença no trabalho como processo de progresso do homem, cristalizando na cabeça do sertanejo a cultura do conformismo e da inércia.



O descaso no enfrentamento da crise e o caráter dispersivo dos programas desenhados pelos governos são tão antigos e ultrapassados que a expressão do engenheiro Arão Reis, em 1913, parece descrever e criticar os atuais projetos implementados pela SUDENE: “Infelizmente, é difícil vencermos no Brasil o vício tradicional de preferir protelações indefinidas a soluções de conjunto, malbaratando assim, por dilatados anos, dinheiro e esforços, sem orientação segura, em trabalhos dispersivos e improfícuos. E mais do que qualquer outro, tem sido um grande problema das secas, a vítima dessa fatalidade nacional.”

Hypérides Pereira de Macedo (O Poço e o Pomar na Terra da Luz. Fortaleza: 2002. p. 115-117.)

O então governador Tasso Jereissati escreveu, em 1995, que: “O projeto de um Ceará novo, equilibrado, estável, capaz de alcançar um desenvolvimento sustentado, precisa antes de tudo estabelecer bases consistentes de convivência com o fenômeno das secas” (SRH/PROGERIRH, 1995).

Conceitualmente, desenvolvimento sustentável é o processo de melhoria e ampliação do patrimônio econômico, ambiental e social, realizado de forma contínua e harmônica, com distribuição equânime no tempo e no espaço (Vieira, 2002).

É com base nestes princípios e propósitos que se desenvolve a atual Política de Recursos Hídricos do Estado do Ceará.

2.2- A HIDROGRAFIA DO ESTADO DO CEARÁ

2.2.1-Generalidades

A adoção da bacia hidrográfica como unidade de gestão figura como um dos princípios fundamentais do gerenciamento dos recursos hídricos. No planejamento das ações regionais, utilizando-se os comitês de bacia, procurou-se atender a esse princípio e, ainda, a um outro ponto referente a racionalidade do processo de administração:

as unidades regionais de gerenciamento. Estas, também denominadas regiões hidrográficas, deveriam ter áreas de mesma ordem de grandeza. Assim, foram delineadas onze regiões hidrográficas¹: Alto Jaguaribe, Salgado, Médio Jaguaribe, Banabuiú, Baixo Jaguaribe, Metropolitana, Curu, Acaraú, Coreaú, Poti (Parnaíba) e Litorânea (Aracatiagu). O Mapa 2.7 apresenta a divisão hidrográfica do Estado, segundo as 11 unidades de planejamento.

O regime hidrológico dos cursos d’água no Ceará é condicionado, e principalmente afetado - dentre outros fatores - pela má regularidade das chuvas e pelas condições geológicas das áreas onde se situam as diversas bacias hidrográficas.

Apesar de todas as condições desfavoráveis, não apresentando um escoamento uniforme durante o ano, os deflúvios médios dos rios do Estado, somados, alcançam a ordem de 12 bilhões de metros cúbicos anualmente, correspondente a uma dotação específica de 2,57 l/s/km². Para que se ressalte a importância desse número, ele representa cerca de 13% de todo deflúvio da Região Hidrográfica Costeira do Nordeste Oriental (685.303 km²) que é de 93 bilhões de metros cúbicos por ano, representando 4,29 l/s/km² (ANA, 2002).

1-Conceitualmente, bacia hidrográfica difere de região hidrográfica. Porém, a comunidade técnica e a administração pública no Ceará usam estas expressões indistintamente para denominar as onze regiões hidrográficas do Estado, que na verdade são constituídas por grupos de bacias, uma bacia isolada, uma sub-bacia ou mesmo parte de bacia.

BACIA HIDROGRÁFICA: CONCEITOS

Maria Luiza Machado Granziera apresentou, em seu livro *Direito de Águas: Disciplina Jurídica das Águas Doces* (2001), alguns conceitos sobre bacia hidrográfica: “Área de drenagem de um curso d’água ou lago” (DNAEE, 1976). Ou “área com um único exutório comum para o escoamento de suas águas” (DNAEE, 1976). Nos termos do inciso IV do art. 2º da Instrução Normativa MMA 4/2000, é “área de drenagem de um curso d’água ou lago.” “A noção de bacia fluvial significa o conjunto constituído por um rio, seus afluentes e mesmo as águas subterrâneas, formando o que se chama de sistema hidrográfico” (COLLIARD, 1968).

Segundo Granziera (2001), “Manoel Inácio Carvalho de Mendonça tratou do tema de forma mais extensa, ensinando que ‘dá-se o nome de bacia ao conjunto das terras cujas águas todas se lançam em um rio de ambas as margens’. Além disso, menciona que a bacia hidrográfica consiste em ‘uma porção do território cujas águas têm por derivativo ou escoadouro um rio’. E alerta o autor que a bacia não é somente o vale que um rio atravessa, e sim também o de seus afluentes”.

A importância em definir “bacia hidrográfica” refere-se ao fato de ser ela considerada, na legislação nacional (Lei n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997), assim como em outras, como “unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos” (Granziera, 2001).

A GOTA D’ÁGUA

“O volume médio de chuva anual no Ceará é de aproximadamente 113 bilhões de metros cúbicos. A evaporação, a infiltração e outras perdas consomem quase 90% deste volume, pois apenas cerca de 12 bilhões de metros cúbicos d’água escorrem anualmente na superfície do solo, originando o escoamento dos rios, riachos e enchendo os açudes. Mesmo assim, ainda é um volume muito grande. Acontece, porém, que em certos anos de inverno pesado ou acima da média é possível chover um volume de 150 ou até mais de 200 bilhões de metros cúbicos. Nestes anos de bom inverno, o volume escoado na superfície do solo, deduzidas todas as perdas, pode chegar a 25 bilhões de metros cúbicos d’água ou ser superior a 35 bilhões, pois quanto mais umidade maior o índice de escoamento, ultrapassando em muito a média de 10% prevista”.

Hypérides Pereira de Macêdo (**A Chuva e o Chão na Terra do Sol**, 1996).



2.2.2-A Bacia Hidrográfica do Jaguaribe

O Jaguaribe, principal rio do Estado, percorre um trajeto aproximado de 633 km, desde as suas nascentes na Serra da Joanhina - no Município de Tauá - até a sua foz no Oceano Atlântico. Sua bacia drena uma área correspondente a 48% do Estado do Ceará - beneficiando 81 municípios - perfazendo um total de 72.043 km², dos quais 255 km² pertencem ao Estado de Pernambuco (PLANERH, 1992). Observa-se que a área total desta bacia, de acordo com o georreferenciamento feito a partir de imagens de satélite é de 72.645 km² (SRH/COGERH/Engesoft, 2000). Esta diferença deve-se basicamente a distorções de escala de trabalho e erros fortuitos de delimitação nos divisores hidrográficos. Serão adotados, neste estudo de consolidação, os dados mais recentes, ou seja, os do Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Jaguaribe (SRH/COGERH/Engesoft, 2000).

A mesma, por ser muito grande e heterogênea, pode ser dividida em 5 regiões hidrográficas:

- **Região Hidrográfica do Alto Jaguaribe:** localiza-se a montante do açude Orós e drena uma área de 24.636 km². O rio Jaguaribe, nesta região, possui uma extensão aproximada de 325 km, e têm declividades que variam de 0,03% a 2,50%, sendo a declividade média de 0,06%;
- **Região Hidrográfica do Salgado:** desenvolve-se no sentido sul-norte, até encontrar o rio Jaguaribe, logo a jusante da barragem do açude Orós, drenando uma área de 12.865 km². O rio Salgado, com extensão de 308 km, é o

principal afluente da margem direita do rio Jaguaribe, sendo formado pela junção do rio da Bateiras com o riacho dos Porcos, cujas nascentes localizam-se no sopé da Chapada do Araripe. Nas vertentes da Chapada, o rio possui fortes declividades, que vão se tornando mais suaves até a formação da zona aluvionar. As declividades do talvegue variam de 0,10% a 8,00%, sendo a declividade média de 0,18%;

- **Região Hidrográfica do Banabuiú:** o rio Banabuiú, com extensão de 314 km e área de drenagem de 19.316 km², é o principal tributário do rio Jaguaribe. Desenvolve-se no sentido oeste-leste, tendo sua foz localizada próximo a sede municipal de Limoeiro do Norte. São seus afluentes, pela margem esquerda, os rios Patú, Quixeramobim e Sitiá, e pela margem direita destaca-se apenas o riacho Livramento. Seu alto curso é encachoeirado, onde são frequentes as corredeiras. As declividades do talvegue variam de 0,05% a 2,10%, mantendo-se em torno de 0,09% a média;
- **Região Hidrográfica do Médio Jaguaribe:** com um curso de aproximadamente 171 km de extensão, compreendido entre a barragem do açude Orós e a ponte de Peixe Gordo, na BR-116, drena uma área de 10.376 km², sendo o rio Jaguaribe, neste trecho, perenizado até sua foz pelo açude Castanhão, localiza-

2-BASE FÍSICA

do nesta região e que tem capacidade de armazenar um volume máximo de até 6,7 bilhões de metros cúbicos (levando-se em consideração o volume destinado ao amortecimento de ondas de cheia). As Declividades variam de 0,02% a 0,83%, sendo a média 0,06%;

- **Região Hidrográfica do Baixo Jaguaribe:** a partir da ponte na BR-116, em Peixe Gordo, até a sua foz, o rio percorre cerca de 137 km, com declividade média de 0,03% e desnível de 40 m, drenando uma área de 5.452 km². O Baixo Jaguaribe caracteriza-se, principalmente, pelo alargamento do vale numa extensa planície aluvial, cobrindo áreas que vão da BR-116 à encosta da Chapa do Apodi.

2.2.3-A Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas

Posicionada na região Nordeste do Estado do Ceará, compõe-se por um conjunto de 14 bacias independentes, das quais apenas as bacias dos rios Pirangi (4.374 km²), Choró (4.751 km²), Pacoti (1.258 km²), São Gonçalo (1.332 km²) e os sistemas Ceará/Maranguape (780 km²) e Cocó/Coaçu (500 km²) são hidrologicamente mais representativas, estando as demais bacias - Gereraú (120 km²), Cahuípe (274 km²), Juá (122 km²), Catu (156 km²), Caponga Funda (59 km²), Caponga Roseira (69 km²), Malcozinhado (382 km²), Uruaú (262 km²) e Faixas Litorâneas de Escoamento Difuso (646 km²) - restritas a zona costeira.

Abrange uma área de 15.085 km², com larga influência da faixa litorânea e das zonas altas das Serras de Guaramiranga e Baturité, englobando total ou parcialmente o território de 41 municípios, com destaque para a Região Metropolitana de Fortaleza, que abriga cerca de 40% da população estadual (SRH/COGERH/VBA, 2000).

2.2.4 - A Bacia Hidrográfica do Acaraú

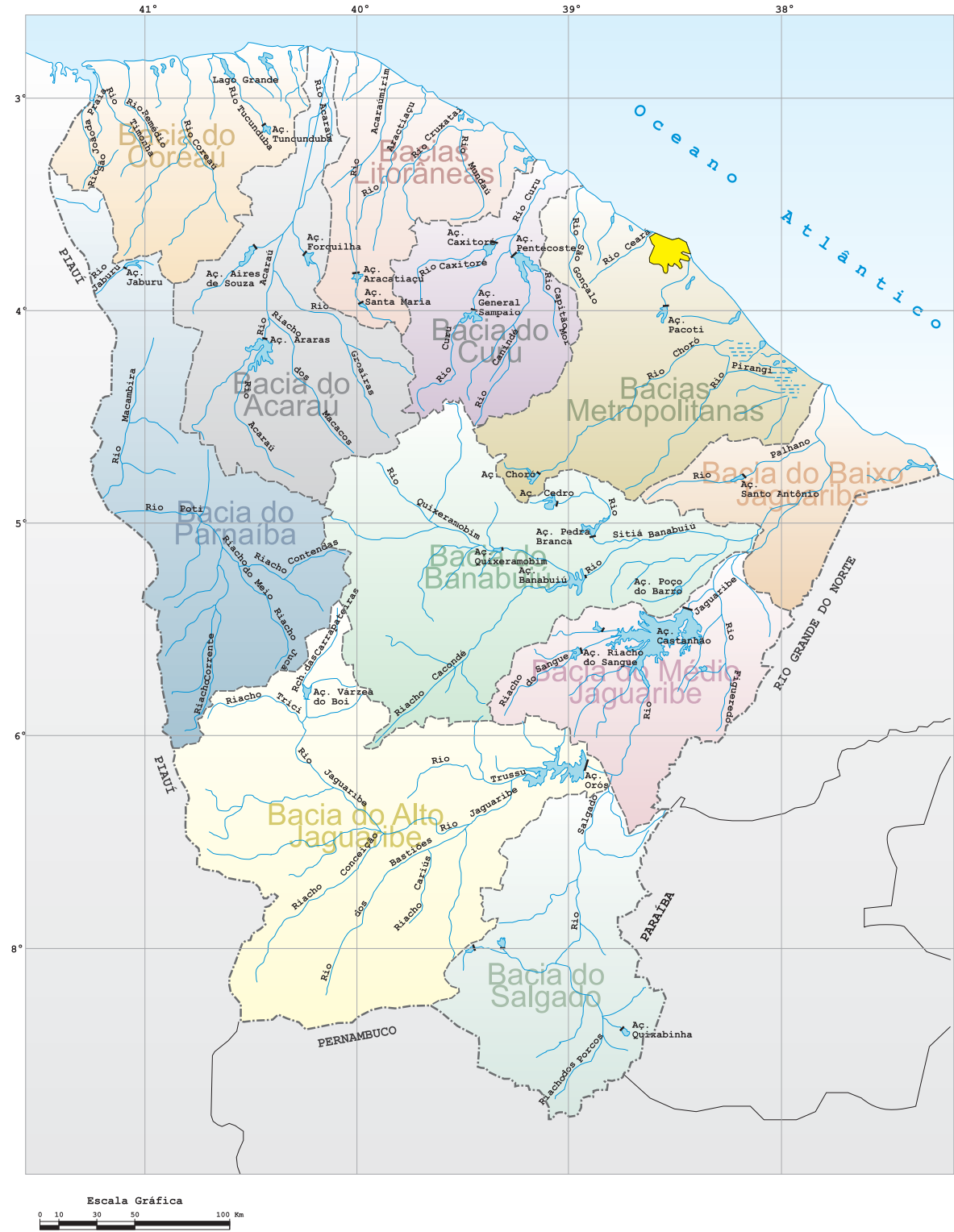
O rio Acaraú nasce na Serra das Matas - na região centro-oeste do Estado, em cotas superiores a 800 m - e se desenvolve praticamente no sentido sul-norte por 315 km até sua foz, drenando uma área de 14.423 km². No seu trecho inicial apresenta uma forte declividade, característica da região montanhosa, porém no seu primeiro terço a mesma reduz bastante, traduzindo a predominância do relevo suave que caracteriza a bacia. Os principais afluentes são os rios: Macacos, Groaíras, Jacurutu, Sabonete e Jaibaras (SRH/Consórcio MW-Engesoft, 2000).

2.2.5 - A Região Hidrográfica do Coreaú

Esta região hidrográfica tem 10.657 km², englobando tanto a bacia drenada especificamente pelo rio Coreaú e seus afluentes, com 4.446 km², como também o conjunto de bacias independentes adjacentes que variam de pouco mais de 125 km² (Córrego da Poeira) até próximo de 1.850 km² (Timonha). O rio Coreaú nasce da confluência dos riachos Jatobá e Caiçara, oriundos do sopé da Serra da Ibiapaba, e desenvolve-se (praticamente no sentido sul-norte) por 167,5 km até o Oceano Atlântico. Este rio possui baixas



Mapa 2.7 - Hidrografia do Estado do Ceará



2-BASE FÍSICA

declividades, especialmente na sua metade final. Seu principal afluente é o rio Itacolomi, merecendo citação, também, o riacho Juazeiro (SRH/Consórcio MW-Engesoft, 2000).

2.2.6 - A Região Hidrográfica do Poti (Parnaíba)

Ocupa uma área de 16.901 km² e engloba as bacias dos rios Poti e Macambira (14.377 km²) e o conjunto de 8 sub-bacias independentes pertencentes à baciados rios Longá/Pirangi (2.524 km²). A bacia do Poti é a única das bacias principais não integralmente contida no Ceará: suas águas também interessam ao Estado do Piauí. Representa cerca de 5% da área de drenagem do rio Parnaíba.

2.2.7 - A Bacia Hidrográfica do Curu

Esta bacia possui uma área de drenagem de 8.528 km². O rio Curu nasce na região montanhosa formada pelas Serras do Céu, da Imburana e do Lucas, localizadas no centro-norte do Estado. Ao longo de 195 km, até sua foz, ele corre preferencialmente no sentido sudoeste-nordeste. No conjunto, esta bacia possui relevo predominantemente de moderado a forte, com grande parcela de seu divisor sendo formada por zonas montanhosas, com destaque para a Serra de Baturité, ao leste, e a Serra de Uruburetama, ao oeste. Sua configuração espacial não favorece a formação de cheias, tendo um índice de compacidade relativamente alto (1,59) e fator de forma baixo (0,23). Seu principal afluente é o rio Canindé, que se encontra na margem direita, e drena praticamente todo o quadrante sudoeste da bacia. Pela margem esquerda destaca-se o rio Caxitoré (SRH, 1992).

2.2.8-A Região Hidrográfica das Bacias Litorâneas (Aracatiaçu)

Esta região hidrográfica, com área de drenagem de 8.619 km², engloba as Bacias do Aracatiaçu (3.415 km²), Mundauá (2.227 km²), Aracati-Mirim (1.565 km²), Trairi (556 km²) e Zumbi (193 km²), além de uma Faixa Litorânea de Escoamento Difuso (FLED) de 663 km².

2.3-VARIABILIDADE CLIMÁTICA DA REGIÃO NORDESTE: ÊNFASE AO ESTADO DO CEARÁ

2.3.1 -Introdução

Em regiões com características semi-áridas, como em 93% do Estado do Ceará, um melhor conhecimento da variabilidade pluviométrica intra-sazonal é imprescindível para a implementação de atividades humanas, onde a variável água passa a ser um fator limitante. Dessas atividades, a agricultura de sequeiro tem-se destacado, tornando-se de alto risco.

Entre as principais causas das frequentes perdas de safra no Ceará, destacam-se: deficiente aparato tecnológico, reduzida assistência técnica, falta de implementação de metodologias de manejo e conservação do solo, e, principalmente, as constantes irregularidades climáticas com causas externas à região, que alternam anos secos e chuvosos ao longo do território. (Hastenrath e Heller, 1977; Moura e Shukla, 1981; Nobre, 1993; Souza, 1997).

No contexto atual do conhecimento científico sobre a variabilidade da precipitação no setor norte do Nordeste Brasileiro (NEB), no qual está inserida a região semi-árida e o Estado do Ceará, é consenso na comunidade científica mundial que as variações térmicas nos Oceanos



Pacífico e Atlântico Tropicais (região entre 20°S e 20°N de latitude) constituem-se as principais causas da mesma. As variações mensais da Temperatura da Superfície do Mar (TSM), principalmente antes e durante o período de fevereiro a maio, na bacia tropical destes oceanos, têm um papel físico fundamental no controle do posicionamento e da frequência, sobre ou nas proximidades do setor norte do NEB, do principal sistema atmosférico responsável pelas chuvas mais abundantes e regulares nessa região no período do ano anteriormente citado, ou seja, a Zona de Convergência Intertropical - ZCIT (Uvo, 1989).

Hoje, mesmo com todo o avanço científico alcançado pelos modelos numéricos, os prognósticos das condições futuras da atmosfera ainda estão em caráter experimental. Os resultados dessa modelagem ainda não conseguem detectar os períodos, dentro da escala mensal ou intra-sazonal, de ocorrência de chuva ou estiagem. Além disso, as observações interanuais têm mostrado que, aparentemente, a ocorrência de períodos de estiagem e de chuvas dentro da estação chuvosa no setor norte do NEB, entre o período de janeiro a junho, apresenta características distintas em anos caracterizados como Secos, Normais ou Chuvosos.

2.3.2- Avaliação do Impacto Climático na Agricultura do Ceará

A Figura 2.1 ilustra bem como a falta de água pode contribuir decisivamente para a diminuição da safra no Estado do Ceará. Nessa figura, observa-se a probabilidade diária, no período de 1º de janeiro a 20 de maio, de nos próximos dez dias a umidade média no solo, para o Ceará,

apresentar um valor 5 mm, para uma composição de anos classificados como Secos (anos de ocorrência de El Niño e Dipolo Positivo na Bacia do Atlântico Tropical), Normais e Chuvosos - geralmente observados quando ocorrem La Niña e Dipolo Negativo de TSM na Bacia do Oceano Atlântico Tropical (Alves et al., 1997). Mencione-se que as definições de El Niño, La Niña e Dipolo Positivo e Negativo de TSM, e como esses padrões térmicos nas Bacias dos Oceanos Pacífico e Atlântico Tropicais relacionam-se com a distribuição de chuva no setor norte do NEB, estão apresentadas no subitem 2.3.4.

Nota-se, que de 1º de janeiro a aproximadamente 15 de abril, em todas as composições de anos, em média, a probabilidade é nula, entretanto, para os anos secos (quando ocorreu El Niño com Dipolo Positivo de TSM na Bacia do Oceano Atlântico Tropical), a partir desta data, as probabilidades aumentam abruptamente, indicando que há perda das condições hídricas no solo que poderiam ser utilizadas para suprir as necessidades das culturas agrícolas, geralmente em um período de maturação para possível colheita.

Essa falta de umidade no solo deve contribuir para que haja déficit na produção e na produtividade de grãos (milho e feijão). A Figura 2.2, apesar de apresentar uma produção média para o Estado, mostra que isso é factível, notando-se que nos anos de El Niño associado à presença do Dipolo Positivo de TSM no Atlântico Tropical, tanto a produção como a produtividade média de feijão e de milho, no Ceará, apresentam uma queda da ordem de 40% a 60%.

2-BASE FÍSICA

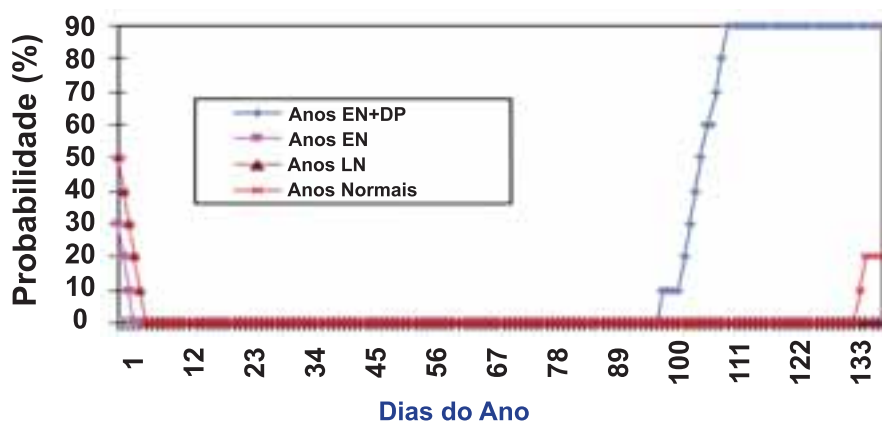


Figura 2.1 - Probabilidade média no Estado do Ceará de nos próximos dez dias, a partir de cada dia, desde 1º de janeiro a 21 de maio, da umidade no solo ser $\leq 5\text{mm}$. Os símbolos na legenda representam o seguinte: EN + DP (composição de anos com El Niño associado com Dipolo Positivo no Atlântico Tropical), EN (composição de anos com El Niño sem a presença de Dipolo Positivo de TSM no Atlântico Tropical) e LN (composição de anos de La Niña).
Fonte: Alves et al., 1997.

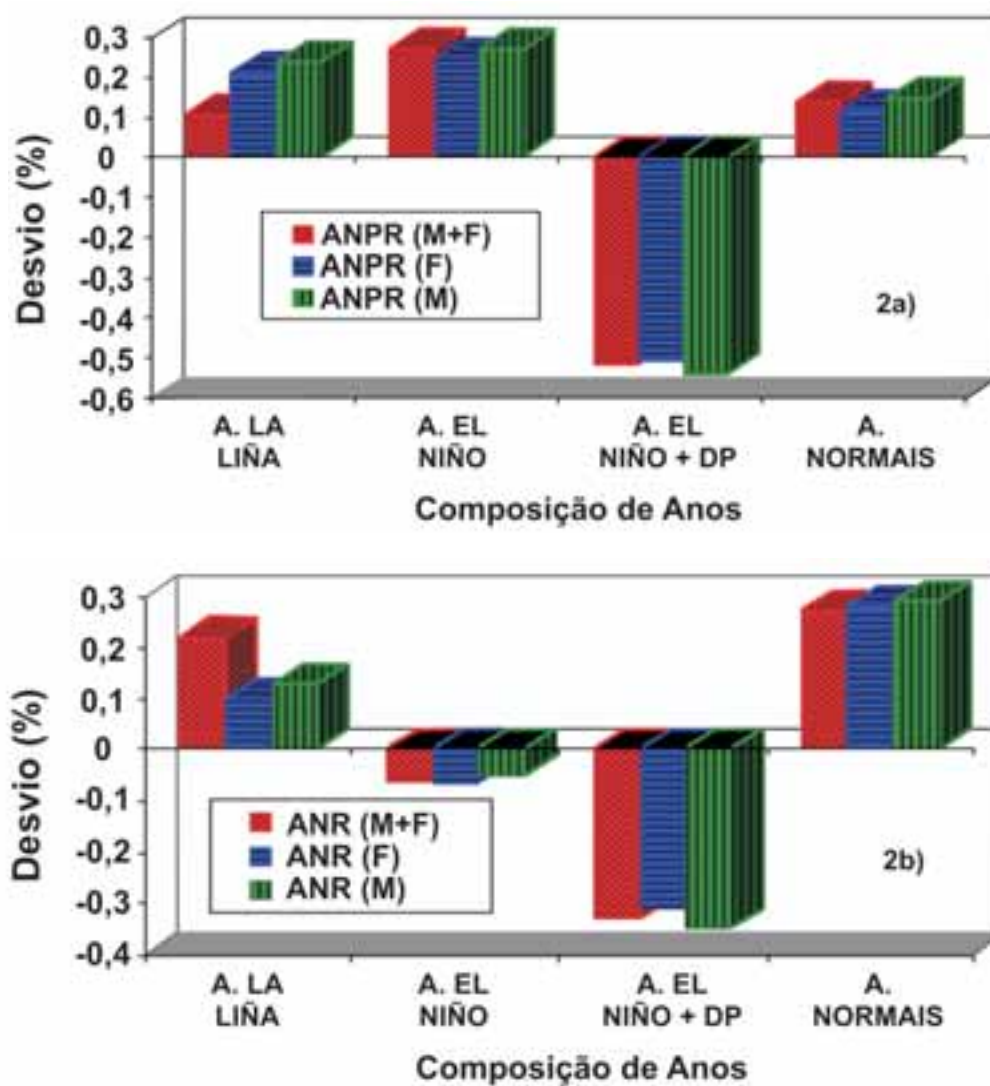


Figura 2.2 - Desvios percentuais de rendimento (R) e Produção (PR) para a composição de anos de La Niña, de El Niño, de El Niño com Dipolo Positivo de TSM no Atlântico Tropical e anos Normais. 2a) produção e 2b) rendimento. Os valores médios de rendimento e produção de ambas as culturas são: feijão+milho (F+M) = 517,79 kg/ha e 163.539 t, feijão (F) = 381,54 kg/ha e 109.951 t e milho (M) = 630,94 kg/ha e 217.128 t.
Fonte: Alves et al., 1997.

Quem mais se recente dessa falta de condições hídricas no solo, para que o cultivo agrícola se desenvolva e culmine com níveis de produção e de produtividade desejados, são as comunidades que têm na agricultura de subsistência sua principal fonte de alimentação. Além disso, os governos Estadual e Federal no aspecto financeiro, geralmente, têm de socorrer tais contingentes populacionais, nos anos de perda excessiva de safra, gastando elevadas cifras financeiras. Pelas razões expostas, o conhecimento climatológico dessas características pluviométricas e hídricas no solo ao longo da Região Nordeste, caso particular do Estado do Ceará, em anos de contrastes (Secos, Normais ou Chuvosos), torna-se de grande importância, para que se possa, associado ao monitoramento em tempo real dessas características, a cada ano, elaborar um calendário agrícola onde os riscos de perda da safra agrícola possam ser minimizados.

2.3.3- Características Climatológicas da Precipitação no Ceará e nos Principais Sistemas Atmosféricos Atuantes no Estado

O Estado do Ceará está localizado no setor norte do Nordeste, aproximadamente entre as coordenadas de 2,5°S e 10°S e 34°W e 42°W, e tem como característica pluviométrica dois períodos distintos ao longo do ano. Um mais chuvoso, não levando em consideração as variabilidades interanuais, que se estende principalmente de fevereiro a maio, e um período seco compreendendo os meses de junho a outubro. Outro período (intermediário), chamado de pré-estação chuvosa, começa em média em novembro, estendendo-se até janeiro.

A Figura 2.3 apresenta a distribuição espacial das precipitações nas estações do ano (verão, inverno, outono e primavera), e as suas contribuições em termos de desvios, para o total anual de chuvas. Pode-se observar que os mais elevados níveis de chuvas concentram-se nas estações de verão e outono austrais, enquanto os mais baixos são observados durante as estações de inverno e primavera. Em todo o Estado, as maiores contribuições, em relação ao total anual, também concentram-se nestas duas estações, principalmente no outono.

A evolução da ocorrência de chuvas ao longo do Estado dá-se de forma gradativa, devido à ação de diferentes sistemas atmosféricos atuantes nas diversas áreas do mesmo. Na pré-estação (período de novembro a janeiro), as chuvas preferencialmente banham a região centro-sul do Estado, principalmente o Cariri, e a região da Serra da Ibiapaba.

Estas chuvas são provocadas pela instabilidade atmosférica gerada pela presença de frentes frias localizadas no setor centro-sul do Nordeste, que favorece a formação da atividade convectiva. Entretanto, em outras áreas do Estado podem ocorrer chuvas abundantes devido à atuação de Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), que induzem a formação de nuvens causando chuvas fortes até nas áreas mais áridas do Estado (Sertão Central e dos Inhamuns).

Um exemplo típico da forte atuação destes sistemas foi o mês de janeiro/98 (Figura 2.4), com chuvas abundantes em todo o Estado sendo geradas pela presença de VCAN, que foram bastantes freqüentes ao longo deste mês, e tam-

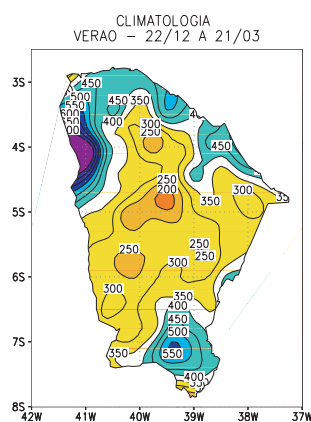
2-BASE FÍSICA

bém desde dezembro/97 sobre o NEB (Figura 2.5).

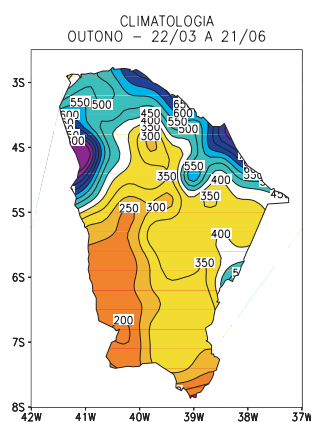
A partir de fevereiro, considerando-se a influência dos aspectos de grande escala da atmosfera e dos oceanos que modulam a intensidade das chuvas no setor do NEB, a distribuição da precipitação ao longo do Estado faz-se de forma mais homogênea. É a partir deste mês e principalmente nos meses de março e abril, quando a ZCIT (principal sistema causador de chuvas sobre o setor norte do NEB) passa a atuar de forma mais freqüente sobre/nas proximidades do

setor norte do NEB que se inicia a estação das chuvas no Estado do Ceará.

Relacionado às diferenças nas intensidades de precipitação nas diversas áreas do Estado, alguns aspectos fisiográficos e de posicionamento destas microrregiões são os principais fatores responsáveis. No litoral e regiões adjacentes, a precipitação é incrementada pela presença da circulação de brisa (tanto terrestre como marítima) e pela grande quantidade de umidade disponível na atmosfera advectada do oceano.

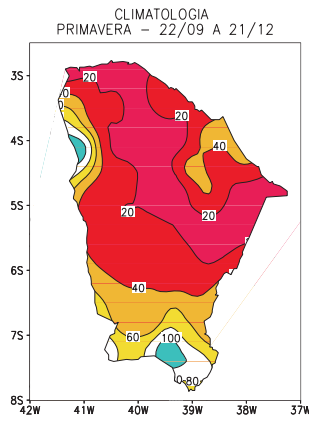


2.3a)

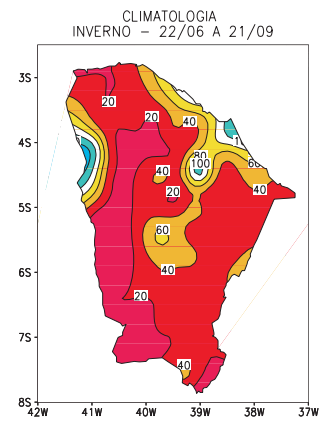


2.3b)

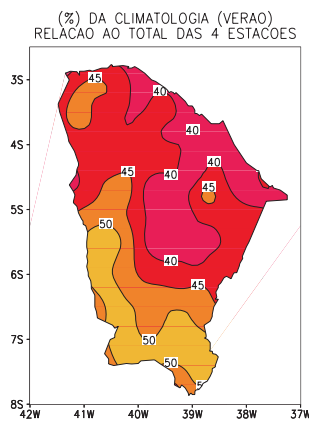




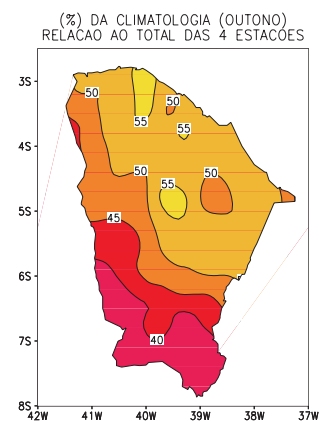
2.3c)



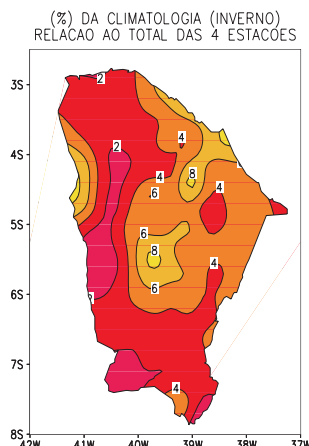
2.3d)



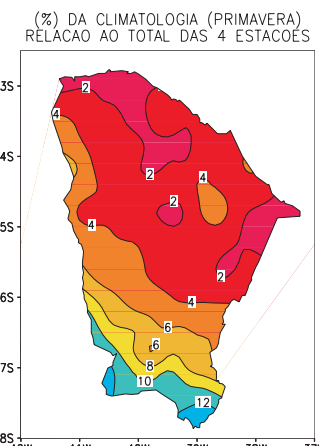
2.3e)



2.3f)



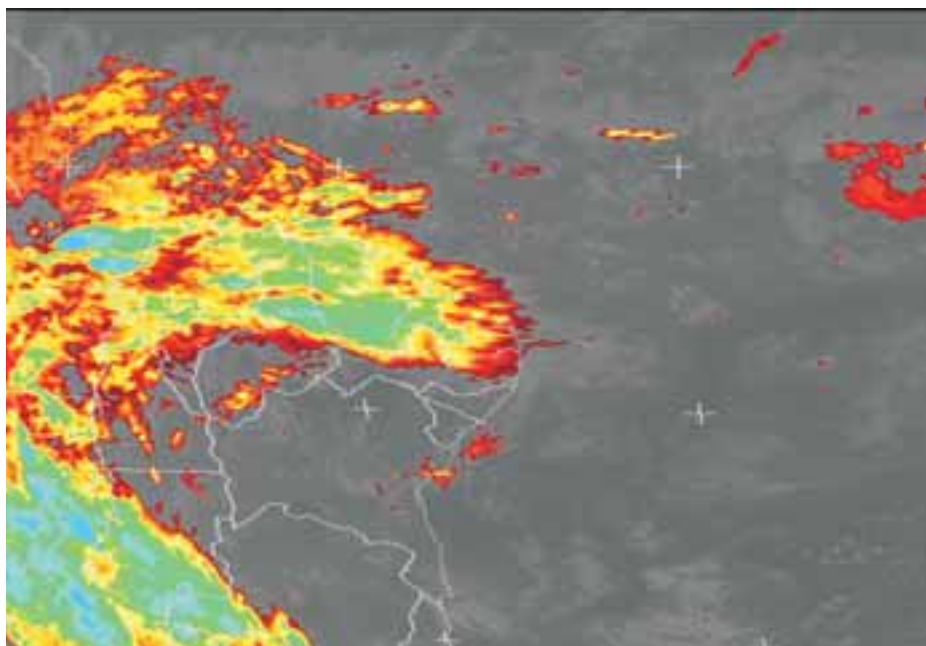
2.3g)



2.3h)

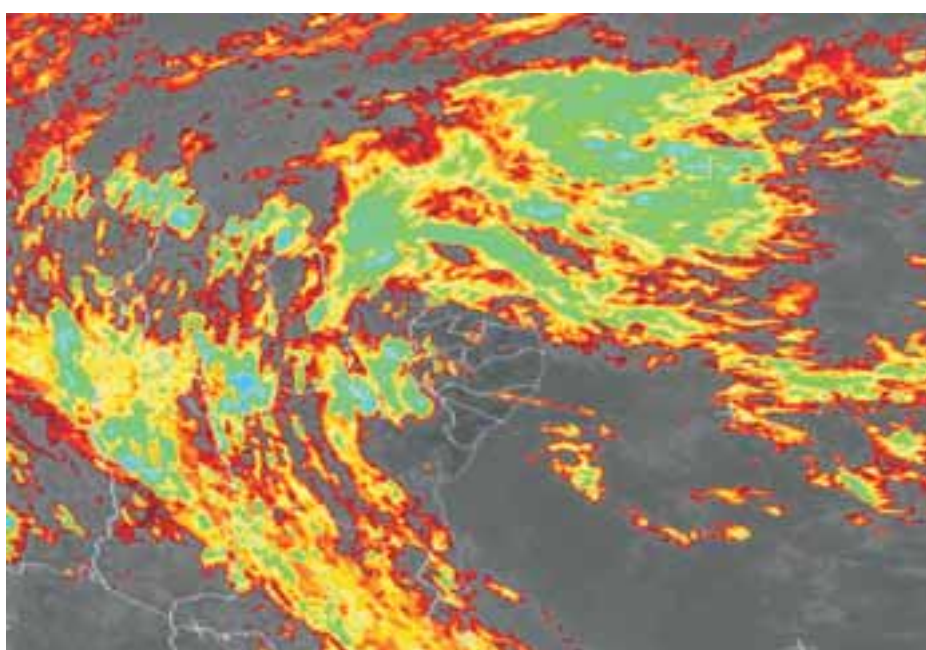
Figura 2.3 - Distribuição espacial (mm) e contribuição (%) em relação ao total anual das estações do ano para o Estado do Ceará. 2.3a) precipitação de verão; 2.3b) precipitação de outono; 2.3c) precipitação de inverno; 2.3d) precipitação de primavera; 2.3e) (%) contribuição de verão; 2.3f) (%) contribuição de outono; 2.3g) (%) contribuição de inverno e 2.3h) (%) contribuição de primavera. Fonte: Alves et al., 1997.

2-BASE FÍSICA



Meteosat 5 Infra Setor 29/01/1998 - 23:00 / FUNCEME

2.4a)



Meteosat 5 Infra Setor 29/01/1998 - 23:00 / FUNCEME

2.4b)

Figura 2.4 - Imagens do Satélite Meteosat VI, canal infravermelho, com realce de cores, sobre a Região Nordeste do Brasil. 2.4a) para o dia 10/01/98, às 15 h, mostrando uma frente fria sobre a Região Sudeste associada a um VCAN sobre a Região Nordeste, causando intensa nebulosidade na parte norte da Região e céu claro no setor central e sul da mesma. 2.4b) Mesma situação da figura 2.4a, para o dia 29/01/98 às 23 h, porém a frente posicionada um pouco mais ao norte e a formação de áreas de instabilidade em grande parte da Região Nordeste e Oceano Atlântico adjacente.



Meteosat6 - IR com realce de cores 14/12/97 21:00
PNM e Linhas de Corrente em 200 hPa

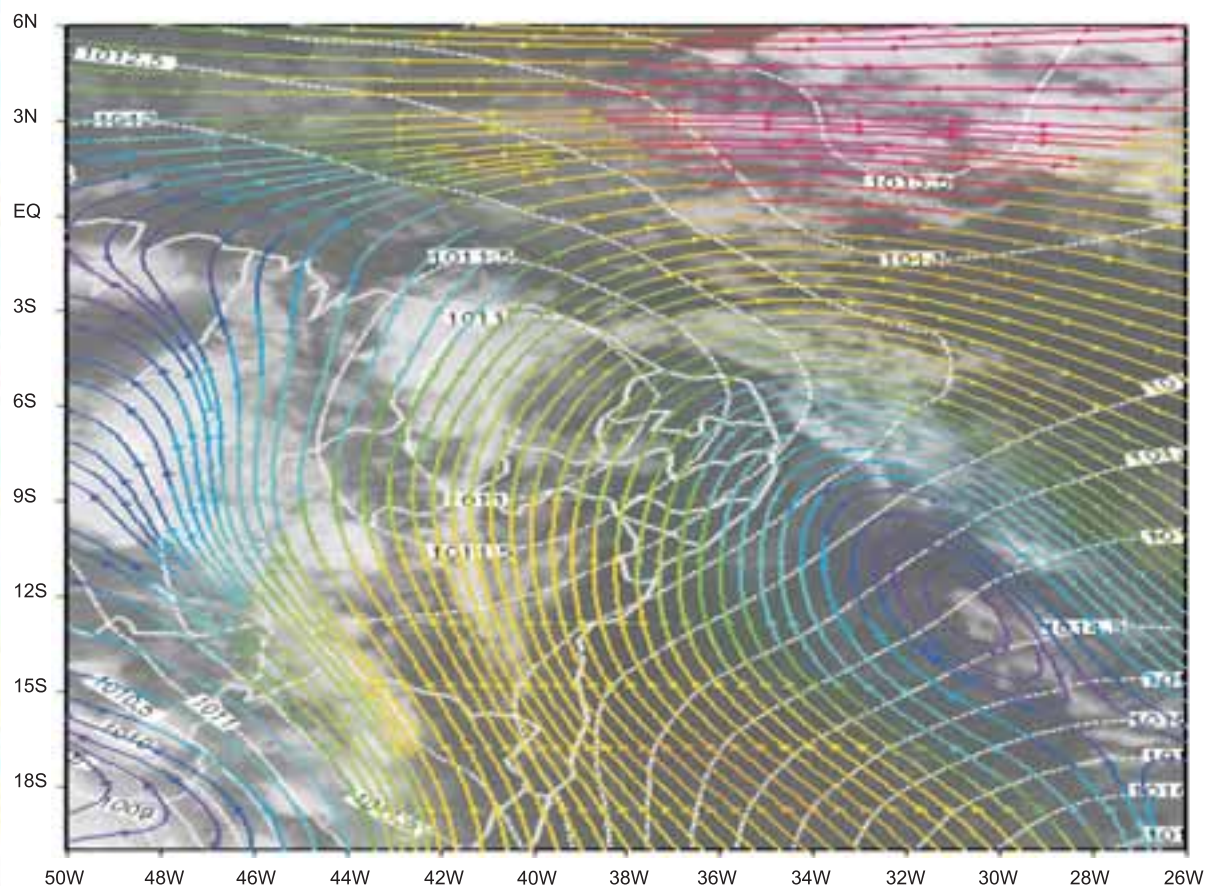


Figura 2.5 - Imagem do satélite Meteosat VI no canal infravermelho, dia 14/12/97 às 21 h local, mostrando a atuação de um Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN) sobre as proximidades da Região Nordeste (seu centro sobre o Oceano Atlântico Tropical). Plotados sobre a imagem em cores são mostradas as linhas de corrente (fluxo de vento predominante) em 200 hPa e a linha tracejada em branco indica o campo de Pressão à Superfície do Mar (PNM).

A topografia é outro aspecto físico que contribui significativamente para um aumento da quantidade de chuva em determinada região. Observa-se na Figura 2.3, mostrada anteriormente, em particular nas estações mais chuvosas (verão e outono), que as áreas mais elevadas do Estado do Ceará (Serra da Ibiapaba, Chapada do Araripe e Maciço de Baturité) são áreas que apresentam índices de chuvas mais elevados ao longo do território, tendo seus totais bem superiores aos das áreas do Sertão, onde a topografia é mais plana.

A FUNCEME utiliza, em seus prognósticos, a classificação apresentada na Tabela 2.1.

2.3.4 -Aspectos de Grande Escala da Atmosfera e dos Oceanos, Moduladores da Precipitação Sazonal e Intra-Sazonal no Setor Norte do Nordeste

2.3.4.1-A Variabilidade Pluviométrica no Semi-Árido Nordestino

Dentro do cinturão tropical do globo terrestre, localiza-se a região conhecida como setor norte do Nordeste. Essa região compreende grande parte do Nordeste Brasileiro (insere-se na mesma o centro-leste do Estado do Piauí, todo o Estado do Ceará, o centro-oeste dos Estados do Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, extremo-noroeste dos Estados de Alagoas e Sergipe e norte do Estado da Bahia).

2-BASE FÍSICA

TABELA 2.1 - Classificação da Quadra Chuvosa por Regiões Pluviometricamente Homogêneas Segundo a Quantidade de Chuva Acumulada no Período de Fevereiro a Maio

REGIÃO	PLUVIOMETRIA (mm)				
	MUITO SECO (MS)	SECO (S)	NORMAL (N)	CHUVOSO (a)	MUITO CHUVOSO (MC)
Litoral Norte	0 a 500,6	500,7 a 729,3	729,4 a 1.073,5	1.073,6 a 1.222,5	> 1.222,6
Litoral Trairi-Pecém	0 a 520,4	520,5 a 641,5	641,6 a 861,5	861,6 a 1.157,6	> 1.157,7
Litoral de Fortaleza	0 a 625,3	625,4 a 798,2	798,3 a 1.121,5	1.121,6 a 1.355,5	> 1.355,6
Maçico de Baturité	0 a 588,4	588,5 a 690,0	690,1 a 911,7	911,8 a 1.241,9	> 1.242,0
Região da Ibiapaba	0 a 543,0	543,1 a 729,4	729,5 a 1.044,1	1.044,2 a 1.310,0	> 1.310,1
Região Jaguaribana	0 a 400,1	400,2 a 555,4	555,5 a 692,3	692,4 a 952,1	> 952,2
Cariri (1)	0 a 439,5	439,6 a 567,7	567,8 a 729,1	729,2 a 862,5	> 862,6
Sertão Central e Inhamuns	0 a 361,9	362,0 a 449,7	449,8 a 605,8	605,9 a 763,2	> 763,3

FONTE: FUNCEME. Primeiro Prognóstico para o Período da Estação das Chuvas de 2004. [Http://www.funceme.br/demet/prog2002/segundo/prog2002_2f.htm](http://www.funceme.br/demet/prog2002/segundo/prog2002_2f.htm). Acesso em 18 fev. 2004. Nota: (1) Quadrimestre jan/fev/mar/abr.

O setor norte do Nordeste apresenta característica climática anômala em relação às demais áreas tropicais do Planeta. Destaca-se a sua grande irregularidade interanual de precipitação (alternando anos com chuvas abundantes e secas), e um período chuvoso predominante concentrado em praticamente quatro meses do ano (período de fevereiro a maio), principalmente no setor setentrional dessa região.

Na Figura 2.6 é mostrado o percentual da precipitação para o período de fevereiro a maio (em relação ao total anual). Observam-se valores em torno de 40% a 60% na parte sul da região, enquanto no setor centro-norte os percentuais variam entre 60% e 85%.

Nas duas últimas décadas houve um avanço significativo no entendimento desta variabilidade climática do setor norte do NEB. Grande número de pesquisas científicas, utilizando-se de análises observacionais auxiliadas com técnicas estatísticas, investigaram os mecanismos físicos responsáveis por esta variabilidade pluviométrica.

Os resultados dessas pesquisas evidenciaram que tais anomalias pluviométricas possuem escala espacial muito maior do que a escala local, e estão fortemente relacionadas com padrões atmosféricos e oceânicos de grande escala que se processam (conjuntamente ou não) sobre os Oceanos Pacífico e Atlântico Tropicais.

A Figura 2.7 mostra, sob forma de esquema, o Estado da arte do conhecimento científico, relacionado aos mecanismos físicos que influenciam a estação chuvosa do setor norte do NEB.

Os dois modos de variabilidade oceano-atmosfera de grande escala que controlam a variabilidade interanual da precipitação sobre a região, isto é, definem a qualidade da estação chuvosa (se a mesma é normal, abaixo ou acima do normal), são os fenômenos: El Niño/Oscilação Sul (ENOS) observado sobre o Pacífico Tropical, e o Padrão de Dipolo observado sobre o Atlântico Tropical.

No entanto, no monitoramento operacional, observam-se grandes varia-



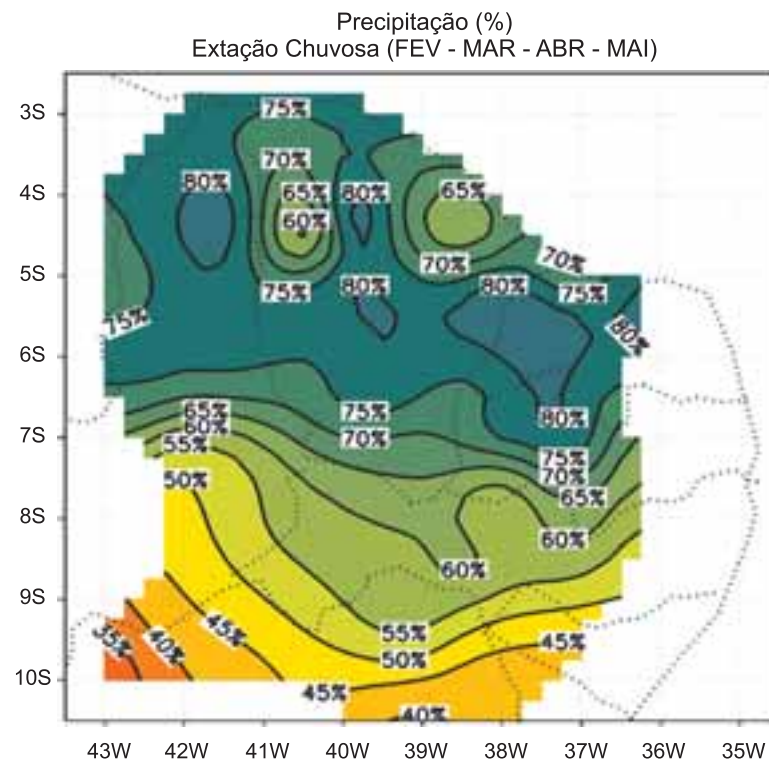


Figura 2.6 - Distribuição espacial do percentual da precipitação para o quadrimestre mais chuvoso (FMAM), em relação ao total anual, sobre o setor norte do Nordeste.

FONTE: Souza et al. (1998).

ções temporal e espacial da pluviometria dentro da própria estação chuvosa do setor norte do NEB. Essas variações são influenciadas pelas Oscilações Intra-Sazonais de 30-60 dias, e também pela manifestação de sistemas meteorológicos de escala sinótica (com dimensões espaciais superiores a 3.000 km), como os VCAN e as incursões pronunciadas de Frentes Frias que atingem o sul da região, advindas das latitudes médias e altas do Hemisfério Sul, que induzem mudanças de tempo e ocorrências de chuvas ao longo de todo o setor norte do NEB (Kousky, 1979).

Além disso, como já mencionado na seção sobre a variabilidade pluviométrica para o Estado do Ceará, os efeitos locais (topografia, mecanismos de brisa e aquecimento diurno) sobre a região podem gerar sistemas meteorológicos de meso e micro-

escalas de dezenas a centenas de quilômetros de extensão (Vitorino et al., 1987) tais como: Linhas de Instabilidade (LI), Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM) e aglomerados de Cumulonimbus (Cb), que são os principais sistemas atmosféricos responsáveis pela ocorrência de chuvas isoladas.

As seções a seguir explicam como os fenômenos ENOS (no Pacífico Tropical) e Padrão de Dipolo (no Atlântico Tropical), e a Oscilação 30-60 dias influenciam a variabilidade pluviométrica do setor norte do NEB.

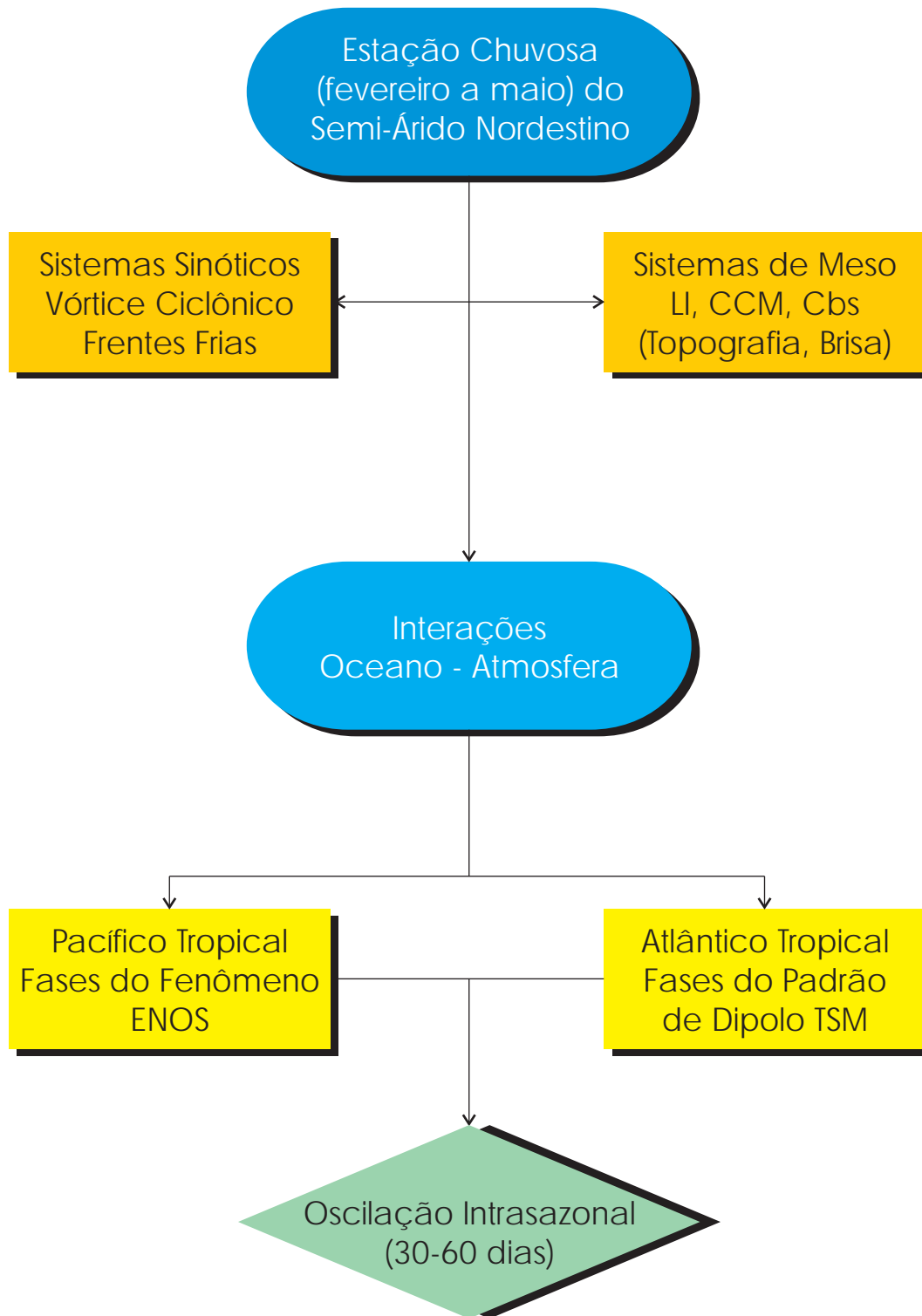


Figura 2.7 - Esquemática dos mecanismos físicos de grande escala sobre o Pacífico e Atlântico Tropicais de atuações na escala interanual e sistemas sinóticos, de meso e escala local que influenciam a variabilidade espacial e temporal da precipitação do setor norte do NEB, durante a sua estação chuvosa (fevereiro a maio).



2.3.4.2 - O Fenômeno Enos

Uma das principais causas de anomalias climáticas ao longo do globo, inclusive sobre os trópicos, é o fenômeno conhecido como El Niño/Oscilação Sul - ENOS (Ropelewisk & Halpert, 1986, 1987; Cane, 1992; Philander, 1990 e outros). A designação El Niño (uma referência ao Menino Jesus) era originariamente empregada pelos pescadores das costas do Peru e do Equador para designar o período, em geral, iniciando próximo ao Natal, com duração de alguns meses, caracterizado por Temperaturas da Superfície do Mar (TSMs) mais altas nas águas costeiras daqueles dois países e de menor abundância de peixes, motivo para a suspensão da pesca e para que então pudessem se dedicar à manutenção dos barcos e conserto das redes (Xavier, 1997).

A Oscilação Sul funciona como um balanço de massa atmosférica de grande

escala, envolvendo trocas de ar entre os hemisférios leste e oeste, centradas nas latitudes tropicais e subtropicais, sendo que os centros de ação localizam-se sobre a Indonésia e no Oceano Pacífico Tropical Sul. Esses centros de ação estão ligados por uma célula de circulação de grande escala no sentido zonal, isto é, leste-oeste (denominada "Célula de Walker" por Bjerknes, em 1969), com ramo ascendente no Pacífico oeste e ramo subsidente no Pacífico leste (veja ilustração na Figura 2.8). Esta esquematização é a condição normal observada nas características oceânicas e atmosférica na Bacia do Oceano Pacífico Tropical.

A maioria dos estudos que abordaram os impactos do ciclo do ENOS sobre o clima do setor norte do NEB (e também em diversas regiões do globo) tem sido muito mais direcionada para a relação à sua fase quente (episódios El Niño).

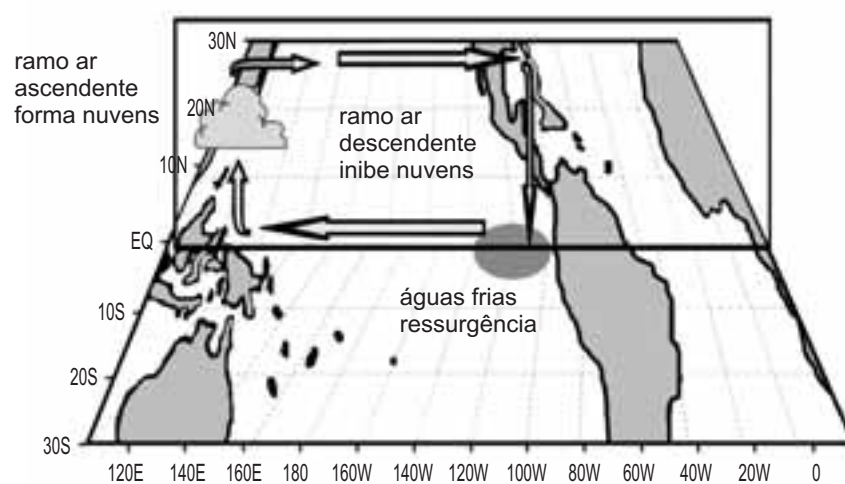


Figura 2.8 - Esquematização da Célula de Walker sobre o Pacífico Tropical. Sob condições normais observa-se o ramo ascendente (favorável à formação de nuvens convectivas profundas) sobre o Pacífico oeste e Austrália/Indonésia. Por outro lado, sobre a região do Pacífico leste, próximo ao Peru e Equador, onde verifica-se a presença de águas frias (devido à Ressurgência - afloramento na superfície das águas oceânicas advindas do fundo do Oceano Pacífico) manifesta-se o ramo subsidente (que inibe a formação de nuvens).

2-BASE FÍSICA

As interações oceano-atmosfera observadas durante a manifestação dos episódios El Niño sobre o Pacífico Tropical desencadeiam mudanças na circulação geral da atmosfera, ou seja, na Célula de Walker e também na Célula de Hadley (circulação atmosférica de grande escala no sentido meridional, isto é, norte-sul, com ramo ascendente sobre os trópicos e ramo subsidente sobre as latitudes subtropicais).

Kousky et al.(1984) e Kayano et al.(1988) sugeriram que as decorrentes secas que assolam o setor norte do NEB, associadas ao fenômeno El Niño, podem ser um reflexo das mudanças na circulação atmosférica de grande escala sobre os trópicos, particularmente na Célula de Walker que passa a apresentar o ramo subsidente sobre o Atlântico Equatorial Norte. Na Figura 2.9 mos-

tra-se a esquematização da circulação atmosférica de grande escala modificada em associação às condições de El Niño, onde notam-se na região (Pacífico centro-leste) águas mais quentes do que o normal e ramo de ar ascendente (com formação de nuvens convectivas profundas). Esse ramo de ar ascendente (subindo sobre o Pacífico centro-leste) deve descer em algum lugar (obedecendo à lei de continuidade de massa), o que ocorre sobre a região norte da Austrália e Indonésia (no Pacífico ocidental) e, ainda, sobre o Atlântico Equatorial Norte, atingindo o setor oriental da Amazônia e setor norte do NEB (que engloba principalmente o Estado do Ceará). Esse ramo de ar descendente inibe a formação de nuvens e, conseqüentemente, tem-se a manifestação de chuvas abaixo do normal nessas regiões.

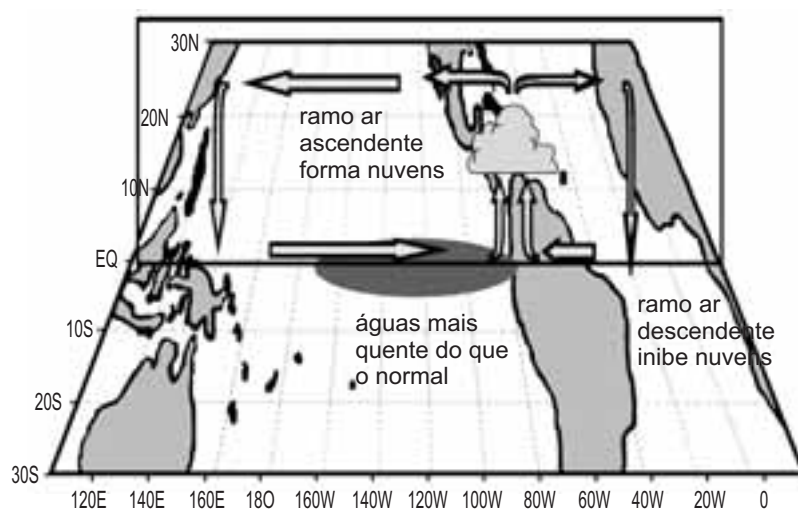


Figura 2.9 - Esquematização da circulação atmosférica de grande escala no sentido zonal (Célula de Walker modificada) em associação às condições de El Niño no Oceano Pacífico. Sobre o setor centro-leste observa-se o ramo ascendente (favorável à formação de nuvens) e, por outro lado, sobre o Pacífico oeste/Austrália e Indonésia e, ainda, sobre o Atlântico Equatorial Norte, incluindo o leste da Amazônia e setor norte do NEB, manifesta-se o ramo descendente (que inibe a formação de nuvens).

A Figura 2.10 corrobora com as explicações físicas dessa complexa interação entre as condições térmicas na Bacia do Oceano Pacífico e a Atmosfera Tropical. Notam-se na Figura 2.10a anomalias de chuva percentual, em relação à média do período de fevereiro a maio, para uma composição de anos com características térmicas normais ou de La Niña (Alves et al., 1997), conforme configuração mostrada na Figura 2.8 para a Bacia do Oceano Pacífico Tropical, quando as chuvas sobre o setor norte do NEB apresentam um predomínio acima da média. Entretanto, na Figura 2.10b, que mostra as anomalias de chuvas do referido período, para uma composição de anos de El Niño (Alves et al., 1997), na Bacia do Oceano Pacífico, a configuração das anomalias de precipitação em todo o setor norte do NEB são negativas, indicando características de seca ao longo da mesma.

Nestes anos, os mecanismos físicos mostrados na Figura 2.9, associados às condições termodinâmicas no Atlântico Tropical (que serão discutidas no item seguinte), impedem um deslocamento mais constante da ZCIT para as proximidades/sobre o setor norte do NEB, que favoreceria a ocorrência de chuvas mais intensas e frequentes neste período de fevereiro a maio.

Em geral, os anos com ocorrências de chuvas deficientes no setor norte do NEB estão associados a eventos ENOS, especialmente quando estes foram bem configurados, (1957/1958, 1982/1983), entretanto nem sempre todo fenômeno ENOS observado foi responsável por secas ou chuvas deficientes na região. Isto é, existem outras variáveis que também podem controlar o índice de chuvas no setor norte do NEB, como, por exemplo, as que ocorrem na Bacia do Oceano Atlântico Tropical.

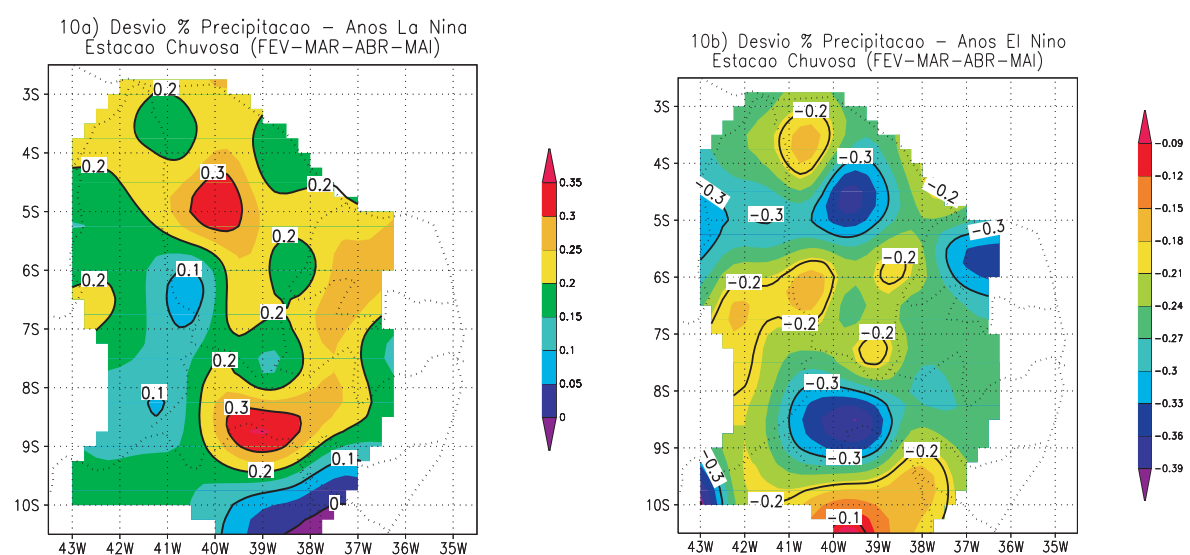


Figura 2.10 - Distribuição espacial dos desvios de precipitação (x 100) ao longo do setor norte do NEB. 2.10a) para uma composição de alguns anos de La Niña (1917, 1943, 1945, 1950, 1954, 1955, 1960, 1962, 1963, 1964, 1965, 1967, 1968, 1971, 1974, 1975, 1976, 1978, 1984, 1985, 1986 e 1989) e 2.10b) para uma composição de anos de El Niño (1914, 1918, 1923, 1925, 1930, 1932, 1939, 1951, 1952, 1956, 1958, 1966, 1970, 1972, 1977, 1981, 1982, 1983 e 1987).

FONTE: Meyers et al., 1997.

2-BASE FÍSICA

2.3.4.3 - O Padrão de Dipolo

Apesar de os numerosos estudos sobre os padrões anômalos da circulação atmosférica e precipitação sobre algumas regiões da América do Sul terem associado esses padrões às TSMs anômalas no Pacífico Equatorial (associadas aos eventos ENOS), alguns trabalhos consideraram, no entanto, que o efeito desse fenômeno não explica totalmente os padrões climáticos anômalos observados sobre o setor norte do NEB. Várias análises de correlações indicaram que o ENOS explica somente em torno de 10% da variabilidade da precipitação sobre o NEB (Hastenrath e Heller, 1977; Kousky et al., 1984).

Nos meses do outono austral (março, abril e maio), período coincidente com a estação chuvosa do setor norte do NEB, o modo de variabilidade oceano-atmosfera de grande escala dominante sobre a Bacia do Atlântico Tropical é o conhecido Padrão de Dipolo do Atlântico (Hastenrath e Heller, 1977; Moura e Shukla, 1981; Servain e Legler, 1986; Nobre, 1993; Nobre e Shukla, 1996; Wagner, 1996; Uvo et al., 1997).

O Padrão de Dipolo caracteriza-se pela manifestação simultânea de anomalias de TSM configurando-se espacialmente com sinais opostos sobre as Bacias Norte e Sul do Atlântico Tropical. Esse padrão térmico inverso gera, conseqüentemente, o aparecimento de um gradiente térmico meridional e inter-hemisférico sobre o Atlântico Equatorial (Wagner, 1996), o qual exerce influências no deslocamento norte-sul da ZCIT (Hastenrath & Greichschar, 1993; Nobre, 1993; Nobre e Shukla, 1996), que constitui-se no principal sistema meteorológico indutor de chuvas na

região do semi-árido no período da estação chuvosa (HASTENRATH, 1990).

Com base nisso, a SRH (através da FUNCEME) resolveu implementar o projeto PIRATA (Pilot Research Moored Array in the Tropical Atlantic), a partir dos meados de 1997, como parte integrante de um programa de pesquisa oceanográfica internacional financiado pelo Brasil, França e Estados Unidos. A rede PIRATA consiste numa série de 12 bóias (Figura 2.11), semelhante à existente no Oceano Pacífico (instaladas para estudar o fenômeno ENOS), situadas no Oceano Atlântico Tropical, entre os Paralelos 15°N e 20°S. Têm por finalidade efetuar medições oceânicas (temperatura, salinidade e pressão) da superfície até 500 m de profundidade, e atmosféricas (direção e velocidade do vento, temperatura e umidade do ar, precipitação e radiação solar). Uma das bóias mede, também, as correntes. Os dados e posições são enviados em tempo real, com transmissão via satélite, para cientistas do mundo todo, com o objetivo de realizar estudos das interações oceano-atmosfera, que têm relação com a variabilidade climática de regiões como o Sahel africano e o Nordeste brasileiro.

Na Figura 2.12 mostra-se como as fases do Padrão de Dipolo controlam o posicionamento da banda de nebulosidade e precipitação associada à ZCIT. O eixo principal da ZCIT tende a posicionar-se, preferencialmente, sobre a região para onde está direcionado o gradiente térmico. Por exemplo, na fase positiva do Dipolo (anomalias positivas de TSM na Bacia Norte e negativas na Bacia Sul) o gradiente térmico aponta para o Hemisfério Norte.



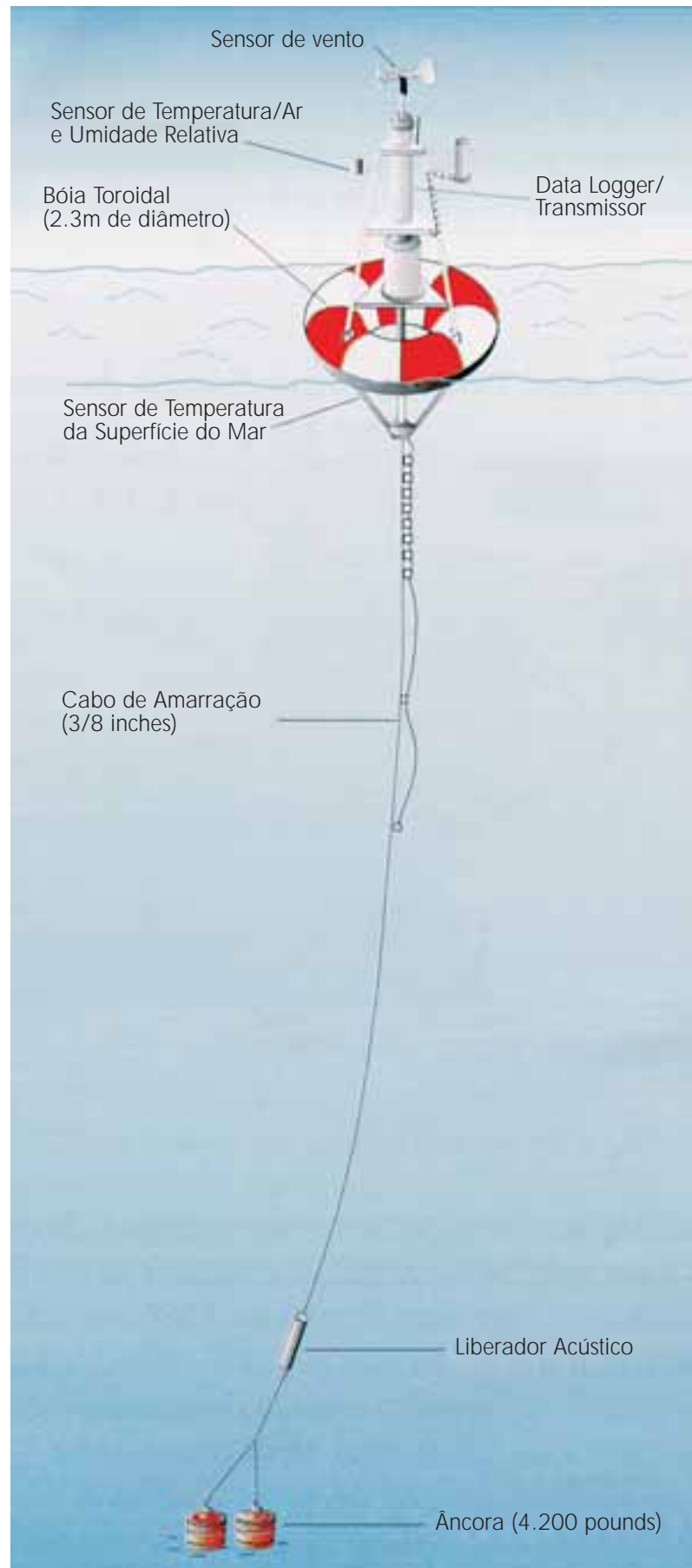
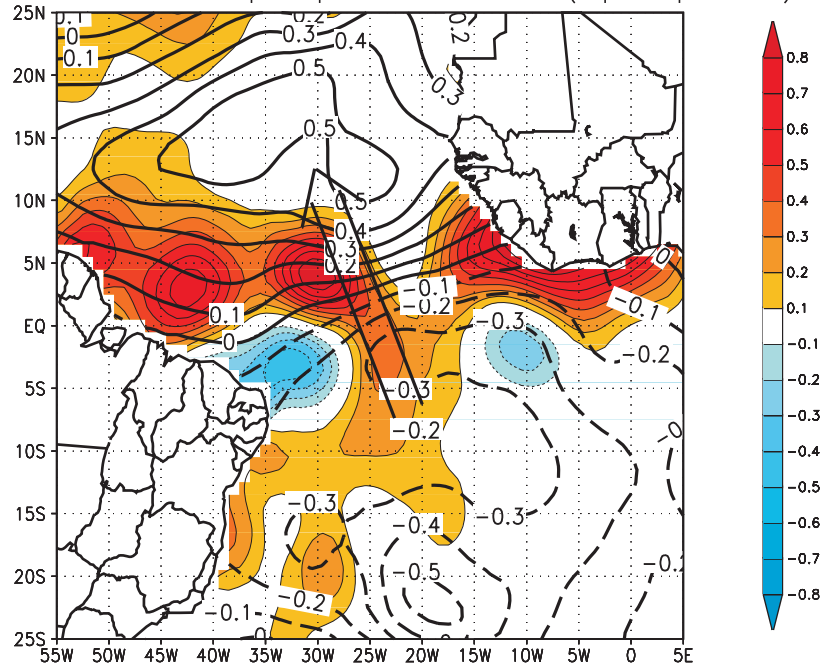


Figura - 2.11 - Bóia do Projeto Pirata

(a) anomalia TSM e precipitacao – FMAM (dipolo positivo)



(b) anomalia TSM e precipitacao – FMAM (dipolo negativo)

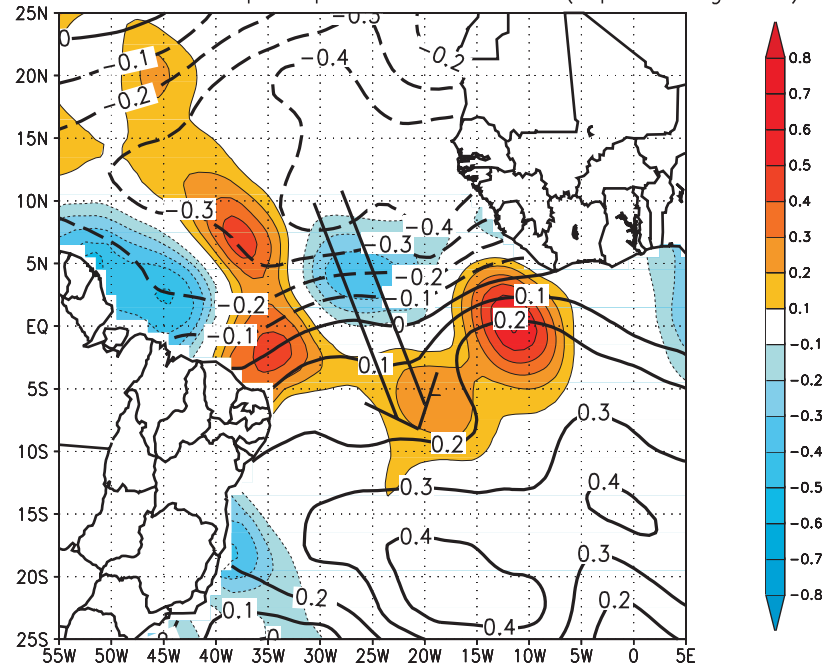


Figura 2.12 - Anomalias de TSM em oC (isolinhas) e de precipitação (áreas hachuradas) para o quadrimestre fevereiro a maio nos anos em que se observaram: (a) fase positiva; (b) fase negativa do Padrão de Dipolo sobre o Atlântico Tropical. As isolinhas contínuas representam valores positivos e as tracejadas, valores negativos. As áreas hachuradas indicam anomalias positivas (cores vermelhas) e negativas (cores azuis) de precipitação. As setas indicam o sentido do gradiente térmico para onde a ZCIT tende a posicionar-se.

FONTE: Adaptado de Souza et al., 1998.



A Figura 2.13 mostra as características espaciais da distribuição pluviométrica no setor norte do NEB em anos de ocorrência de Dipolos Positivo e Negativo. Nota-se a ocorrência de um predomínio de desvios

negativos (positivos) ao longo da região nos anos de ocorrência da fase positiva (negativa) do Dipolo de TSM no Atlântico Tropical, consistente com o esquema mostrado nas Figuras 2.12a e 2.12b.

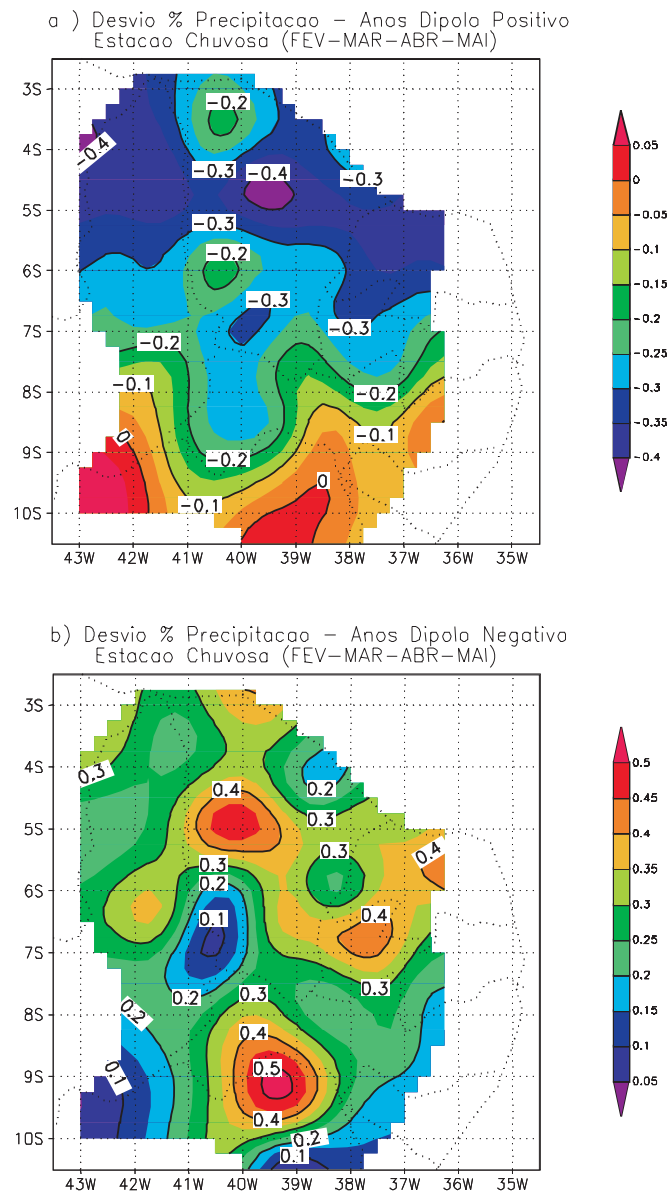


Figura 2.13 Distribuição espacial dos desvios de precipitação ($\times 100$) ao longo do setor norte do NEB. 12a) para uma composição de anos com ocorrência de Dipolo Positivo (1951, 1953, 1945, 1956, 1958, 1955, 1966, 1970, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982 e 1983) e 12b) para uma composição de anos com ocorrência de Dipolo Negativo (1949, 1964, 1965, 1971, 1972, 1973, 1974, 1977, 1985, 1986 e 1989). Os anos de Dipolos Positivo e Negativo e como estes foram definidos podem ser encontrados em SOUZA (1997).

2-BASE FÍSICA

2.3.4.4 - A Oscilação Intra-Sazonal

A Oscilação Intra-Sazonal de 30-60 dias, ou Oscilação de MADDEN e JULIAN (Madden e Julian, 1971; 1972), consiste basicamente na propagação para leste de uma onda atmosférica no sentido zonal ao longo do globo terrestre e em torno do equador. Em geral, observa-se uma perturbação nos campos de pressão e convergência de ventos nos baixos níveis, originando a formação de nuvens convectivas, cuja origem se dá sobre o Pacífico Oeste. Essas oscilações constituem-se principal fenômeno de escala intra-sazonal capaz de ocasionar variações na convecção de grande escala no cinturão tropical ao redor do globo (Kousky e Kayano, 1994). Estas oscilações são mais evidentes nos campos de anomalias de Radiação de Onda Longa (ROL). A ROL é uma medida de radiação, em ondas longas, emitida por determinada superfície em função da sua temperatura. Áreas com temperaturas mais quentes (frias) emitem em magnitude mais (menos) ROL. No caso das áreas tropicais, anomalias negativas (positivas) de ROL indicam áreas com convecção acima (abaixo) da climatologia, associados a precipitação acima (abaixo) da média.

A Figura 2.14 mostra esquematicamente as regiões padrões detectadas por Weickmann et al. (1985), em que a convecção anômala oscila, durante a manifestação da Oscilação 30-60 dias. Nota-se sobre a América do Sul uma região de influência que engloba todo o Semi-Árido Nordeste (região 4).

Kousky e Kayano (1994) mostraram que a Oscilação 30-60 dias influencia bastante no padrão de nebulosidade sobre a América do Sul, tanto na sua fase positiva

(quando a onda faz com que haja uma intensificação da nebulosidade convectiva), quanto na fase negativa (quando a onda está inibindo a nebulosidade). Quando a fase positiva está passando sobre a América do Sul, observa-se um aumento da convecção continental, podendo, inclusive, haver uma associação com a nebulosidade associada à ZCIT e, portanto, sua influência sobre a região do setor norte do NEB torna-se significativa.

Em consequência dessa característica, o conhecimento mais profundo da forma de atuação da Oscilação Intra-Sazonal é muito importante, pois, em alguns anos, quando a estação chuvosa (de fevereiro a maio) do setor norte do NEB tende a se estabelecer de normal a abaixo da média climatológica, a influência definidora da Oscilação 30-60 dias é mais evidente e modula as variações intra-sazonais das precipitações na região, principalmente durante o período de dezembro a maio. Um melhor entendimento e monitoramento da Oscilação 30-60 dias, associado às suas fases positiva e negativa é importantíssimo para implementação de calendários agrícolas e tomadas de decisões na área de recursos hídricos nas diferentes áreas do setor norte do NEB.

Repelli et al. (1998) fizeram uma análise diagnóstica de um caso em que a Oscilação 30-60 dias manifestou-se com sua fase positiva sobre a América do Sul, provocando mudanças significativas nas condições de tempo sobre a região do setor norte do NEB, durante o final de março/97.

A Figura 2.15 apresenta um diagrama longitude versus tempo das anomalias quinqüidiais (médias a cada cinco dias)



de ROL desde 1º/outubro/96 até 20/abril/97. Observa-se sobre a região da Indonésia e norte da Austrália (entre 75E e 100E) o início do pulso da onda associada à Oscilação Intra-Sazonal (núcleos de anomalias negativas de ROL, indicativo de nebulosidade convectiva mais ativa do que o normal), por volta do começo de fe-

vereiro/97, a qual propagou-se no sentido oeste-leste e levou aproximadamente sessenta dias para alcançar o continente africano. Pela referida figura, nota-se que a oscilação começou a influenciar a região do setor norte do NEB por volta do quinto quinquídio de março/97 (a partir do dia 21), ficando até o início de abril/97.

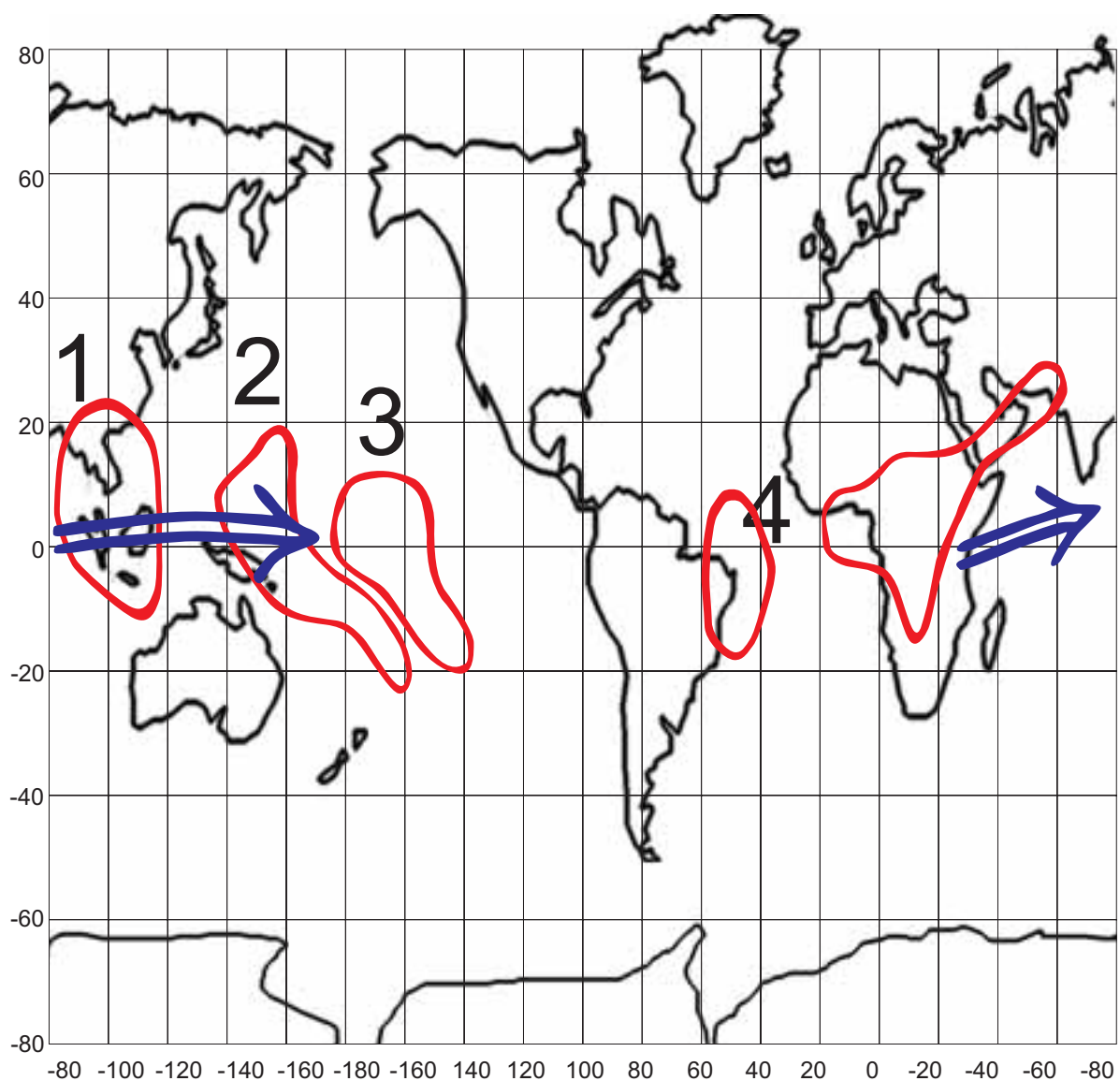


Figura 2.14 - Evolução esquemática das oscilações no campo de Radiação de Onda Longa (ROL) com escala de tempo entre 28-72 dias. O ciclo de nebulosidade propaga-se na direção especificada pela seta, ou seja, da região 1 para as regiões 2, 3 e 4, respectivamente, sendo que as regiões 1 e 3 oscilam fora de fase com as regiões 2 e 4.

FONTE: Weickmann et al., 1985, p. 948.

2-BASE FÍSICA

Na Figura 2.17, que mostra o posicionamento quinquidial (média de cinco dias) do eixo da ZCIT sobre a longitude de 35W, observado durante os meses da estação chuvosa de 1997 (de fevereiro a maio), nota-se que a ZCIT atuou no sentido de favorecer a ocorrência de chuvas na região do semi-árido, somente no final de março e início de abril de 1997 (posições localizadas ao sul do equador). Nesse ano, as condições de gran-

de escala sobre os Oceanos Pacífico e Atlântico Tropicais modularam a estação chuvosa para condições de precipitação abaixo do normal. Entretanto, a manifestação da fase positiva da Oscilação 30-60 dias atuou, de maneira contrária às condições de grande escala, provocando modificações significativas nas condições de tempo e ocasionando a ocorrência de precipitação durante o final de março e início de abril/97.

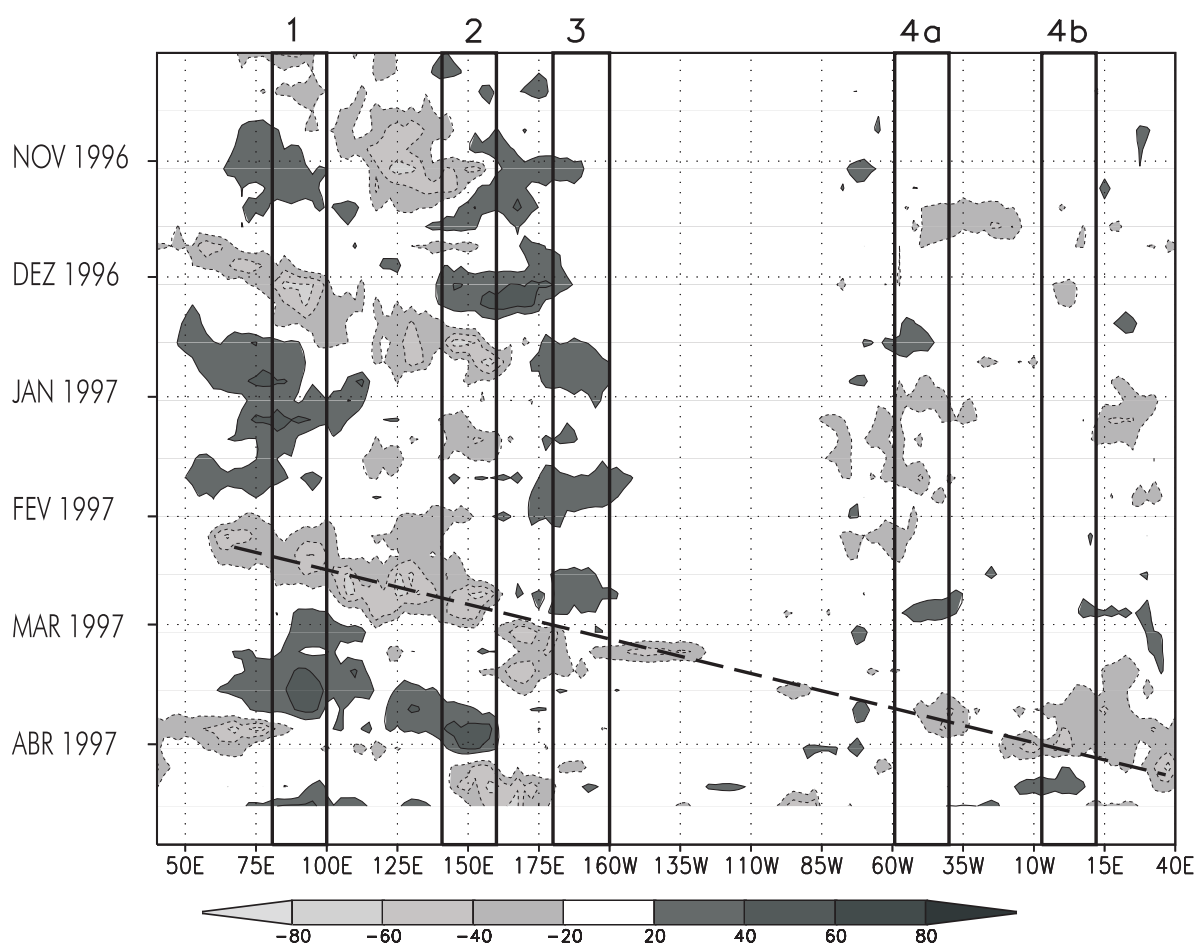


Figura 2.15 - Série temporal das anomalias quinquidiais (média de cinco dias) de ROL, mediadas entre 5N-5S ao longo do globo, de 1º de outubro 1996 até 20 de abril de 1997. O espaçamento entre as isolinhas é de 20Wm². As regiões 1, 2, 3 e 4 referem-se às mesmas mostradas na Figura 13. A linha tracejada indica a propagação da onda associada à fase positiva da Oscilação 30-60 dias que influenciou o Semi-Árido Nordeste, por volta do final de março/97.



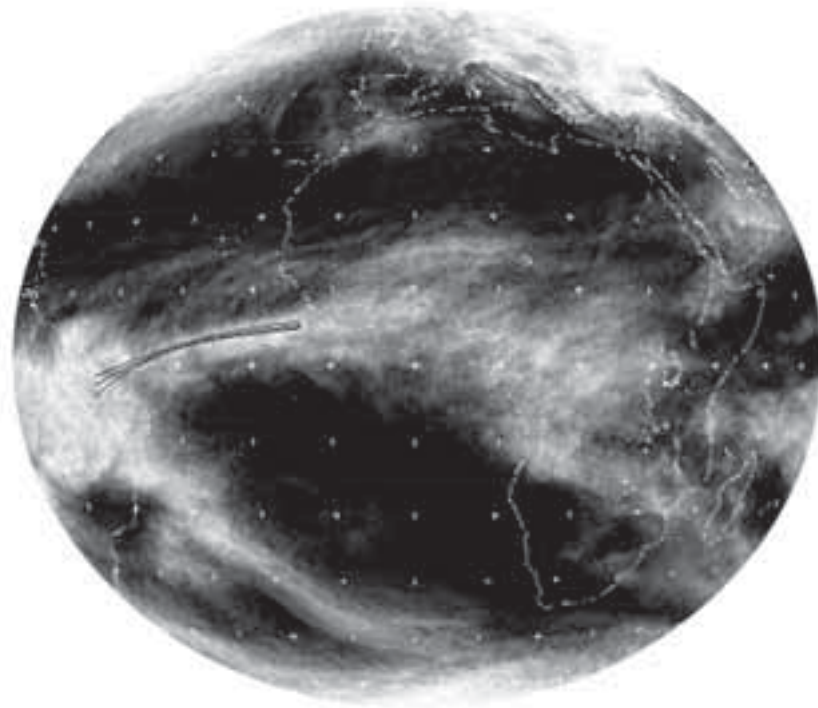


Figura 2.16 - Combinação das imagens globais do satélite Meteosat VI no canal infravermelho entre os dias 21-28/ março/97. As linhas tracejadas representam o posicionamento do eixo da ZCIT sobre a Bacia do Oceano Atlântico Tropical. Linhas pretas representam o posicionamento médio do eixo da ZCIT sobre o Atlântico Tropical.

FONTE: Monitor Climático Especial, v.2, 1997.

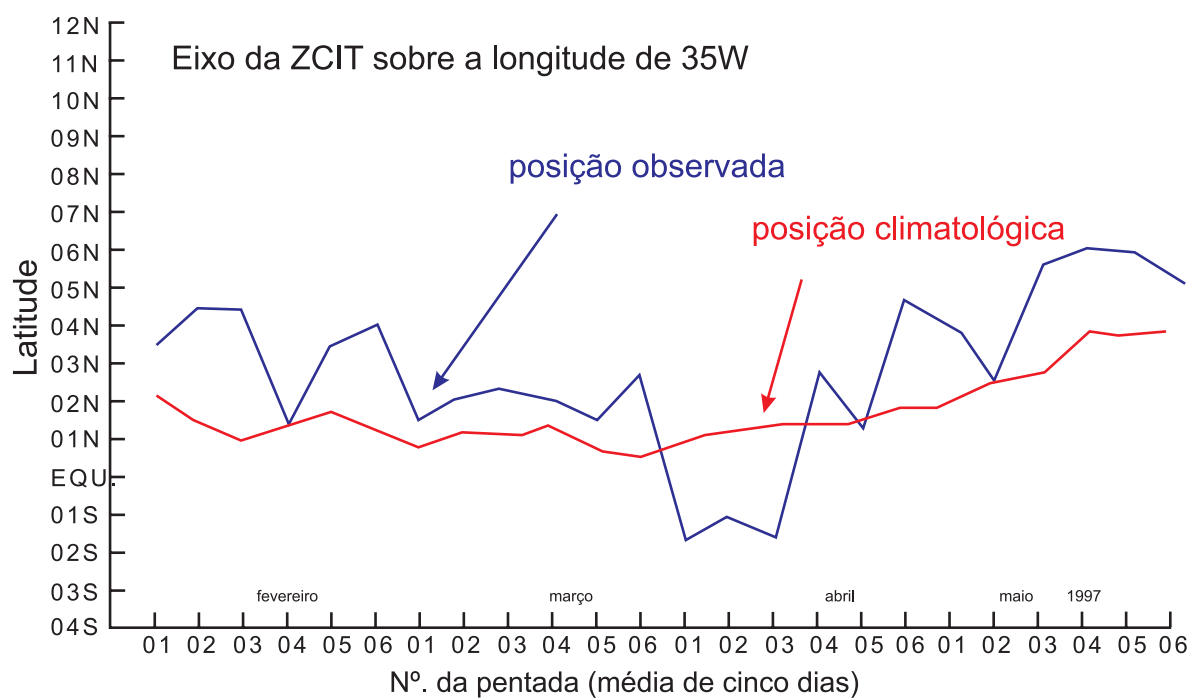


Figura 2.17 - Evolução temporal dos quinqüídios (média de cinco dias) do eixo médio da ZCIT sobre a longitude de 35W, sobre o Atlântico Tropical, observados durante a estação chuvosa de 1997 (de fevereiro a maio).

FONTE: Monitor Climático Especial, v.2, 1997.

2-BASE FÍSICA

2.3.5 -Uma Breve Revisão da Evolução Prevista de Chuva para a Região Semi-árida e sua Perspectiva Futura

No Semi-Árido Nordestino, a variabilidade climática, em particular as situações de seca, sempre é sinônimo de agruras para as populações rurais do interior da região; e tem sido objeto de preocupação da sociedade e organismos de governo ao longo dos anos. A prova cabal dessa preocupação é o projeto e construção dos primeiros reservatórios hídricos na região, que datam do final do século XIX, durante o período imperial, a exemplo da construção do açude do Cedro, em Quixadá-CE.

Entretanto, a questão do entendimento científico do porquê do Semi-Árido Nordestino ser uma área tropical do globo afetada por grande irregularidade climática já advém do início do século. Estudos pioneiros sobre essa questão foram executados por Gilbert Walker, na década de 20, citados por Ferraz (1929), mostrando que secas ou enchentes nessa região estavam conectadas com anomalias climáticas em várias áreas remotas do planeta, e não se constituíam somente em respostas atmosféricas locais. Mais tarde, com a evolução desses estudos, à essas ligações remotas foi denominado o termo de teleconexões atmosféricas. Com o passar do século e o aprimoramento e adensamento das observações meteorológicas de superfície e ar superior sobre os continentes e oceanos, os estudos foram evoluindo e o supracitado entendimento científico foi sendo elucidado.

Com o avanço da ciência meteorológica, saindo do âmbito da sua

criação, e com o aprofundamento da escola de latitudes médias norueguesa, levando-se em consideração que, nos trópicos, principalmente, as fontes e sumidouros térmicos que ocorrem nos oceanos são as grande fontes de energia para toda a atmosfera; os estudos relativos a essa questão tropical da interação oceano-atmosfera passaram a ser também relevante. Com esse entendimento surgiram os primeiros estudos dessa natureza, fazendo-se considerações à respeito do que ocorria na bacia do Oceano Pacífico (Bjerknes, 1969). Mais tarde seus resultados e suposições subsidiaram o principal modo acoplado da interação oceano-atmosfera que se conhece até hoje, o fenômeno El Niño-Oscilação Sul (Philander, 1990).

Atualmente já se tem bom entendimento dos principais processos físicos, em particular, da interação oceano-atmosfera nos trópicos, que controlam a variabilidade interanual das chuvas, causando anos de escassez ou de excesso de chuva no Semi-Árido Nordestino (em particular nas áreas com o período chuvoso centrado de fevereiro a maio). Os estudos sobre essa questão aceleraram a partir da década de 80, quando esses começaram a investigar principalmente o papel do Oceano Atlântico Tropical no controle da intensidade e o posicionamento do principal sistema causador de chuva nessa região, a chamada Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que tende a atuar abaixo do equador no período de fevereiro a maio (Hastenrath e Heller, 1977; Moura e Shukla, 1981; Hastenrath, 1990, .Hastenrath e Greischar, 1991; Alves e Reppeli, 1991; Nobre, 1996; e outros).



Porém, apesar de algumas evidências científicas já mostrarem que havia possibilidade de prever a variabilidade climática dessa área semi-árida do Nordeste desde os anos 20, a falta de observações meteorológicas rotineiras, principalmente sobre os oceanos, e em particular como integrar essas observações, foi um obstáculo à implementação de uma sistemática de prognóstico. Somente nos últimos vinte anos, com a facilidade das telecomunicações entre os continentes e o advento tecnológico dos computadores de grande porte e pessoais, esses dados tornaram-se acessíveis em tempo real, possibilitando a implementação dessa sistemática de previsão.

2.3.5.1- Modelos de Previsão de Secas

A grande incógnita ao se prever a seca no Semi-Árido Nordeste sempre perturbou a mente de cientistas que labutaram e labutam nessa seara. As primeiras tentativas de previsões sazonais (para estação chuvosa) e de médio e longo prazos foram executadas utilizando-se a própria variabilidade de séries históricas de chuva na região (Markham, 1974; Girardi & Teixeira; 1978; Kane & Triviedi; 1988 e outros). Sumariza-se sobre a possibilidade de se prever a variabilidade interanual da chuva no Semi-Árido Nordeste na transcrição de uma das conclusões do relatório técnico executado em 1980 no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Contri-

UMA HISTÓRIA DE PREVISÃO DE SECAS

Inicia o ano com o El Niño em sua fase madura. A Instituição de Administração da Atmosfera faz sua previsão: as disponibilidades hídricas devem ficar bem abaixo da média histórica. O tempo passa lentamente e o regime de precipitações parece comprovar os prognósticos pessimistas. Propõe-se que a região se prepare para a pior seca dos últimos 20 anos. O Governador estabelece um Comitê para tratar com os impactos da prospectiva seca.

O tempo passa e as águas não chegam. São emitidos mapas das previsões: Espera-se em cerca de um terço da Região vazões fluviais 30% abaixo da média histórica. Técnicos estimam as perdas econômicas: a imprensa noticia que essas perdas ficarão entre \$185 milhões e \$ 1 bilhão. Dois terços dos municípios da Região declaram estado de Emergência de Seca e com base na legislação vigente buscam auxílio do Governo Federal.

Chega o tempo de planejar a liberação de águas para a estação de irrigação. O órgão gestor das reservas de água incorpora o clima da previsão e toma suas precauções. Haverá racionamento. Somente metade do suprimento normal será liberado. Iniciam-se os planos para o enfrentamento das secas. O Comitê propõe as seguintes medidas: 1) perfuração de poços profundos para utilização do potencial de águas subterrâneas; 2) grandes projetos de transposição de águas entre bacias hidrográficas; 3) modificação do tempo através da provocação de chuvas artificiais; outras atividades com transplante de culturas perenes para áreas favoráveis, medidas de subsídios etc..

2-BASE FÍSICA

Algumas medidas transformaram-se em ações. Cerca de \$ 400 mil são gastos pelo governo estadual no processo de provocação de chuvas; muitos e muitos poços profundos são construídos pelos usuários de água do sistema. Muito dinheiro é gasto.

O tempo passa e o mundo real das águas começa a se afastar do mundo prospectivo do modelo matemático. O gestor das águas admite que a previsão havia sido demasiadamente conservadora. O racionamento começa a ser relaxado. As alocações de água aumentam. Por vezes, as águas então liberadas não encontram as culturas que encontrariam caso não houvesse havido aquela previsão. Elas passam ao largo de fazendeiros decepcionados. Finalmente, a estação das águas caracteriza-se como normal. Não houvera seca. Os jornais passam a noticiar as reações rancorosas dos fazendeiros: uns por terem deixado de plantar, outros por terem investido em poços desnecessários.

O Superintendente do Órgão Gestor filosofa: "uma previsão é somente uma previsão. Não é uma garantia." Um fazendeiro define: "Seca é quando o Governo nos envia um relatório dizendo que não há água."


Essa é uma História real. Todavia ela não se deu no Nordeste Brasileiro. Nem tão pouco ela foi protagonizada pela FUNCEME ou pelo INPE; O órgão gestor não foi o DNOCS nem a COGERH. O Superintendente filósofo não foi o Dr. Francisco Viana. Essa história se deu em 1977 nos Estados Unidos da América. O órgão predictor foi a NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration); O órgão gestor foi o Bureau of Reclamation. O racionamento se deu na bacia hidrográfica do rio Yakima no estado de Washington. Ela foi relatada em revista científica pelo Professor Michael Glantz do Centro Nacional de Pesquisas Atmosféricas em Boulder, Colorado. Com esse artigo o Professor Glantz procurou mostrar que previsões de secas têm consequências e responsabilidades.

Secas acontecem e deixam de acontecer: quer sejam ou não previstas. Uma previsão realmente é uma previsão e não uma garantia. Porém essa filosofia, na maneira aplicada, retrata que o Gestor não assumiu a responsabilidade da previsão. Em suma, houve inabilidade em lidar com a previsão. Todavia há o outro lado da moeda. A seca poderia ter acontecido. E se essa seca houvesse acontecido como prevista e a população não houvesse sido informada sobre a previsão? Esse é o dilema.

Essa História não é nossa mas poderá vir a ser. Embora possamos ter tido avanços científicos nos modelos de previsão, não avançamos nada em termos de como lidar com as previsões. Uma região onde as secas são frequentes e encontram um largo contingente populacional altamente vulnerável, a preparação para as secas deve ser um ato de rotina e não uma atitude que se toma quando estão aquecidas as águas do Pacífico Sul. Toda previsão de seca tem consequências e responsabilidades. Resta avaliar as consequências e definir as responsabilidades.

José Nilson Bezerra Campos (A Água e a Vida: Textos e Contextos. Fortaleza: ABC Fortaleza, 1999. p. 133-134).





buição ao Estudo da Previsão de Secas e Modificação Artificial do Tempo e Clima do Nordeste Brasileiro), que avaliou os resultados desse tipo de estudo feito até àquele momento: “Estima-se que a solução definitiva do problema de previsão de secas no Nordeste seja fornecida pela simulação do comportamento da atmosfera global, pelo uso dos chamados Modelos Globais de Circulação Geral da Atmosfera, que podem ser usados para o teste de hipóteses físicas e o desenvolvimento de modelos de previsão da ocorrência de outros flagelos, como enchentes e geadas, em outras regiões do país.” Fica explícita a baixa confiabilidade desse tipo de prognóstico (os mesmos não chegam a explicar 25% da variabilidade interanual da chuva na região). Essa afirmação do relatório é bem clara e condensa todo o entendimento científico acumulado nessas últimas décadas, mostrando que o controle da distribuição de chuva nessa área semi-árida do Nordeste é controlada basicamente pelas condições dos Oceanos Pacífico e Atlântico Tropicais, cujas variações interanuais são expressivas, principalmente na bacia deste último.

2.3.5.2-Como são Feitas as Previsões Atualmente

A maioria dos estudos realizados na literatura meteorológica que trataram o aspecto prognóstico de precipitação para o Semi-Árido Nordestino e sua verificação, em geral, o abordaram considerando a região como sendo homogênea, caracterizando a mesma através de um índice regional (Ward et al., 1991; Hastenrath e Greischar, 1993). Entretanto, vale mencionar que este tipo de caracterização mascara consideravelmente a distribuição intra-

regional da precipitação, o que pode levar à classificação errônea de um determinado local, em um dado ano, relacionado ao que foi realmente observado.

Como já afirmado anteriormente, a partir de 1985, a FUNCEME conjuntamente com o INPE vem monitorando vários parâmetros (ventos, pressão, TSM e outros) sobre/nas bacias dos Oceanos Pacífico e Atlântico Tropicais, que servem como preditores para a qualidade da estação chuvosa (de fevereiro a maio) do setor norte do Nordeste. A partir de meados de 1995, até hoje, resultados de modelagem numérica que prognosticam a chuva sazonal na região passaram a fazer parte desse conjunto de preditores. Este método de previsão, chamado conceitual, tem como base uma avaliação da configuração de todos esses parâmetros, principalmente durante os meses que antecedem a estação chuvosa.

Nesta avaliação conceitual também são analisados outros itens, como: posicionamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), e resultados disponíveis de modelos estatísticos de prognóstico de precipitação para a região semi-árida. Por analogia, à precipitação observada em anos anteriores, dependendo da configuração ou da característica de cada parâmetro, é inferida uma tendência de como o período chuvoso a ser prognosticado deverá estar classificado após o mês de maio, por exemplo, em uma das categorias de anos: Muito Seco (MS), Seco (S), Normal (N), Chuvoso (C) ou Muito Chuvoso (MC). Vale mencionar que nesta metodologia de previsão não se tem condi-

2-BASE FÍSICA

ções de prever a distribuição temporal e espacial da precipitação intra-sazonalmente, ao longo do setor norte do NEB.

Relacionado à aplicabilidade de prognósticos sazonais de precipitação pluviométrica, segundo NOAA-OGP (1999), existem duas principais opções para produzir uma previsão climática de consenso. A primeira é determinística, levando-se em consideração um peso médio de todos os prognósticos utilizados, por exemplo, uma previsão para “chuva acima da normal para o período de fevereiro a maio/98”.

Em termos práticos, esta previsão é fácil de ser entendida, mas não atende às necessidades de todas as possibilidades que podem ocorrer dentro da natureza caótica da variabilidade do sistema climático. Outra opção é uma previsão probabilística, com base em uma distribuição de probabilidade onde a confiança da informação é incorporada dentro da previsão. Entretanto, em alguns casos, dependendo da forma de divulgação da previsão, essa pode vir a ter a mesma conotação de uma previsão determinística. Se em uma previsão, por exemplo, há 60% de probabilidade de ocorrer um quadro de chuva abaixo do normal, essa, porém, ignora o fato de que em um dado ano ou lugar condições úmidas (chuvas) poderão vir a ocorrer.

Mais recentemente, alguns estudos têm alcançado previsão climatológica sazonal, considerando a variabilidade pluviométrica intra-regional do setor norte do Nordeste usando as mais diferentes técnicas estatísticas (Repelli et al., 1996; Azevedo et al., 1998; Xavier et al. 1999; Sansigolo; 1999).

2.3.5.3-Perpectivas Futuras da Previsão de Chuva

A aplicação dos resultados advindos da previsão climática tem exigido o desenvolvimento de técnicas ou métodos que aprimorem o prognóstico de variáveis nas escalas temporal e espacial. Nas últimas duas décadas ocorreu uma significativa evolução dos estudos acerca do entendimento dos processos físicos que interferem na distribuição de chuva, principalmente nas áreas tropicais do globo.

Devido às limitações da previsão climática numérica de grande escala, nos últimos anos, em alguns institutos nacionais e internacionais de meteorologia, grupos de pesquisa passaram a testar a chamada técnica de “Downscaling”. Essa técnica consiste, basicamente, no aninhamento dos resultados de uma modelagem de grande escala servindo de entrada para alimentar um modelo regional de área limitada, com resolução da ordem de dezenas de quilômetros (Dickinson et al. 1989; Giorgi e Bates, 1989; Liu et al., 1994).

Simulações aplicando essa técnica têm sido executadas em algumas regiões do globo terrestre: África (Sun e Graham, 2001), Região de Monções Asiáticas e Nordeste do Brasil (região semi-árida). Os resultados desses estudos foram promissores, revelando que a técnica de “Downscaling”, nessas áreas, foi capaz de capturar a assinatura da distribuição espacial e temporal da precipitação e o padrão de circulação atmosférica observados, cita-se o caso das Monções Asiáticas (Ji e Vernekar, 1997). Segundo Giorgi (1990), os modelos regionais cujas grades incorporam melhor resolução de topografia, não implícita na modelagem de grande escala, tendem



a representar melhor os efeitos da orografia na distribuição de chuva intra-regional da área de interesse.

Mais especificamente para a Região Nordeste do Brasil, Nobre et al. (2001) fizeram um estudo da técnica de “Downscaling” com a simulação de três membros aninhando um GCM (ECHAM 3, Max Plank Institute), a um modelo regional (Modelo Regional Espectral desenvolvido no National Center for Environmental Prediction), com três diferentes condições iniciais para o período de fevereiro a maio de 1999. As simulações foram feitas utilizando-se duas grades para o MRE, uma de 80 km e outra menor, de 20 km, sendo que os resultados prognosticados na grade de 80 km foram usados como dado de entrada a cada seis horas para a grade de 20 km.

Seus resultados mostraram que o modelo regional com 80 km de resolução obteve melhor performance do que o modelo de grande escala, reduzindo seus erros sazonais e quadráticos para uma área sobre o Nordeste do Brasil. Essa característica também foi observada quando comparados os resultados obtidos com 80 km em relação ao de 20 km. Com a resolução de 20 km, o MRE mostrou um incremento da chuva nas áreas de topografias mais elevadas, não consistente com a realidade, indicando possíveis problemas na parametrização da convecção utilizada. Outro resultado interessante foi uma melhor previsão da posição e da largura da ZCIT sobre o Atlântico Tropical, feita pelo MRE de 80 km em relação ao GCM. Nobre et al. (2001) mostraram também que os resultados do MRE com 80 km apresentam a possibilidade da previsão da frequência de distribuição de

dias secos e chuvosos dentro da quadra chuvosa do setor norte do Nordeste (período de fevereiro a maio).

A FUNCEME, em convênio com o International Research Institute for Climate Prediction (IRI), da Universidade de Columbia (EUA), instalou uma versão de um modelo regional - versão hidrostática do MRE do NCEP (Juang e Kanamitsu, 1994). Esse modelo está em fase de avaliações, fazendo previsões de precipitação para uma área de 60 km por 60 km, e seus resultados futuramente poderão melhorar substancialmente a previsão espacial, e possivelmente temporal, da precipitação no Estado do Ceará e na Região Nordeste, podendo também servir de base a estudos de previsão hidrológica.

2.4- A HIDROGEOLOGIA DO ESTADO DO CEARÁ

2.4.1 - Introdução

A Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH), objetivando otimizar o aproveitamento dos recursos hídricos, editou há alguns anos atrás o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PLANERH, 1992). Sem descontinuidades, o governo do Estado vem, nos últimos doze anos, desenvolvendo programas, organizando e executando projetos integrados e às vezes interligados, transferindo a água, quando necessário, para outra bacia ou região onde os reservatórios necessitam de aportes complementares.

O planejamento é um procedimento insubstituível e essencial para que se obtenha maior eficiência também no suprimento de água às comunidades. Nos dias atuais, sob um ritmo acelerado de inovações tecnológicas e de ajustamento socioeconômico, o planejamento, neces-

A ÁGUA SUBTERRÂNEA NO NORDESTE DO BRASIL: ALGUNS ASPECTOS RELEVANTES

O Brasil apresenta uma deficiência séria no conhecimento do potencial hídrico de seus aquíferos e do seu atual estágio de exploração. Os estudos regionais são escassos e encontram-se defasados. Mais recentemente, a identificação de aquíferos contaminados tem estimulado o desenvolvimento de estudos mais detalhados em áreas freqüentemente pequenas. É imperativo ampliar o conhecimento a respeito das recargas e limites de exploração sustentável dos aquíferos, além das ações necessárias com vistas à proteção dos mesmos, para subsidiar o desenvolvimento de metodologias adequadas de gestão dos recursos hídricos subterrâneos.

Em termos de ocorrência e utilização das águas subterrâneas, por exemplo, a Província Hidrogeológica Escudo Oriental do Nordeste - onde está localizada a região semi-árida - tem pequena disponibilidade hídrica, devido à formação de rochas cristalinas. É freqüente observar teor elevado de sais nas águas desta região, que restringe ou impossibilita seu uso. Na Província Hidrogeológica Costeira, os sistemas aquíferos Dunas e Barreiras são utilizados para abastecimento humano nos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte. O aquífero Açu é intensamente explorado para atender ao abastecimento público, industrial e em projetos de irrigação (fruticultura) na região de Mossoró (RN). O aquífero Beberibe é explorado na Região Metropolitana de Recife, através de 2.000 poços que atendem condomínios residenciais, hospitais e escolas. O crescimento desordenado do número de poços tem provocado significativos rebaixamentos do nível de água e problemas de intrusão salina em Boa Viagem, em Recife.

Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente / Agência Nacional de Águas. **Plano Nacional de Recursos Hídricos. Documento Base de Referência, Minuta, Revisão 01, abril/2003.**

sariamente, deverá ser dinâmico e atento às novas demandas sociais.

No Estado do Ceará, a forte variação dos regimes pluviométricos vem provocando, a cada três ou quatro anos, períodos onde deve-se conviver com drástica escassez de água.

As águas subterrâneas que correm no Estado já vêm abastecendo centenas de milhares de pessoas durante os doze meses do ano, não só para o seu consumo mas para o desenvolvimento de atividades produtivas, da agricultura irrigada, da pecuária e da indústria.

Nas outras regiões, a água do subsolo, embora em menor escala, também complementam as ofertas d'águas superficiais, proporcionadas pela rede de aqüedagem existente nas diversas bacias hidrográficas.

Os depósitos de água subterrânea não estão sujeitos ao fator hídrico mais negativo do Ceará e do Nordeste, ou seja, à evaporação, que se faz de modo contínuo e sorrateiramente, alcançando valores anuais da ordem de 2.300 mm.

As reservas de água do subsolo estão acumuladas segundo os caprichos da



natureza, nas ambiências geológicas. Assim, a otimização do seu aproveitamento requer a ordenação do conhecimento hidrogeológico e a prática de planejamento dinâmico, tanto quanto requerem as águas superficiais.

Pelo fato das águas superficiais serem visíveis, muitos imaginam que os rios, barragens e lagos devem ser a maior fonte de atendimento das necessidades do homem. Na verdade, um pouco mais de 97% da água doce disponível na Terra encontra-se no subsolo. Segundo estimativas da UNESCO, no período de 1970-1995 foram perfurados no mundo cerca de 300 milhões de poços. Essas obras fornecem água subterrânea para o abastecimento de mais de 50% da população do Planeta e para a irrigação de, aproximadamente, 90 milhões de hectares (Feitosa e Manoel Filho, 1997).

2.4.2 - Caracterização Geológica do Ceará

O Estado do Ceará tem 75% de sua superfície representada por rochas de embasamento cristalino centradas no território (ver Mapa 2.3 apresentado anteriormente). Elas são capeadas por delgada camada de solo sem dimensões e porosidade que lhes permitem absorver os 700 mm de precipitação média anual. Assim, as chuvas superiores a 40 mm e de grande intensidade geram fortes deflúvios que fluem para os mananciais superficiais (rios, lagoas, açudes e etc.) ou para o Oceano Atlântico.

Bordejando as fronteiras estaduais, ao leste têm-se os sedimentos que formam a bacia Potiguar, mais conhecida como Chapada do Apodi; ao sul estão os sedimentos que compõem a bacia sedimentar do Araripe; ao oeste têm-se os sedimentos

da bacia do Parnaíba, formadores da Serra da Ibiapaba; e ao norte estão posicionados os sedimentos costeiros da Formação Barreira. Além dessas áreas, ocorrem, na região de Iguatu, sedimentos de bacias interiores que se enquadram na Formação Rio do Peixe.

2.4.2.1 - Bacias Sedimentares

Em virtude das informações geológicas disponíveis sobre as bacias sedimentares do Ceará serem de graus diferenciados de detalhe, suas caracterizações apresentam níveis de informação também heterogêneas.

Bacia Sedimentar do Araripe

A seqüência lito-estratigráfica adotada, a partir do estudo de PONTE (1992), da base para o topo e sintetizada pelo geólogo Waldir Duarte Costa, conforme pode-se observar na Figura 2.18, é a seguinte:

a) Formação Mauriti

Seqüência monótona de arenitos claros, quartzosos e/ou feldspáticos, de granulação média a grosseira, com grãos subangulares, mal selecionados, geralmente silicificados. Gradam decrescentemente em direção ao topo, terminando em siltitos e arenitos finos.

b) Formação Brejo Santo

É constituída na base por uma alternância bem estratificada de arenitos finos, siltitos e argilitos vermelhos, contendo, localmente, intercalações de arenitos vermelhos. No topo, ocorrem argilitos e folhelhos vermelhos ou marrons escuros estratificados e esporádicos leitos de folhelhos verdes.

c) Formação Missão Velha

Compõe-se de arenitos grosseiros,



2-BASE FÍSICA

mal selecionados, de coloração esbranquiçada ou amarelada, mostrando estratificação cruzada e leitos conglomeráticos.

d) Formação Abaiara

É composta por alternâncias bem estratificadas de arenitos micáceos cinza, amarelos ou avermelhados, predominantemente finos, argilosos e semifriáveis, com siltitos, argilitos e folhelhos de cores variegadas.

e) Formação Rio da Batateira

A seqüência inicia-se por bancos de arenitos fluviais médios a grosseiros, gradando ascendentemente para arenitos médios a finos, siltitos argilosos bem estratificados e encerra-se com uma seção de folhelhos negros, orgânicos, fossilíferos.

f) Formação Santana

O Membro Crato, na seção inferior da seqüência compreende (da base para

o topo) folhelhos cinza, castanhos, calcíferos, laminados e calcários micríticos cinza-claro a creme, argilosos e finamente laminados; o Membro Ipubi repousa sobre a unidade anterior em contato normal e gradacional; é constituído predominantemente por bancos estratiformes de gipsita, e contém, de forma subordinada, intercalações de folhelhos cinza e verdes; na parte superior vem o Membro Romualdo, constituído por folhelhos e margas fossilíferas cinza - esverdeado, com intercalações de calcários e lentes de arenitos friáveis.

g) Formação Arajara

Composta por siltitos, argilitos, arenitos finos argilosos e/ou caulínicos, bem estratificados e de coloração variegada.

h) Formação Exu

É constituída por uma seqüência monotona de arenitos vermelhos friáveis, argi-

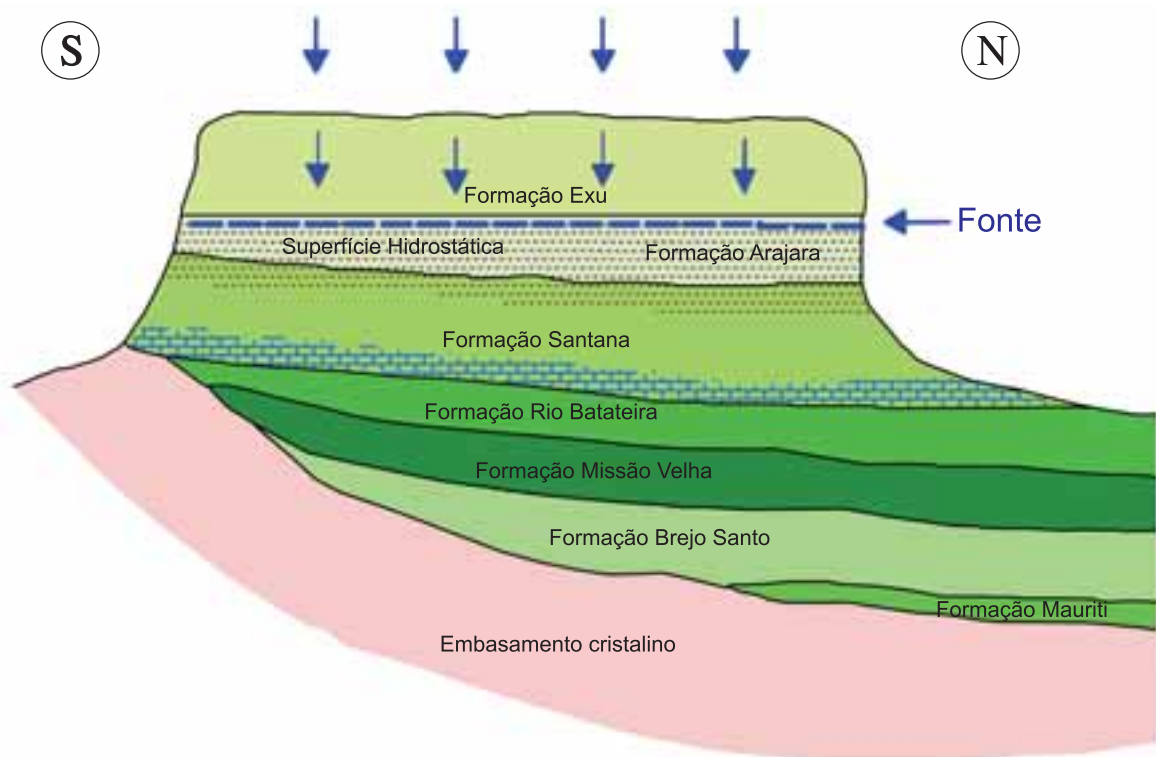


FIGURA 2.18 - Desenho esquemático da infiltração da água precipitada na Chapada do Araripe (esquema sem escala).

FONTE: DNPM, Waldir Duarte Costa (1996);

losos, em geral caulínicos, de granulometria variável, contendo, o mais das vezes, leitos intercalados de arenitos grosseiros a conglomeráticos.

Bacia Sedimentar Potiguar

A leste, nos limites com o Rio Grande do Norte, o Grupo Apodi engloba, com destaque, as formações Jandaíra e Açú.

Segundo os geólogos do 10º Distrito do DNPM, esta bacia sedimentar está assim empilhada:

a) Formação Açú

A Formação Açú, basal, é constituída por arenitos intercalados com folhelhos e siltitos, representando uma sedimentação, principalmente continental (fluvial), tornando-se transicional no topo, o que registra o afogamento da bacia, com sedimentação numa extensa planície costeira de baixa energia.

b) Formação Jandaíra

A Formação Jandaíra ocorre sobreposta à anterior. É composta por calcários cársticos, calcilutitos bioclásticos, calcarenitos e calcilutitos com bird eyes, apresentando cores creme e cinza, com intercalações de argilitos, gipsita e bandas ricamente fossilíferas (moluscos, algas verdes, briozoários e equinóides). Trata-se de sedimentação de planície de maré e marinha rasa. Os diques básicos terciários são representados por diabásios e microsienogabros.

c) Formação Barreiras

A Formação Barreiras, de idade terciária, recobre em discordância tanto o embasamento cristalino quanto as litologias do Grupo Apodi. É formada por depósitos clásticos, pouco consolidados, constituídos por argilitos variegados e are-

nitos avermelhados, com níveis caulínicos e conglomeráticos. Via de regra, apresenta aspecto maciço, podendo, entretanto, apresentar discreta estratificação. Esta formação está relacionada a sistemas de leque aluvial e fluvial.

As coberturas terció-quaternárias, denominadas por Braga et al. (1977) da Formação Faceira, são formadas por depósitos detríticos semi a inconsolidados, com níveis conglomeráticos basais, avermelhados, contendo seixos bem arredondados de quartzo (dominante) e rochas cristalinas e siltitos, argilitos e arenitos associados. No contato entre o conglomerado e o cristalino ocorre um horizonte laterítico. No topo da seqüência observa-se um horizonte predominantemente arenoso, inconsolidado, de granulação fina a média, cor avermelhada e composição areno-siltosa.

Os depósitos quaternários estão representados pelas paleodunas, dunas recentes ou móveis e depósitos aluviais.

Bacia Sedimentar Parnaíba (Ibiapaba)

Nos quadrantes NW-SW dominam os sedimentos da Chapada da Ibiapaba ou Grupo Serra Grande, de idade siluro-devoniana, composto por arenitos grosseiros e conglomeráticos, e conglomerados na base com dominância de arenitos finos no topo, exibindo estratificação cruzada e irregular, com forte vocação para armazenamento de água subterrânea.

A faixa de ocorrência dessa bacia sedimentar no Estado do Ceará estende-se por cerca de 350 km na direção norte-sul, na zona fronteiriça com o Estado do Piauí. A metade setentrional apresenta-se, no Ceará, com 40 km de largura, apro-



2-BASE FÍSICA

ximadamente, na direção este-oeste, e a metade meridional que ocorre também no Estado do Ceará situa-se com pequenas larguras, por volta de 8 km.

Entre as cidades de Ararendá e Novo Oriente são observadas coberturas sedimentares argilo-arenosas, de cotas bem inferiores às do topo da Serra da Ibiapaba. Por serem planas, são bastante exploradas em atividades agrícolas mecanizadas.

Nos perfis litológicos dos poços tubulares construídos nesse pacote sedimentar observam-se níveis argilosos. Nas camadas desse arenito são encontradas fraturas e, menos freqüentemente, pequenas cavernas com boa produção de água.

No trecho mais ao sul desse pacote sedimentar foram encontrados níveis de basalto que não devem ser confundidos com as rochas do embasamento. Abaixo dessas rochas vulcânicas básicas pode-se repetir a presença dos arenitos do Grupo Serra Grande.

Bacia Sedimentar do Iguatu

A geologia do Estado do Ceará apresenta, na região de Iguatu, várias manchas de sedimentos, reconhecidas como pequenas bacias interiores.

As rochas sedimentares que compõem essas bacias estão assentadas sobre o cambriano e constituem depósitos de água subterrânea de boa qualidade. Ainda não foram realizados, porém, estudos hidrogeológicos sobre elas.

Os geólogos do 10º Distrito do DNPM apresentaram, no ano 2000, no documento Distritos Mineiros do Estado do Ceará, bem ordenada síntese da geologia, da qual foram compiladas as informações geológicas sobre os sedimentos cretáceos

e os que sobre eles se depositaram nessa pequena bacia interior.

O cretáceo é representado pelo Grupo do Peixe que aflora na bacia do Iguatu, a NE de Quixelô e a W de Lima Campos, composto pelas seguintes:

a) Formação Antenor Navarro

A Formação Antenor Navarro: é composta de arenitos finos a grosseiros e conglomeráticos com estratificação cruzada, conglomerados e brechas, intercalações de siltitos, folhelhos e margas subordinadas, às vezes fossilíferos, com ocasionais lentes milimétricas de aragonita.

b) Formação Souza

A Formação Souza aflora na maior parte da bacia do Iguatu. É constituída por siltitos argilosos, ou não, de cor roxo, vermelho-escuro, marrom-escuro e esverdeado, com cimento calcífero, folhelhos, arenitos finos a muito finos, calcários e margas.

c) Formação Piranhas

A Formação Piranhas ocorre a NE de Quixelô a W de Lima Campos. É composta de arenitos finos (na base) a grosseiros e conglomeráticos (no topo); arenitos líticos e quartzosos, arcóseos, subarcóseos e grauvacas, leitos delgados de siltitos roxos, calcíferos e micáceos e de folhelhos.

d) Formação Souza

A Formação Moura, do Tércio-Quaternário, ocorre na bacia do Iguatu. É composta de conglomerado polimítico (na base) de matriz arenosa, granulação grossa, fracamente diagenizada, mal selecionada e pobremente cimentada por material síltico-arenoso de coloração que varia de vermelho a creme; areias de granulação



variável de cores avermelhadas e amareladas e siltitos vermelhos.

O Quaternário é representado pelos sedimentos aluviais que ocorrem ao longo dos rios Jaguaribe, Salgado, dos Bastiões e dos seus tributários. Esses aluviões são importantes, dada sua ampla distribuição e franca capacidade de acumulação de água, e por possibilitar atividade de extração de areia.

Bacias Sedimentares Costeiras

A visualização da geomorfologia possibilita a concepção das primeiras feições geológicas de uma área. Assim, são indicados os compartimentos de relevo que ocorrem nas regiões das faixas costeiras do Ceará.

a) Planície Litorânea

Abrange as praias, dunas e mangues. Corresponde a terrenos do holoceno, com relevo predominantemente plano e suave. Pequenas dunas móveis ocorrem e muitas dunas fixas estão presentes, graças à proteção da cobertura vegetal nativa.

b) Planície Fluvial

Compreende as várzeas das deposições fluviais ao longo do rio Acaraú e pequena parcela em trechos do rio Aracati-Mirim.

c) Tabuleiros Pré-litorâneos

Posicionam-se próximos ao litoral, com relevo de topografia plana, constituídos por sedimentos da Formação Barreiras.

Uma superfície de aplainamento foi formada por processos de pediplanação sob condições de clima semi-árido. Aqui predominam solos litológicos e planosol de relevo plano. Todas essas feições apresentam valiosa capacidade de acumulação de água de chuvas, cuja precipitação

média anual varia de 900 a 1.200 mm.

Na faixa norte das bacias costeiras, estão presentes rochas mais antigas que possibilitam outras informações sobre a geologia da área.

As diversas unidades litológicas que constituem o Grupo Jaibaras, de idade Eo-cambriano, exibem um condicionamento geotectônico único e bem definido, sempre associado a estruturas de afundamento. A área de ocorrência mais importante corresponde ao denominado graben Jaibaras, ampla fossa tectônica que se estende desde a escarpa da Ibiapaba, ao longo do lineamento Sobral-Pedro II, até próximo à cidade de Morrinhos (Costa op. cit., 1973).

As ocorrências litológicas desse grupo são bastante restritas geograficamente. Estratigraficamente fazem-se presentes apenas através das formações Massapê e Pacujá. A Formação Massapê é constituída de conglomerados brechóides polimíticos. A Formação Pacujá acha-se representada por arenito arcossiano, mecáceo.

Acima desse grupo encontra-se o Serra Grande. A área de ocorrência da Formação Ipu está no graben que ocupa a faixa central ao sul de Itarema. Litologicamente, esta unidade é constituída por arenitos grosseiros, mostrando diaclasmação, estratificação cruzada e grande variação da atitude em locais próximos às zonas de falhas.

Sedimentos Aluviais

O território cearense, em termos de rede de drenagem, pode ser repartido e visualizado em onze regiões hidrográficas.

Nos rios principais encontram-se os aluviões com seus depósitos de águas subterrâneas, os quais foram indutores,

2-BASE FÍSICA

especialmente nos séculos XVIII e XIX, da formação de vilas e cidades, em torno das quais se desenvolviam as atividades pecuárias e agrícolas de subsistência, graças às águas armazenadas nos aluviões, protegidas da elevada evaporação sertaneja, que é da ordem de 2.300 mm/ano.

Embora não se disponha dos parâmetros de extensões e espessuras dos aluviões, responsáveis pela acumulação de água, a vasta rede de drenagem do território do Estado, ao longo da qual localizam-se estes solos, é desejável que se caracterize adequadamente sua capacidade de exploração.

É conservadora a estimativa de que 2.000 km² seja a superfície total dos aluviões na região do embasamento cristalino no Ceará.

O assoreamento milenar promoveu a formação desses depósitos sedimentares aplainando os baixios, pelo transporte de argilas, silte, areia e cascalho grosseiro, este, quando o fluxo d'água ocorria com elevada energia.

Esses pacotes sedimentares apresentam dimensões variadas e os níveis de areia e cascalho não se distribuem por igual, observando-os transversal ou longitudinalmente em relação à direção do talvegue.

Conhecidos também como terrenos de croa, já foram encontrados aluviões com espessura de até 28 metros.

2.4.2.2 - Embasamento Cristalino

Em termos regionais, o embasamento do Ceará deve ser enquadrado nas denominadas Regiões de Dobramentos Brasileiros, conforme Ferreira (1972), compreendendo áreas cratônicas antigas rejuvenescidas, ao lado de áreas dobra-

das neste ciclo, estruturadas em blocos limitados por falhas transcorrentes.

A litologia é representada por uma seqüência gnáissico-migmatítica e por rochas milonitizadas e ultra-milonitizadas. As rochas do pré-cambriano apresentam foliação com direção preferencial NE-SW, e mergulhos que variam de 40° a 60° SE, tendendo a subvertical quando próximas às falhas transcorrentes. Em termos litológicos, as rochas do pré-cambriano, sem considerações cronológicas, podem ser representadas por uma seqüência gnáissico-migmatítica e por rochas milonitizadas em graus diferenciados.

Estudos petrográfico-mineralógicos permitem indicar que os processos tectônicos afetaram bastante as rochas originais. Os gnaisses e migmatíticos, de coloração cinza-claro a escuro, revelam contatos de natureza falhada com as rochas milonitizadas.

Quanto ao condicionamento estrutural, o geólogo J.R. Lima Verde Leal enfoca os aspectos estruturais e tectônicos e o armazenamento da água subterrânea no embasamento cristalino, isto é, em aquífero fissural.

“No Estado do Ceará, onde as rochas cristalinas recobrem 75% do território, as estruturas geológicas são de capital importância no condicionamento da água subterrânea.

Por serem as rochas cristalinas impermeáveis, as águas subterrâneas percolam e se concentram apenas ao longo das fraturas desenvolvidas nestas rochas.

Como esse condicionamento é relativamente restrito, no caso da água subterrânea, ele deve ser estudado com detalhes, em cada área específica.



Os grandes condicionantes estruturais da água subterrânea e, de minérios em geral, são, a princípio, as fraturas de tensão e alívio de tensão. Durante a compressão há tendência à criação de espaços em planos paralelos a esta compressão. É como se comprimisse um livro pelas laterais. Espaços abertos logo apareceriam entre as folhas.

No caso do alívio de tensão, todas as vezes que um corpo plástico tem uma tensão sobre ele aliviada, este tende a se distender para adquirir a forma original antes da compressão. Esse alívio de tensão vai gerar espaços abertos, pois uma parte deste corpo foi definitivamente achatada e não voltaria ao normal (resiliência).

Quando as falhas transcorrentes têm superfícies irregulares, no deslocamento de uma parte com relação à outra, podem ser gerados espaços vazios.

Durante as tectônicas de distensão, o diaclasamento e basculamento podem formar espaços entre as rochas, mesmo cristalinas, os quais podem armazenar água no seu interior.

Em resumo, a prospecção de água subterrânea em terrenos cristalinos, como é o caso da maior parte do território cearense, deve levar em conta as peculiaridades estruturais do local pesquisado. Em princípio, nenhum local específico pode ser descartado sem um estudo preliminar. São necessários, então, mapas geológicos, fotografias aéreas e análise estrutural de campo para se proceder a uma interpretação que possa levar à descoberta dos condicionantes estruturais para armazenamento da água subterrânea".

A existência, nas proximidades da área de pesquisa de água, de camadas espessas de solo com elevada pluviometria (Serra de Baturité), de aluviões espessos saturados, de canais e de açudes deve sinalizar ao pesquisador que essas formas de concentração de água favorecerão a recarga das fissuras de qualquer rocha dura.

2.4.3 -Terminologias e Conceitos

Considerando-se que no trato da hidrogeologia necessita-se de linguagem adequada, padronizada e, se possível, consensual, achou-se por bem adotar conceitos terminológicos essenciais de modo que o processo de comunicação possa ser feito com razoável eficiência. Os conceitos a seguir apresentados vêm sendo citados pelo geólogo Waldir Duarte Costa, desde a publicação do Projeto ÁRIDAS (1995), e são adotados neste trabalho.

- **Aqüíferos:** São volumes de água que se acumularam nos interstícios, nas cavernas e fissuras das estruturas geológicas.
- **Reservas:**
 - **Reservas Permanentes (Rp):** Volume hídrico acumulado no meio aquífero, em função da porosidade efetiva e do coeficiente de armazenamento, não variável com a flutuação sazonal da superfície potenciométrica;
 - **Reservas Reguladoras ou Renováveis (Rn):** Volume hídrico acumulado no meio aquífero, em função da porosidade efetiva ou do coeficiente de armazenamento e variável anualmente em decorrência dos aportes sazonais de água superficial, do escoamento subterrâneo e dos

2-BASE FÍSICA

exutórios naturais ou artificiais;

- **Reserva Explorável (Re):** Volume anual que poderá ser explorado do aquífero sem que haja comprometimento irreversível das reservas permanentes, e que atenda às condições de qualidade da água e de condicionamento técnicos e econômicos para a construção de poços.
- **Potencialidade:** Volume hídrico que pode ser utilizado anualmente, incluindo, eventualmente, uma parcela das reservas permanentes, passíveis de serem exploradas, com descarga constante, durante determinado período de tempo.

- Disponibilidade:

- **Disponibilidade Virtual:** Parcela máxima, possível de ser aproveitada anualmente da potencialidade, correspondendo à vazão anual que pode ser extraída do aquífero ou do sistema aquífero, sem que se produza um efeito indesejável de qualquer ordem;
- **Disponibilidade Instalada:** Volume anual passível de exploração através das obras de captação existentes, baseado na vazão máxima de exploração ou vazão ótima, com regime de bombeamento de 24 horas diárias, durante todos os dias do ano;
- **Disponibilidade Efetiva:** Volume anual atualmente explorado nas obras existentes.

2.4.4 - Aquíferos do Ceará

2.4.4.1 - Tipos de Aquíferos

Os aquíferos que ocorrem no Esta-

do do Ceará podem ser enquadrados nos tipos:

- intersticiais;
- cárstico-fissurais;
- fissurais

Dentre os intersticiais, ou porosos, destacam-se os existentes em bacias sedimentares e os relacionados aos depósitos recentes, de reduzidas espessuras e potencialidades. Neste grupo podem ser enquadrados os aluviões e as coberturas sedimentares costeiras, as quais ocorrem de maneira contínua em toda a costa nordestina.

Aquíferos de bacias sedimentares são encontrados na região sul do Estado e nas zonas fronteiriças, a leste e a oeste. Bacias sedimentares interiores ocorrem em extensões menores e, de forma descontínua, na região centro-sul do Estado, no entorno do açude Orós.

Os aquíferos intersticiais rasos estão presentes de maneira descontínua em manchas isoladas de reduzida espessura, capeando indistintamente as bacias sedimentares ou o embasamento cristalino.

Depósitos intersticiais em grandes profundidades já foram medianamente caracterizados nas bacias sedimentares do Apodi e do Araripe, mas, muitos, ainda permanecem sem estudos hidrológicos, como nos sedimentos cretáceos da região do Iguatu.

Os aquíferos cárstico-fissurais são encontrados na bacia Potiguar e, com menor frequência, na Serra Grande e em zonas com rochas carbonáticas.

Os aquíferos fissurais, representados por rochas cristalinas ou calcárias fraturadas, são os que abrangem a maior área



de ocorrência, cobrindo cerca de 75% do território cearense, apresentando-se com baixa potencialidade e com águas salinizadas em cerca de 70% dos poços tubulares construídos.

É fundamental explicitar que o nível de conhecimento hidrogeológico do Estado do Ceará é muito reduzido.

A Bacia Sedimentar do Araripe, entretanto, é uma importante exceção, graças à decisão e aos investimentos aplicados pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) durante um período de três anos. Em 1996, foi publicado o relatório final do Projeto de Avaliação Hidrogeológica da Bacia Sedimentar do Araripe.

O Governo do Estado do Ceará, através do NUTEC, realizou na faixa costeira, também como exceção, pesquisa hidrogeológica cujo relatório foi publicado em 1984.

A Região Metropolitana de Fortaleza recebeu investimentos que possibilitaram a elaboração de consistente relatório de pesquisa hidrogeológica.

Contemplando as áreas de embasamento cristalino, a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) concluiu o mapeamento hidrogeológico das folhas de Novo Oriente e de Irauçuba, na escala 1:100.000. Deve-se lembrar que o território cearense abrange 66 folhas nessa escala.

Segundo o nível de conhecimento atual, as regiões podem ser apresentadas em ordem decrescente: Região do Araripe, Região do Apodi, Região Costeira, Região Central de Embasamento Cristalino, Região da Ibiapaba e Região de Sedimentos em Iguatu.

2.4.4.2- Aquíferos Intersticiais

A) Aquíferos da Bacia Sedimentar do Araripe

Segundo Waldir Duarte Costa, considerando a similitude de características hidrogeológicas, a imprecisão na descrição de grande parte dos perfis geológicos dos poços perfurados e a pouca profundidade alcançada pelos poços produtores - máxima de 250 m, com média de 78 m - pode-se apresentar a seguinte divisão hidrogeológica na bacia do Araripe:

- Sistema Aquífero Superior (formações Exu e Arajara): 320 m de espessura.
- Aquíclode Santana: 180 m de espessura.
- Sistema Aquífero Médio (formações rio da Batateira, Abaiara e Missão Velha): 500 m de espessura.
- Aquíclode Brejo Santo: 400m de espessura.
- Sistema Aquífero Inferior (formação Mauriti e parte basal da formação Brejo Santo): com 60 a 100 m de espessura.

O Sistema Aquífero Superior, apesar de possuir, em toda a área da Chapada do Araripe (cerca de 7.500 km²), volume de sedimentos da ordem de 1,8 trilhão de metros cúbicos, atua como reservatório com apenas 15% desse volume.

Sabe-se que as fontes, ou exutórios naturais, ocorrem na cota 700 m e suas vazões totalizam um volume anual de 41,2 milhões de metros cúbicos ao ano (IPEA, 1995).

As reservas permanentes do Sistema Aquífero Superior foram calculadas em 10,2 bilhões de metros cúbicos, enquanto as reservas reguladoras ou disponibilidades potenciais foram estimadas em

2-BASE FÍSICA

100 milhões de metros cúbicos ao ano. Quanto às disponibilidades virtuais, estas são estimadas em 55,5 milhões de m³/ano. Não se conhecem as disponibilidades instaladas e efetivas por não existirem praticamente poços nesse aquífero, em virtude da elevada profundidade dos níveis da água, em geral superiores a 150 m.

O Sistema Aquífero Médio possui, na sub-bacia de Feira Nova, volume total de sedimentos da ordem de 400 bilhões de metros cúbicos, com espessura média de 210 m, enquanto na sub-bacia do Cariri esse volume ultrapassa a 835 bilhões de metros cúbicos, com espessura média da ordem de 295 m. Nessa, existem quatro grabens e três horsts, numa área total de 2.830 km², proporcionando, em cada estrutura elevada ou deprimida, diferenciados volumes de sedimentos, desde 72 bilhões de metros cúbicos no horst de Barbalha, até 376 bilhões de metros cúbicos no graben de Jenipapeiro.

Os principais parâmetros hidráulicos calculados para esse sistema apresentaram os seguintes valores:

- vazão de escoamento natural (VEN): 109,7x10⁶ m³/ano;
- taxa de infiltração média: 5,3% da precipitação;
- coeficiente de transmissividade: de 3,0x10⁻⁴ a 8,0x10⁻³ m²/s (valor mais representativo, 5,0x10⁻³ m²/s);
- coeficiente de permeabilidade: 5,0x10⁻⁵ m/s (valor mais representativo);
- coeficiente de armazenamento (S): 2,0x10⁻⁴;
- gradientes hidráulicos: desde

6,25% (região de Crato) até 0,36% (na região de Milagres-Mauriti);

- reservas permanentes: 83,7x10⁹ m³;
- reservas reguladoras (disponibilidade potencial): 112,0x10⁶ m³/ano;
- disponibilidade virtual: 72,0x10⁶ m³/ano;
- disponibilidade instalada: 100,0x10⁶ m³/ano;
- disponibilidade efetiva: 43,0x10⁶ m³/ano (59,7% da disponibilidade virtual).

A qualidade das águas desse sistema aquífero é muito boa, apresentando média de resíduo seco (rs) de 232,5 mg/l, classificando-se como bicarbonatadas sódicas, com CO₃ > SO₄ > Cl e Na > Ca > Mg > K. Quanto à classificação de uso para irrigação, apresentam 57,1% na classe Cl - SI, 38,1% na classe C2 - SI e apenas 4,8% na classe C3 - SI; por região. O município de Crato possui as melhores águas, com média de resíduos secos de 166,0 mg/l. Em Abaiara, os resultados são mais elevados em resíduos secos com média de 401,0 mg/l.

O Sistema Aquífero Inferior possui, na zona de confinamento, uma área de 2.830 km², ocupando volume de 186 bilhões de metros cúbicos, com uma espessura média da ordem de 66 m. Na área de recarga, em que o sistema ocorre de forma livre, a superfície é de 600 km², com espessura média de 100 m e volume de sedimentos de 60 bilhões de metros cúbicos. Assim, o volume total de sedimentos do sistema aquífero inferior é da ordem de 246 bilhões de metros cúbicos.

Os principais parâmetros hidráulicos calculados para esse sistema apresentam os seguintes valores:



- vazão de escoamento natural (VEN): $14,5 \times 10^6$ m³/ano
- taxa de infiltração média: 1,9% da precipitação
- coeficiente de transmissividade: $3,0 \times 10^{-4}$ m²/s (valor mais representativo)
- coeficiente de permeabilidade: $4,0 \times 10^{-6}$ m/s (valor mais representativo)
- coeficiente de armazenamento (S): $1,0 \times 10^{-5}$
- porosidade efetiva: 0,02
- gradientes hidráulicos: desde 3,3% (Juazeiro do Norte-Missão Velha) até 0,43% (Milagres-Mauriti)
- reservas permanentes: $4,9 \times 10^9$ m³/ano
- reservas reguladoras (disponibilidade potencial): $17,5 \times 10^6$ m³/ano
- disponibilidade virtual: $7,5 \times 10^6$ m³/ano
- disponibilidade instalada: $20,0 \times 10^6$ m³/ano
- disponibilidade efetiva: $3,7 \times 10^6$ m³/ano (48,6% da disponibilidade virtual).

As águas do Sistema Aquífero Inferior são tão boas quanto as do Sistema Aquífero Médio, com resíduo seco médio de 201,12 mg/l, sendo máximo na região de Mauriti, com média de 208,43 mg/l, e mínimo na região de Barro, com resíduo seco médio de 162,50 mg/l; são também do tipo bicarbonatada sódica, apresentando as seguintes relações: $\text{CO}_3 > \text{SO}_4 > \text{Cl} > \text{Na} > \text{Mg} > \text{Ca} > \text{K}$. Quanto à classificação para irrigação, apresentam 63,1% na classe C1-S1 e 36,9% na classe C2 - S1.

Segundo o geólogo Waldir Duarte Costa a disponibilidade virtual (quanto se dispõe realmente para ser explorado) dos diversos aquíferos da Bacia Sedimentar do Araripe é de 409 milhões de m³/ano.

A SRH despendeu grande esforço a fim de aprimorar os procedimentos metodológicos para os projetos de pesquisa hidrogeológica de monitoramento e de gestão dos recursos hídricos subterrâneos.

Com o incremento de suas atividades no setor de águas subterrâneas, nos sedimentos da Região do Cariri, a SOHIDRA construiu desessete poços nos municípios de Brejo Santo e Mauriti, com diâmetro de revestimento de oito polegadas. As principais características desses poços são:

- Profundidade média 136m
- Vazão média 60 m³/h
- Nível dinâmico 52m

As águas deste conjunto de poços foram analisadas e os sólidos totais foram medidos. Apresentaram valores entre 66 ppm a 324 ppm, o que revela águas de excelente qualidade.

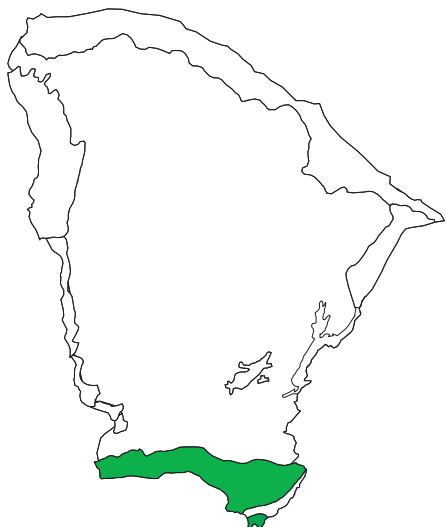
Os três poços pioneiros, construídos sobre a Chapada do Araripe, nos municípios de Santana do Cariri e do Araripe, apresentaram no conjunto a vazão de 470 m³/h. Adicionando-se a vazão do poço construído na baixada, ao sul de Santana do Cariri, este valor se eleva para 620 m³/h.

A Figura 2.19 apresenta algumas informações relevantes sobre este aquífero, extraídas do Atlas dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Ceará (CPRM, 1999), e cedidas pela CPRM à SRH (Oficina de Trabalho, 2001).



2-BASE FÍSICA

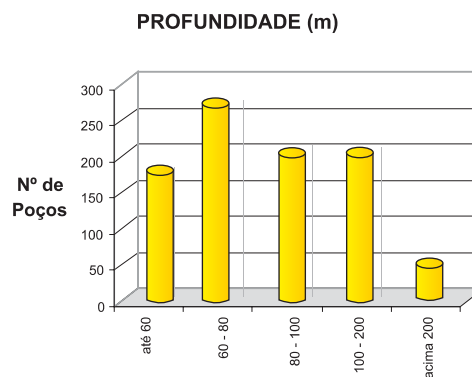
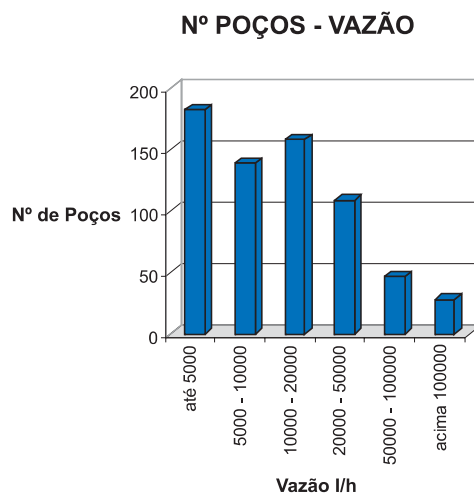
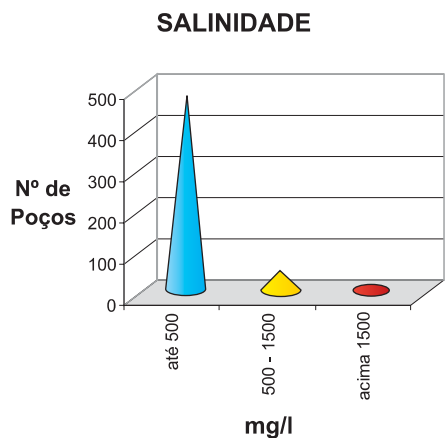
Figura 2.19 - Chapada do Araripe



Vazão média (664 poços) = 6.100 l/h

Profundidade média (890 poços) = 91 m

Salinidade (545 poços) = 88% doce
10% salobra
2% salgada



Fonte: CENSO CPRM (1998)



B) Aquíferos da Bacia Sedimentar do Apodi

Esta bacia sedimentar, formadora da Chapada do Apodi, possui, no Estado do Ceará, superfície da ordem de 3.000 km². Neste contexto geológico estão compartimentados os aquíferos relativos à formação Barreiras, que ocorre na zona norte, fazendo a transição da Chapada com os sedimentos costeiros e as formações Jandaíra e Açú.

As características hidrogeológicas gerais dos sistemas aquíferos, segundo José Pompeu dos Santos (2000), são descritas a seguir:

B.1) Aquífero Jandaíra

É formado tipicamente por depósitos cársticos. Aflora na maior parte da bacia sedimentar apresentando as seguintes características:

- Espessura: 1 a 200 m
- Transmissividade: 1,0 a 45,0 m²/h
- Coeficiente de armazenamento (S): 1,0x10⁻² a 15,0x10⁻²
- Profundidade dos poços: 60 a 150 m
- Vazão esperada dos poços nas zonas cársticas: 10 a 200 m³/h.
- Salinidade da água: 1800 ± 120 mg/l.

As águas subterrâneas do aquífero Jandaíra são, em geral, do tipo bicarbo-

natadas cálcicas, não apresentando, a grosso modo, perigo de sódio. Os estudos do IPT/SP mostraram que 75% das águas do Jandaíra se enquadram nas classes C3 S1 e C4 S2. No tocante à utilização das águas do Jandaíra para irrigação, dois problemas requerem atenção:

a) deposição de carbonato de cálcio nas tubulações e nos bicos dos aspersores, diminuindo a eficiência do sistema de irrigação;

B) o uso prolongado da água bicarbonatada em solos derivados de calcário pode provocar a precipitação do CaCO₃ no solo, alterando suas características físicas.

B.2) Aquífero Açú

Sotoposto ao calcário Jandaíra, o arenito Açú ocorre também aflorando nas bordas sul e leste da bacia Potiguar.

- Espessura: 10 a 200 m
- Transmissividade (T): 1,0 a 15,0 m²/h
- Coeficiente de armazenamento (S): 2,0x10⁻⁴
- Profundidade dos poços: 250 a 800 na área da chapada; na área de afloramento no Vale do Jaguaribe a espessura máxima esperada é da ordem de 100 a 150 m

Tabela 2.2 - Sistemas Aquíferos da Bacia Sedimentar do Araripe

PARÂMETROS QUANTITATIVOS	SISTEMAS AQUÍFEROS			
	SUPERIOR	MÉDIO	INFERIOR	TOTAL
Reserva permanente (m ³)	10,2x10 ⁹	83,7x10 ⁹	4,9x10 ⁹	98,8x10 ⁹
Reserva reguladora (m ³ /ano)	100,0x10 ⁶	112,0 x10 ⁶	17,5 x10 ⁶	229,5 x10 ⁶
Disponibilidade virtual (m ³ /ano)	55,5 x10 ⁶	333,9 x10 ⁶	19,6 x10 ⁶	409,0 x10 ⁶
Disponibilidade efetiva (m ³ /ano)	43,0 x10 ⁶ (1)	40,0 x10 ⁶	3,7 x10 ⁶	86,7 x10 ⁶

FONTE: Francisco Paula Pessoa de Andrade (SRH, 2002) Nota: (1) Foram considerados os volumes que jorram de todas as fontes

2-BASE FÍSICA

- Produção máxima esperada dos poços: 100 m³/h
- Salinidade da água: 840 ± 105 mg/l.
- Adequabilidade da água para irrigação: 65% das águas do arenito Açú enquadram-se nas classes C2 S1 e C3 S1.

Desde 1967, a água subterrânea da bacia Potiguar já vem sendo explorada, especialmente a do arenito Açú.

Vale destacar o aproveitamento dos depósitos cársticos da Formação Jandaíra, muito intensificado nos últimos três anos. Infelizmente, a captação da água destes depósitos vem sendo efetuada sem autorização do Estado e sem monitoramento.

A exploração de petróleo e de calcário são atividades extrativas minerais praticadas nesta bacia sedimentar, sendo que as lavras de petróleo e da água podem requerer compatibilizações.

Os volumes disponíveis de água subterrânea podem ser indicados tomando-se por base os valores apresentados pelo Projeto ARIDAS (IPEA, 1995). Considerando que esta bacia sedimentar, no Estado do Ceará, encerra 10% de suas reservas, têm-se 75 milhões de metros cúbicos ao ano de reservas exploráveis, volume que pode ser considerado como Disponibilidade Virtual (Dv).

A Figura 2.20 apresenta algumas informações relevantes sobre este aquífero, cedidas pela CPRM à SRH (Oficina de Trabalho, 2001).

C) Aquíferos das Bacias Sedimentares Costeiras

Para estes aquíferos também é necessária a indicação dos compartimentos geológicos que permitem indicar algumas estimativas. A área de Itarema, estudada pelo NUTEC (1998), possui 1.300 km². Foram medidos níveis piezométricos em

poços existentes, no final da estação chuvosa, com pluviometria média, os quais, com os trabalhos de investigação geofísica, tornaram possível confeccionar mapa de espessuras saturadas. No entanto, como não se dispões de testes de aquíferos, adotou-se um valor estimado para a permeabilidade eficaz.

O volume saturado total calculado foi de 180 bilhões de metros cúbicos. Aplicando-se a porosidade média de 1x10⁻², resulta o volume de 1,8 bilhão de metros cúbicos, o que representa a soma das reservas permanentes e renováveis.

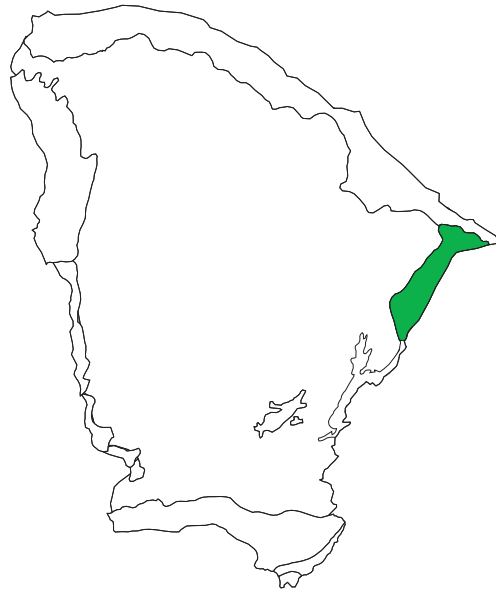
Considerando-se que grandes rebaixamentos irão demandar a construção de poços com câmaras de bombeamento mais profundas, e que, para o recalque em nível muito rebaixado, o dispêndio energético elevará significativamente o custo da água na boca do poço, estima-se como possível de utilização, 4% das reservas totais, ou seja, 72 milhões de m³/ano.

Outro trecho da costa bem estudado corresponde à área situada em torno de Fortaleza.

Bianchi et al. (1984), coordenando o Projeto de Avaliação Hidrogeológica da Região Metropolitana de Fortaleza, patrocinado pelo DNPM, CPRM, e Prefeitura Municipal de Fortaleza, elaboraram consistente relatório indicando reservas de água subterrânea, sentido dos fluxos e qualidade das águas (ver Mapa 2.8 a seguir). Os órgãos governamentais, infelizmente, não compreenderam o diagnóstico nem foram capazes de implementar procedimentos de monitoramento e de uso racional dos aquíferos localizados sob a cidade de Fortaleza.



Figura 2.20 - Chapada do Apodi

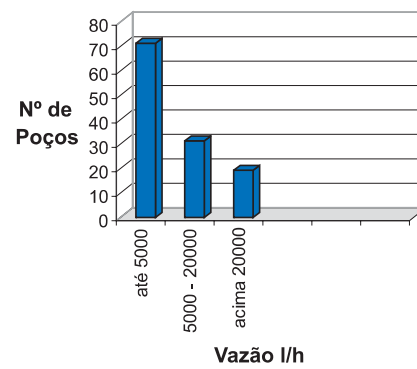


Vazão média (121 poços) = 10.000 l/h

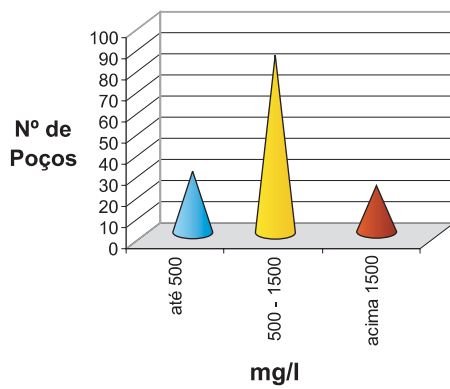
Profundidade média (234 poços) = 68 m

Salinidade (138 poços) = 22% doce
63% salobra
15% salgada

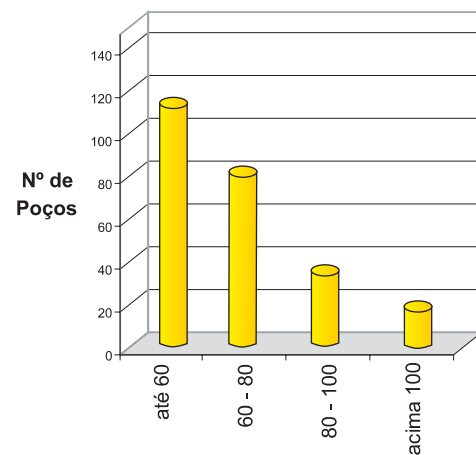
Nº POÇOS - VAZÃO



SALINIDADE



PROFUNDIDADE (m)



Fonte: CENSO CPRM (1998)

2-BASE FÍSICA

É preciso que a abordagem dos aquíferos costeiros considere as possibilidades de salinização dos depósitos pela inserção da cunha salina, freqüentemente provocada pela exploração de volumes maiores, sem nenhum acompanhamento.

Além de eficaz monitoramento, podem ser projetadas, e terem seus custos avaliados para a construção, cortinas de proteção contra a cunha salina, podendo estas serem constituídas por injeção de água servida.

Situada neste contexto está a Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) que, sem dúvida, é a maior interferência antrópica sobre aquíferos no Estado do Ceará. Esta interferência caracteriza-se por:

- Exploração desordenada, muitas vezes superior à recarga. Já foi observada a inserção de cunha salina na Praia do Futuro, próximo ao estuário do rio Cocó;
- Baixo percentual de esgotamento sanitário (35% em 2001) e de caçimbas, poços instantâneos e tubulares próximos a fossas, muitas vezes não-sépticas (rudimentares);
- Poços tubulares sem cimentação e lajes sanitárias;
- A Impermeabilização pela construção de casas, calçadas, piso morto nos terrenos laterais e quintais, e, especialmente, pavimentação das ruas com camada asfáltica até o meio-fio, impedindo dramaticamente a infiltração das águas das chuvas e a conseqüente recarga dos aquíferos da área da cidade de Fortaleza. Estes complementam o abastecimento d'água da população, e somam, segundo a

COGERH (2000), cerca de 7.450 poços tubulares.

Sabe-se que as dunas e páleo-dunas constituem as unidades geológicas de maior potencialidade aquífera da RMF. Estudos hidrogeológicos desenvolvidos por Bianchi et al. (op. cit) estimaram, para os campos de dunas identificados na RMF uma reserva explorável da ordem de 55 milhões de metros cúbicos por ano.

Considerando o acréscimo de áreas impermeáveis, as reservas renováveis devem ter sido reduzidas nas áreas mais urbanizadas. Assim, é razoável a indicação de disponibilidade virtual (Dv) de 40 milhões de metros cúbicos por ano, o que representa 73% da estimativa feita por Bianchi et al. (op. Cit).

Para o restante da faixa costeira não se dispõem de estudos que permitam a apresentação de dados no mesmo nível de consistência que os do NUTEC. Assim, através de inferência, estima-se que podem ser explotadas reservas de 8 milhões de metros cúbicos por ano.

A soma das parcelas de Itarema, Região Metropolitana de Fortaleza e o restante da faixa costeira, totaliza como Disponibilidade Virtual 120 milhões de metros cúbicos por ano.

Os dados apresentados na Figura 2.21 a seguir, cedidos pela CPRM à SRH (Oficina de Trabalho, 2001), revelam alguns aspectos interessantes.

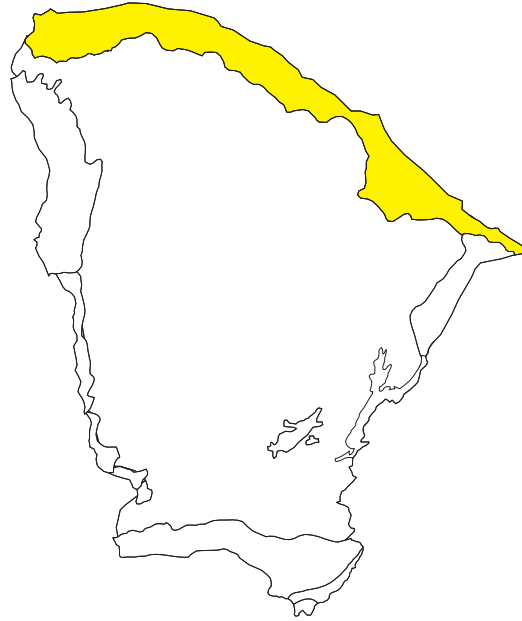
D) Aquífero da Bacia Sedimentar Parnaíba

Compondo uma das camadas sedimentares mais antigas da Bacia Sedimentar do Parnaíba, encontra-se o Grupo Serra Grande, que forma a Serra da Ibiapaba.





Figura 2.21 - Formação Barreiras - Costeira

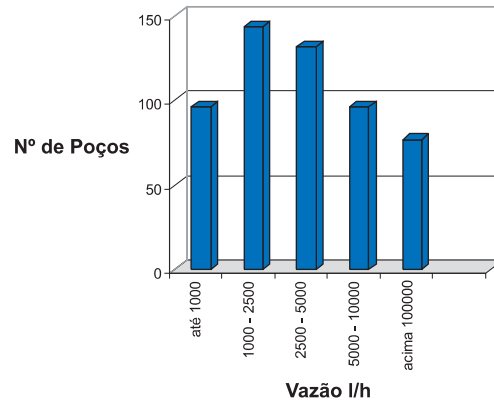


Vazão média (545 poços) = 5.750 l/h

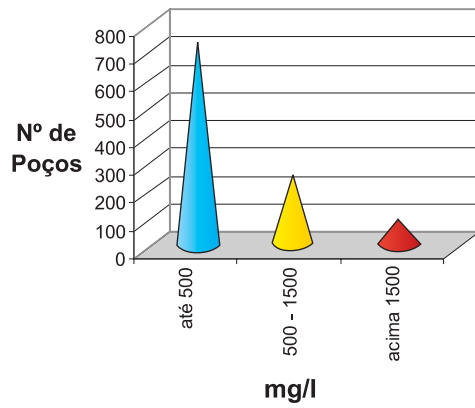
Profundidade média (1.255 poços) = 52 m

Salinidade (1.080 poços) = 68% doce
24% salobra
8% salgada

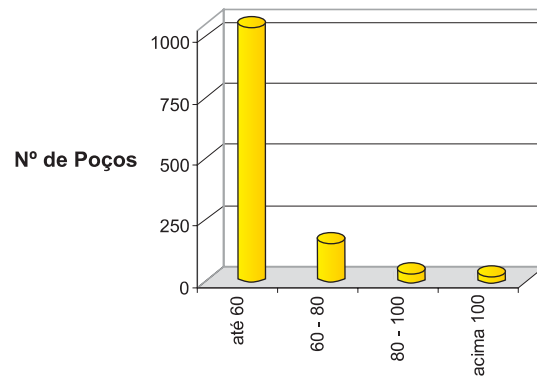
Nº POÇOS - VAZÃO



SALINIDADE



PROFUNDIDADE (m)



Fonte: CENSO CPRM (1998)

2-BASE FÍSICA

Ao longo dessa serra, cuja altitude é de aproximadamente 900 metros, pode ser vista, nas curvas isoietas, uma distribuição de precipitação média anual que varia de 600 mm a 1.400 mm. A camada do arenito Serra Grande mergulha para oeste e pode-se dizer que a Serra Grande é a zona de recarga do aquífero desse arenito.

Este aquífero formado por arenitos, muitas vezes silicificados, deve ser considerado aquífero fissural e intersticial. Este aspecto hidrogeológico vem sinalizar para que na concepção dos projetos seja incluída a colocação de revestimento e de filtros, e que os poços atinjam profundidades superiores a 150 m, em função do contexto geológico de cada local. A gruta de Ubajara, esculpida em níveis carbonatados de arenito, é forte indicação da existência de depósitos cársticos no aquífero Serra Grande. A captação da água subterrânea em muitas áreas é feita por meio de escavação manual de pequenos cacimbões, de 1,30 m de diâmetro, até a profundidade de 18 m.

Esta forma artesanal possibilita a obtenção de água de boa qualidade, porém já provocou centenas de óbitos, por silicose, dos cavadores de poços. Outros tantos contraíram essa doença irreversível e incurável.

O nível estático dos poços profundos tubulares varia muito, de 10 m até 70 m, com a predominância de água de excelente qualidade e com poços de boas vazões.

Não se dispõe de dados para se fazer uma estimativa de reserva permanente e/ou das disponibilidades.

Este valioso aquífero cearense precisa ser quantificado com maior precisão

e os poços construídos deverão atingir maiores profundidades. Poços pioneiros deverão proporcionar informações hidrogeológicas consistentes antes que se possa determinar as características da água subterrânea no contexto sedimentar da região.

A Reserva Permanente (R_p) pode ser calculada através da expressão:

$$R_p = A \times b \times u$$

Onde:

R_p = Reserva permanente em m^3 ;

A = área em m^2 ;

b = espessura saturada do aquífero em m;

u = porosidade efetiva do aquífero.

Fazendo-se a substituição pelos valores abaixo indicados tem-se:

$$A = 9,0 \times 10^9 \text{ m}^2;$$

$$b = 200 \text{ m};$$

$$u = 5,0 \times 10^{-4} \text{ (adimensional);}$$

$$R_p = 9,0 \times 10^9 \times 200 \times 0,0005$$

$$R_p = 900,0 \times 10^6 \text{ m}^3.$$

A Reserva Renovável (R_r) pode ser calculada com auxílio da expressão:

$$R_r = A \times P \times I$$

Onde:

R_r = Reserva renovável em m^3 ;

A = Área em m^2 ;

P = Precipitação média anual em m;

I = Taxa de infiltração média.

Adotando-se os seguintes valores:

$$A = 9,0 \times 10^9 \text{ m}^2;$$

$$P = 0,8 \text{ m};$$

$$I = 3\%.$$

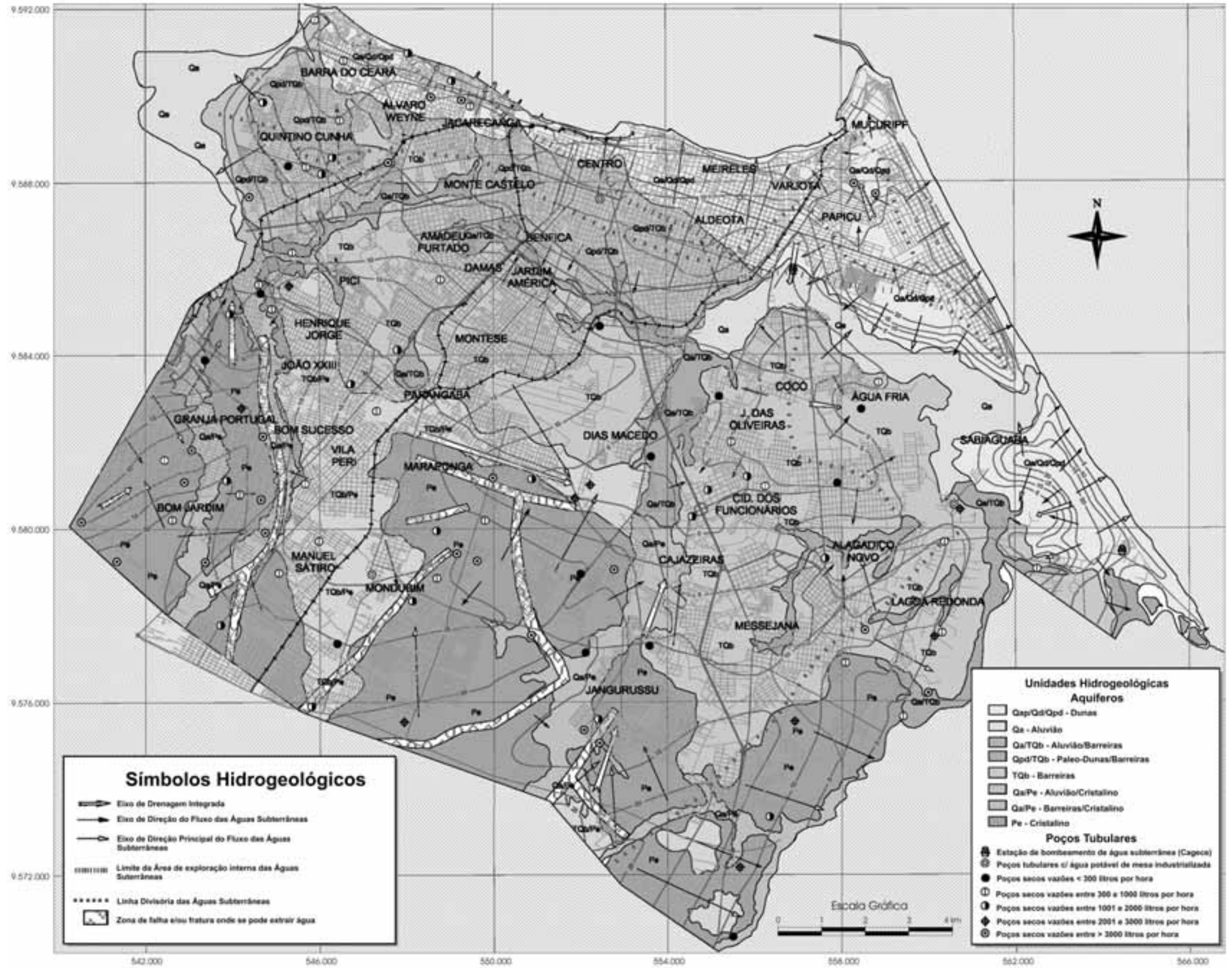
Resulta:

$$R_r = 9,0 \times 10^9 \times 0,8 \times 0,03$$

$$R_r = 216,0 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}.$$



Mapa 2.8 - Hidrogeologia de Fortaleza



Admitindo-se a retirada de 20% da reserva permanente em cinquenta anos, tem-se uma Disponibilidade Virtual (Dv) de:

$$Dv = \{(216,0 \times 10^6) + [(900,0 \times 10^6 \times 0,2)/50]\};$$

$$Dv = 220,0 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}.$$

A Figura 2.22 apresenta algumas informações relevantes sobre este aquífero, extraídas do Atlas dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Ceará (CPRM, 1999), e cedidas pela CPRM à SRH (Oficina de Trabalho, 2001).

E) Aquíferos da Bacia Sedimentar de Iguatu

Estes aquíferos estão distribuídos, segundo o mapeamento geológico da CPRM, na escala 1:500.000, em sete manchas em torno dos açudes Orós, Lima Campos e ao longo do rio dos Bastiões, riacho do Pubo e a leste do rio Salgado, próximo à confluência deste com o rio Jaguaribe. Essas manchas estão condicionadas visivelmente como se observa no mapa geológico, pelas linhas estruturais da Falha de Orós e da Falha de São Vicente.

A soma das áreas cobertas por esses sedimentos é de aproximadamente 1.025 km². A espessura média desses sedimentos, para efeito de cálculos de inferências, foi estimada como sendo de 300 m. A Reserva Permanente (Rp) pode ser calculada através da expressão:

$$Rp = A \times b \times u$$

Onde:

Rp = Reserva permanente em m³;

A = área em m²;

b = espessura saturada do aquífero em m;

u = porosidade efetiva do aquífero.

Fazendo-se a substituição pelos valores abaixo indicados tem-se:

$$A = 1,025 \times 10^9 \text{ m}^2;$$

$$b = 200 \text{ m (estimado);}$$

$$u = 4,0 \times 10^{-4} \text{ (estimado);}$$

$$Rp = 1,025 \times 10^9 \times 200 \times 0,0004$$

$$Rp = 82,0 \times 10^6 \text{ m}^3.$$

A Reserva Renovável (Rr) pode ser calculada com auxílio da expressão:

$$Rr = A \times P \times I$$

Onde:

Rr = Reserva renovável em m³;

A = Área em m²;

P = Precipitação média anual em m;

I = Taxa de infiltração média.

Adotando-se os seguintes valores:

$$A = 1,025 \times 10^9 \text{ m}^2;$$

$$P = 0,8 \text{ m};$$

$$I = 3\%.$$

Resulta:

$$Rr = 1,025 \times 10^9 \times 0,8 \times 0,03$$

$$Rr = 24,6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}.$$

Admitindo-se a retirada de 20% da reserva permanente em cinquenta anos, tem-se uma Disponibilidade Virtual (Dv) de:

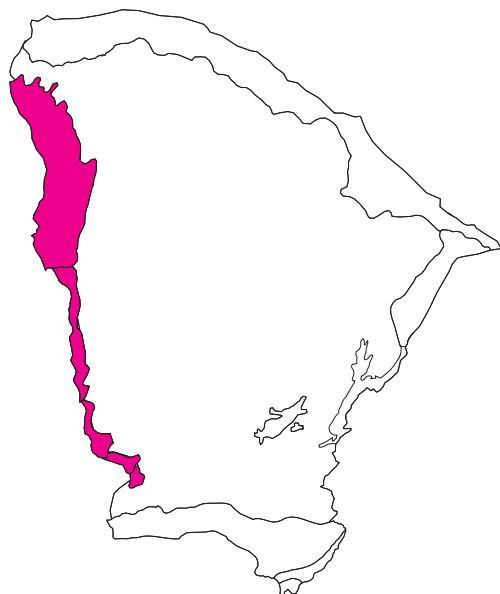
$$Dv = \{(24,6 \times 10^6) + [(82,0 \times 10^6 \times 0,2)/50]\};$$

$$Dv = 24,9 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}.$$

A Figura 2.23 apresenta algumas informações relevantes sobre este aquífero, cedidas pela CPRM à SRH (Oficina de Trabalho, 2001).

2-BASE FÍSICA

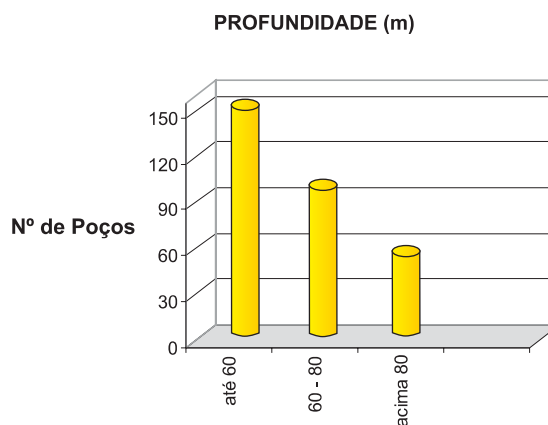
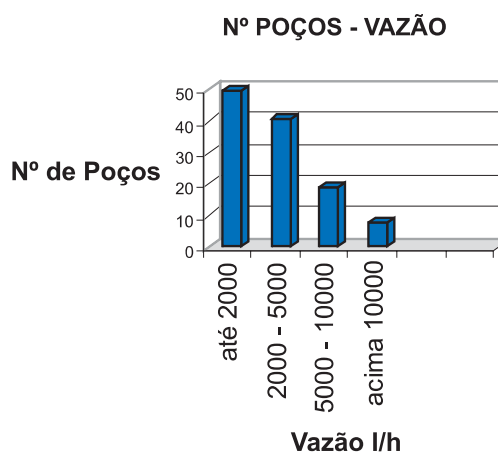
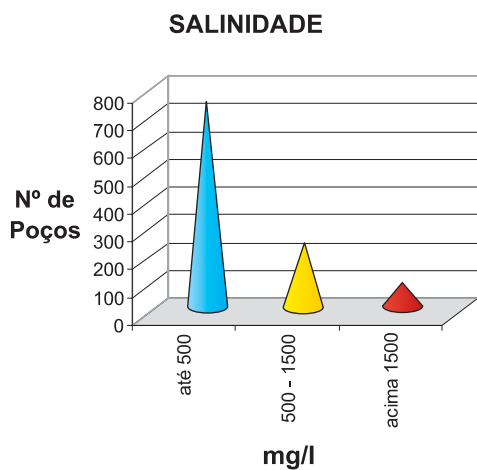
Figura 2.22 - Serra Grande



Vazão média (120 poços) = 4.200 l/h

Profundidade média (300 poços) = 70 m

Salinidade (296 poços) = 85% doce
14% salobra
1% salgada



Fonte: CENSO CPRM (1998)



Figura 2.23 - Bacia Sedimentar de Iguatu

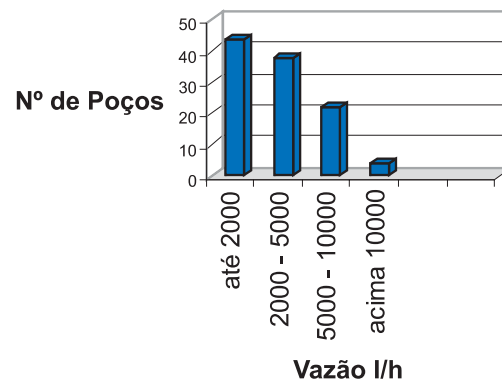


Vazão média (108 poços) = 3.800 l/h

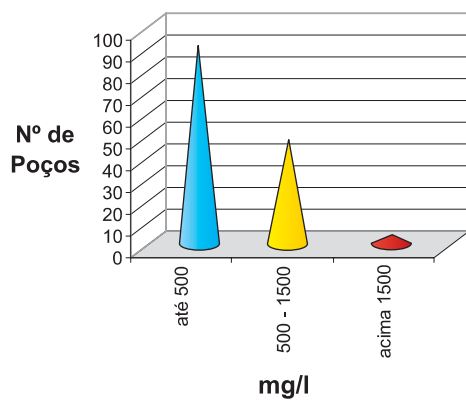
Profundidade média (183 poços) = 66 m

Salinidade (144 poços) = 63% doce
34% salobra
3% salgada

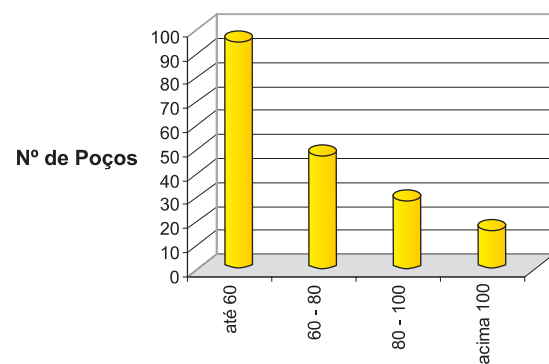
Nº POÇOS - VAZÃO



SALINIDADE



PROFUNDIDADE (m)



Fonte: CENSO CPRM (1998)

AS ALUVIÕES DO BAIXO-MÉDIO JAGUARIBE

As aluviões ocorrem em uma área de 1.400 km², predominando no baixo Jaguaribe, com larguras que oscilam de poucos metros até um máximo de aproximadamente 14 km, a nordeste de Russas.

Representam para a região do médio-baixo Jaguaribe uma importante fonte de armazenamento de água subterrânea, passível de ser explorada por poços tubulares de pequena profundidade e a pequenos custos.

Caracterizam-se pela heterogeneidade litológica, resultante de um processo de sedimentação fluvial com uma irregular energia de transporte, gerando litótipos silto-argilosos a areias grosseiras. Representam um aquífero livre, freático, de permeabilidade geralmente elevada e com espessuras variáveis, desde poucos metros até aproximadamente 15 m, como se observa nas bacias de Iguatu e Icó, dentre outras.

As profundidades dos poços variam muito, pois muitas vezes é comum a perfuração ultrapassar as aluviões alcançando a formação sotoposta. A análise de 60 poços mostra que 61,6% deles possuem profundidades inferiores a 30 m.

As vazões oscilam em função das características litológicas, espessuras e projetos construtivos das obras de captação. O PLANERH (SRH, 1992), mostra que para

41 poços localizados sobre esta unidade, a vazão média é de 15,3 m³/h para um rebaixamento de 7,6 m. Ressalta-se que a vazão máxima encontrada é de 26 m³/h para um poço tubular de 20,5 m de profundidade com nível estático de 6,4 m, na cidade de Tabuleiro do Norte.

A recarga das zonas aluvionares é assegurada pelas precipitações pluviométricas e pela contribuição da rede de drenagem influente, particularmente no decorrer de períodos de enchentes. Manoel Filho (1970) observou que as infiltrações fluviais sobre as aluviões se fazem sentir a mais de 2 km do rio influente.

Os exutórios são representados pela evapotranspiração e pela rede de drenagem efluente, crescente em época de estiagem prolongada. Na planície de Morada Nova (200 km²), o volume anual restituído pelas aluviões foi estimado por Manoel Filho (op. cit.) em 9 milhões de m³, correspondente a uma variação da superfície das águas subterrâneas da ordem de 1,5 m, para uma porosidade efetiva de 3%.

O PLANERH (SRH, 1992), estima um volume precipitado de 980 milhões de m³/ano, ressaltando que uma considerável parcela evapotranspira. Reservas renováveis e permanentes representam 59 milhões de m³/ano e 843 milhões de m³, respectivamente, sendo que os recursos exploráveis podem ser considerados iguais às reservas renováveis.

Liano Silva Veríssimo (**Avaliação das Potencialidades Hídrica e Mineral do Médio-Baixo Jaguaribe. Fortaleza: CPRM, 1996A** .



F) Aqüíferos Aluviais

Os maiores valores de espessura de aluviões no Ceará foram medidos, de forma direta, nas escavações da fundação da barragem Castanhão (± 30 m), por métodos geofísicos. Ainda na bacia do rio Jaguaribe, nas proximidades da cidade de Tauá, foram encontradas espessuras de até 28 metros.

Esses depósitos de água são considerados pequenos, se comparados aos volumes acumulados nos aqüíferos das Bacias Sedimentares do Araripe e do Apodi, mas considerando-se que cobrem uma superfície da ordem de 2.000 km², tornam-se importantes pela sua dispersa distribuição geográfica e facilidade na construção de poços para captação d'água.

Para este tipo de depósito de água subterrânea, recorre-se, também neste trabalho, ao estabelecimento de valores aproximados. Atribuindo-se uma porosidade efetiva de 3% e espessura saturada de 1,5 m, chega-se, através da expressão da Reserva Permanente (Rp) a um valor de 90 milhões de metros cúbicos.

A Reserva Renovável (Rr) pode ser calculada com auxílio da expressão:

$$Rr = A \times b \times u \times ap$$

Onde:

Rr = Reserva renovável em m³;

ap = índice de aproveitamento;

Adotando-se os seguintes valores:

A = 1,5x10⁹ m²;

ap = 0,6 (adimensional).

Resulta:

$$Rr = 1,5 \times 10^9 \times 1 \times 0,10 \times 0,6$$

$$Rr = 90,0 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}.$$

Admitiu-se que, neste caso específico, a parcela de água retirada da Reserva Permanente (Rp) poderá ser maior, pois é

tácito que a cada seis anos estas reservas sejam completadas. Assim, para efeito de cálculo da Disponibilidade Virtual (Dv), adotou-se 2% da Rp para ser adicionada anualmente à Rr. Isto significa dizer que:

$$Dv = [(90,0 \times 10^6) +$$

$$(150,0 \times 10^6 \times 0,2)];$$

$$Dv = 93,0 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}.$$

Observa-se que a Disponibilidade Virtual de 93 milhões de metros cúbicos por ano é conservadora, pois os aluviões são faixas de circulação dos deflúvios naturais e das descargas dos reservatórios.

2.4.4.3 -Aqüíferos Fissurais

No Estado do Ceará, o embasamento cristalino ocupa 75% da superfície estadual, e neste contexto geológico estão, predominantemente, os aqüíferos fissurais.

As exceções são depósitos de água em poços mistos, formados por: camadas sedimentares porosas, aqüíferos intersticiais com espessuras de até 40m e, raramente, pelos depósitos cársticos interligados a rochas calcárias metamórficas.

Caracterizam-se esses depósitos, no embasamento cristalino, por estarem em ambientes anisotrópicos e descontínuos, apresentando capacidades de infiltração e de armazenamento reduzidas.

Hidrogeologicamente, as rochas duras apresentam comportamento hidráulico em função das características das fendas ou sistemas de fendas, que, por sua vez, mostram geometrias decorrentes dos esforços atuantes e de seus módulos de elasticidade.

A mineralogia e a textura das rochas influenciam sobre uma maior ou menor plasticidade dos pacotes rochosos.

2-BASE FÍSICA

Neste tipo de aquífero observa-se circulação restrita vertical, podendo ocorrer horizontal abaixo do nível de saturação.

A adequada formulação do contexto geológico estrutural da área, onde se pesquisa água, deve indicar e agrupar as direções predominantes das fraturas de compressão e as de alívio, estas as mais favoráveis à acumulação de água, desde que não preenchidas por argila ou processo hidrotermal ou pneumatolítico.

Por falta de cobertura de solo e de vegetação, na região Nordeste as recargas são inferiores às do resto do Brasil. São elas ainda reduzidas pela evaporação anual de até 2.300 mm.

As aluviões e as bacias hidráulicas dos milhares de açudes constituem zona de recargas diferenciadas, podendo os lagos dos açudes provocar, em poços próximos, até artesianismo, em raras situações.

Será de bom alvitre a realização de consistentes trabalhos de pesquisa para a locação de poços, considerando a geologia estrutural o aspecto mais relevante.

A qualidade da água desses aquíferos é inferior à das bacias sedimentares, podendo-se indicar que 70% das águas dos poços apresentem salinidades acima de 1.000ppm.

O nível estático dos poços no cristalino situa-se entre 6 m e 18 m. Esta situação precisa ser encarada como um volume de rochas passível de se recarregar.

A vazão média dos poços tubulares neste tipo de aquífero está em torno de 2 m³/h. Valores maiores podem ocorrer, especialmente pela existência de manto de solo mais espesso, pela recarga induzida por uma zona aluvionar saturada, ou, ainda, pela ação alimentadora de um lago de

açude que intercepte os sistemas de fraturas vinculadas ao poço.

Considerando-se uma taxa média de infiltração de 0,15% e uma precipitação média de 700 mm/ano e aplicando-se a expressão abaixo, tem-se que:

$$R_r = A \times P \times I$$

Onde:

R_r = Reserva renovável em m³;

A = Área em m²;

P = Precipitação média anual em m;

I = Taxa de infiltração média.

Adotando-se os seguintes valores:

$A = 112,5 \times 10^9$ m²;

$P = 0,7$ m;

$I = 0,15\%$.

Resulta:

$$R_r = 112,5 \times 10^9 \times 0,7 \times 0,0015$$

$$R_r = 118,1 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano.}$$

O dimensionamento da Reserva Permanente (R_p) para aquíferos fissurais exigiria um levantamento hidrogeológico de detalhe suficiente para serem feitos cálculos consistentes. Segundo Rebouças (RBRH, 2002), nos 600.000 km² do domínio semi-árido de rochas de idade Pré-Cambriana do Nordeste, principalmente, a R_p é de apenas 80 bilhões de metros cúbicos (0,07% do volume de água subterrânea doce disponível no Brasil). Assim, fazendo-se uma correlação de áreas, pode-se afirmar que a reserva permanente no domínio cristalino do Estado do Ceará é de 15 bilhões de metros cúbicos.

Para efeito de cálculo da Disponibilidade Virtual (D_v), adotou-se 1% da R_p para ser adicionada anualmente à R_r . Isto significa dizer que:

$$D_v = [(118,1 \times 10^6) + (15,0 \times 10^6 \times 0,01)];$$



$$Dv = 118,2 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}.$$

A Figura 2.24 apresenta algumas informações relevantes sobre este aquífero, extraídas do Atlas dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Ceará (CPRM, 1999).

2.4.5-Estimativa das Reservas de Água Subterrânea

2.4.5.1-Antecedentes

A quantificação dos fluxos e reservas de água do ciclo hidrológico global foi realizada por diversos pesquisadores e os trabalhos recentes não apresentam entre si discrepâncias marcantes. Um exemplo destes trabalhos é o apresentado por Peixoto e Oort (1990). Para as reservas de água os valores apresentados são os seguintes (Tabela 2.3):

Segundo Silveira (2000) essa quan-

al, em volume, entre a precipitação (P) e a evapotranspiração (E), que são os dois fluxos principais entre a superfície terrestre e a atmosfera, em nível global apresenta os seguintes valores: $P = E = 423.000 \text{ km}^3/\text{ano}$. A evaporação direta dos oceanos para a atmosfera corresponde a $361.000 \text{ km}^3/\text{ano}$, cerca de 85% do total evaporado, sendo os 15% complementares, ou $62.000 \text{ km}^3/\text{ano}$, devidos à evapotranspiração dos continentes. No balanço da precipitação os percentuais diferem um pouco, com a atmosfera devolvendo aos oceanos $324.000 \text{ km}^3/\text{ano}$, cerca de 77% do total precipitado, cabendo aos continentes receberem os 23% restantes ($99.000 \text{ km}^3/\text{ano}$). A diferença entre o que

Tabela 2.3 Estimativa das Reservas Hídricas Mundiais Segundo Peixoto e OORT (1990)

LOCALIZAÇÃO	RESERVAS DE ÁGUA	
	(Km ³)	(%)
Oceanos	1.350.000.000	97,57
Geleiras	25.000.000	1,81
Águas subterrâneas	8.400.000	0,61
Rios e Lagos	200.000	0,01
Biosfera	600	0,00
Atmosfera	13.000	0,00
TOTAL	1.383.613.600	100,00

FONTE: Tucci, C.E.M. (Organizador), 2000. Hidrologia: Ciência e Aplicação. 2ª Edição. Ed. UFRGS/ABRH.

tificação estática não deixa transparecer a importância relativa de cada reserva dinâmica do ciclo da água. A atmosfera, por exemplo, armazena uma quantidade ínfima da água disponível no planeta, mas dá origem à precipitação que é uma fase fundamental na dinâmica do ciclo hidrológico. No que diz respeito aos oceanos, a quantidade de água armazenada (97%) é tão significativa quanto o seu papel no ciclo hidrológico. O equilíbrio médio anu-

al é precipitado e o que é evapotranspirado anualmente nos continentes, corresponde ao escoamento para os oceanos que é de $37.000 \text{ km}^3/\text{ano}$.

Observa-se, portanto, que o volume de água doce corresponde a 2,43% do volume de água disponível no Planeta, ou seja, $33.613.600 \text{ km}^3$. Porém, 74,37% desse volume são geleiras, 24,99% são os recursos hídricos subterrâneos e apenas 0,59% são águas superficiais.

2-BASE FÍSICA

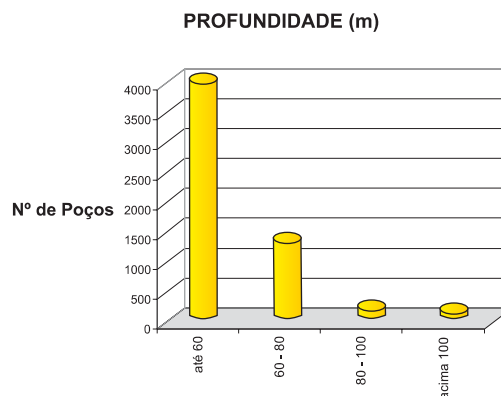
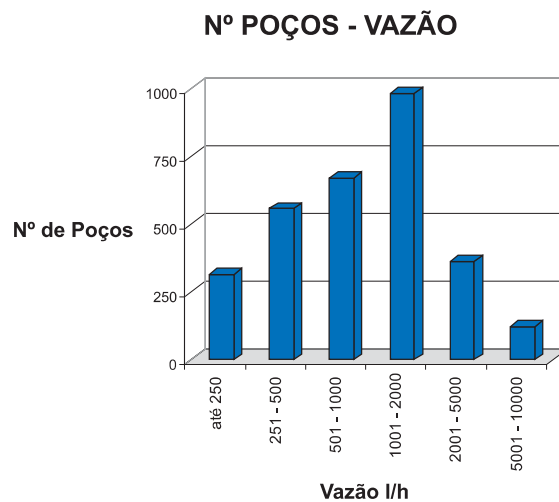
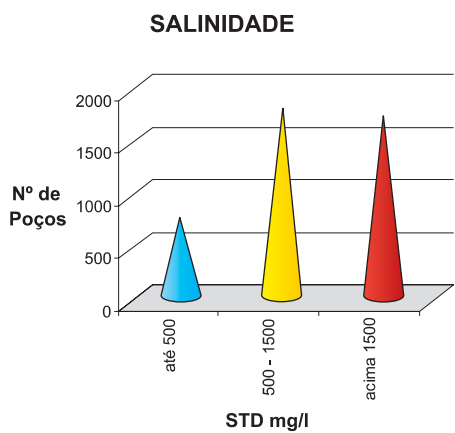
Figura 2.24 - Formação Cristalina



Vazão média (3.209 poços) = 2.920 l/h

Profundidade média (3.209 poços) = 59 m

Salinidade (4.256 poços) = 18% doc e
42% salobra
40% salg.



Fonte: CENSO CPRM (1998)



Estima-se que cerca de 12% das reservas mundiais de água doce estejam disponíveis no Brasil. No entanto, é relevante salientar que há uma grande variação de distribuição desse recurso, tanto no tempo quanto no espaço, entre as diferentes regiões do País. A produção hídrica média dos rios em território brasileiro é da ordem de 5.759 km³/ano (182.633 m³/s). Deste total, 77,44% são provenientes da região hidrográfica do Amazonas que abrange 46,52% da área do Brasil. A região Costeira do Nordeste Oriental, na qual está inserido o território cearense, corresponde com apenas 1,61% dessa produção apesar de abranger cerca de 7,99% do território brasileiro (ANA, 2002). Rebouças (RBRH, 2002) estima que as reservas de água subterrânea no Brasil sejam da ordem de 112.000 km³, sendo que cerca de 90% deste valor estão nas bacias sedimentares, que abrangem cerca de 50% do território nacional. Nos 600.000 km² do

domínio semi-árido de rochas do embasamento cristalino do Nordeste, principalmente, as reservas são de apenas 80 km³. Segundo Duarte (1994), o volume de água subterrânea disponível (disponibilidade virtual) no Nordeste é de 19 km³/ano, sendo que o território cearense dispõe de 1,2 km³/ano passível de serem consumidos. No entanto, “não dispomos das avaliações quantitativas destes recursos hídricos subterrâneos com a consistência desejável em detalhamento relacionado a cada bacia hidrográfica.” (Projeto ÁRIDAS - Ceará 2020, 1995).

Consta no documento intitulado Balanço Hídrico Concentrado do Estado do Ceará e Custos de Movimentação das Águas nos Eixos do PROGERIRH (SRH, 1998) que o volume de água subterrânea passível de exploração no Estado do Ceará é da ordem de 1,6 km³/ano, conforme pode-se observar nos dados da Tabela 2.4 a seguir.

Tabela 2.4 - Estimativa da Disponibilidade Virtual de Água Subterrânea no Estado do Ceará Segundo a SRH (1998)

REGIÃO HIDROGRÁFICA	DISPONIBILIDADE VIRTUAL		
	(m ³ /s)	(m ³ /ano)	(%)
Jaguaribe	17,70	558.187.200	34,86
Metropolitanas	10,11	318.828.960	19,91
Acaraú	7,19	226.743.840	14,16
Coreaú	7,07	222.959.520	13,93
Parnaíba	1,92	60.549.120	3,78
Curu	1,02	32.166.720	2,01
Litorâneas	5,76	181.647.360	11,35
Estado do Ceará	50,77	1.601.082.720	100,00

FONTE: Balanço Hídrico Concentrado do Estado do Ceará e Custos de Movimentação das Águas nos Eixos do Progerirh (SRH, 1998)

2-BASE FÍSICA

2.4.5.2 - Estimativa da Disponibilidade Virtual de Água Subterrânea por Aquífero

As águas subterrâneas podem, sob uma abordagem integrada com o componente hídrico superficial, concorrer para que se faça uma ocupação sustentável do território cearense. Para tal, faz-se necessária uma aferição, o mais precisa possí-

vel, das disponibilidades virtuais das águas subterrâneas passíveis de exploração no Estado.

Com base nas informações deste Diagnóstico, segue, na Tabela 2.5, uma estimativa das referidas disponibilidades virtuais.

Tabela 2.5 - Estimativa da Disponibilidade Virtual de Água Subterrânea no Estado do Ceará por Região Hidrogeológica

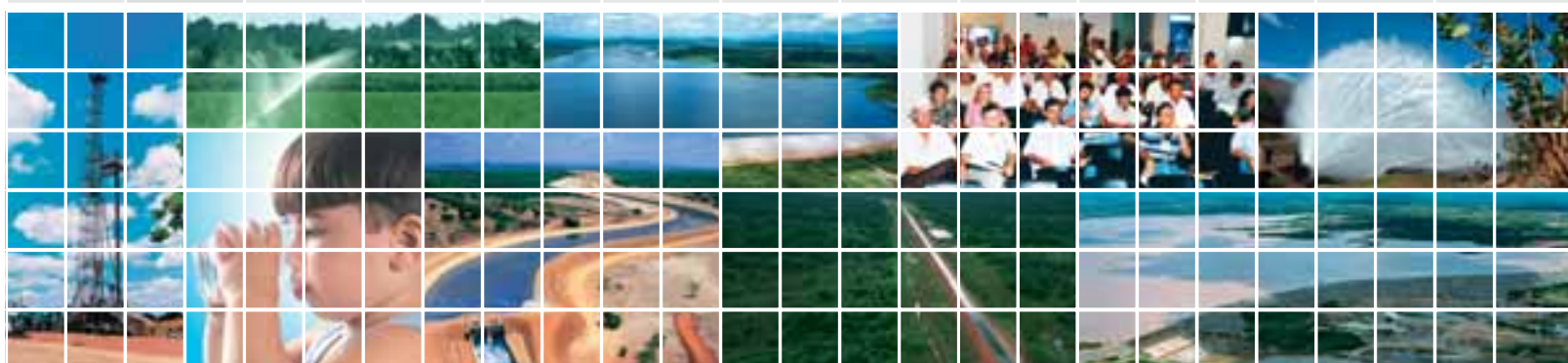
REGIÃO	ÁREA (km ²)	DISPONIBILIDADE VIRTUAL		
		(m ³ /s)	(m ³ /ano)	(%)
B.S. de Araripe	11.000	12,97	409.000.000	38,58
B.S. Potiguar	3.000	2,38	75.000.000	7,07
B.S. Costeira	17.000	3,80	120.000.000	11,32
B.S. do Parnaíba	9.000	6,98	220.000.000	20,75
B.S. de Iguatu	1.025	0,79	24.900.000	2,35
Áreas Aluviais	2.000	2,95	93.000.000	8,78
Emb. Cristalino	112.500	3,75	118.200.000	11,15
Total	155.525	33,62	1.060.100.000	100,00

FONTE: Consolidação da Política e dos Programas de Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH/Consórcio AGE-AQUACON, 2004)



3

MARCOS CONCEITUAIS DA POLÍTICA DE RECURSOS HÍDRICOS





3-MARCOS CONCEITUAIS DA POLÍTICA DE RECURSOS HÍDRICOS

FORNECER ÁGUA TEM UM PREÇO

De um modo geral, as pessoas consideram que a água é um bem comum e uma necessidade básica, e que é o setor público que está em melhor posição para satisfazer essa necessidade a um preço muito reduzido. Em consequência disto, o custo total do abastecimento de água raramente é cobrado aos consumidores. Mesmo quando são cobradas tarifas aos utilizadores industriais, baseiam-se, via de regra, nos custos médios e não levam em conta os custos reais dos efeitos externos, como a eliminação das águas residuais, nem os “custos de oportunidade” como os benefícios que se perdem por causa de não se promoverem utilizações alternativas da água. Uma das consequências disto é que a água é subvalorizada e desperdiçada, mesmo quando o mundo enfrenta uma escassez cada vez maior desse recurso. Sem uma compensação pelos custos que suportam, os governos dos países em desenvolvimento não têm possibilidades financeiras de alargar os serviços a todos os que deles necessitam e os pobres que não têm acesso a esses serviços são, muitas vezes, obrigados a percorrer longas distâncias a pé, para ir buscar água, correndo o risco de adoecer, devido ao consumo de água imprópria para esse fim.

Organização das Nações Unidas (**Água Doce. Informação de Base. Fornecer Água Tem um Preço**. Artigo publicado pelo Departamento de Informação Pública das Nações Unidas - DPI/2293E - Fevereiro de 2003;

In: http://www.onuportugal.pt/Supplying_Water_for_a_Price_-_POR.pdf. Acesso em 22 mar. 2002).

3.1-ANTECEDENTES

No período quase secular que precedeu o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Ceará (PLANERH), as obras de açudagem realizadas - em sua maioria pelo Governo Federal, principalmente pelo DNOCS - sempre obedeceram a um caráter estratégico e pontual, com os grandes açudes localizados nos principais rios da região, controlando e regularizando os cursos d'água de primeira ou segunda ordem. Esta ação não conseguiu ocupar, de forma regular, o espaço físico estadual, produzindo, em alguns casos, concentração de água, e permitindo que

extensas áreas territoriais permanecessem bastante vulneráveis na estação seca, até mesmo nos anos de pluviometria normal. Verdadeiros vazios hídricos, sem qualquer tipo de fonte permanente, atingiam, nos anos críticos de pouca chuva, níveis de calamidade social, pondo em colapso toda a atividade agropecuária da região e, mais ainda, reduzindo profundamente a quantidade e a qualidade do abastecimento d'água às comunidades urbanas do sertão. Em 1991, já no início da implantação das primeiras recomendações do Plano Estadual dos Recursos Hídricos, o então Secretário dos Recursos Hídricos, Hypérides Macedo, assim expressava-se: “Se a chuva

3-MARCOS CONCEITUAIS DA POLÍTICA DE RECURSOS HÍDRICOS

no semi-árido é irregularmente distribuída no espaço e no tempo, muito menos uniforme, injusta e desigual é a oferta d'água decorrente da ação governamental. Sendo a Seca um fenômeno cíclico e eventual, as obras hídricas nunca tiveram perenidade, e sempre foram executadas como subproduto de programas emergenciais, ficando as mesmas muitas vezes subordinadas a processo político doméstico, desprovido de planejamento, e sobretudo de caráter local e pouco duradouro.”

A prova maior do imediatismo destas ações é que apenas 1% dos açudes construídos no sertão semi-árido do Nordeste tem caráter permanente. No Ceará, por exemplo, detalhado estudo deixou bastante claro que dos 8.000 açudes² existentes somente oitenta são considerados permanentes, sob o ponto de vista hidráulico e hidrológico. Ao contrário da opinião geral, no entanto, apenas cerca de 25% a 30% dos recursos d'água de superfície foram aproveitados.

A superação deste quadro decorrente dos vazios hídricos era reclamada pela população rural, que demonstrava a insegurança com relação ao abastecimento d'água, em bases seguras e estáveis, constituindo-se a principal explicação da realidade de pobreza e atraso de extensas glebas do interior. Também os estudos técnicos recomendavam a superação do quadro de vazio hídrico, pois o problema central se restringia à ausência de ação governamental de aproveitamento do potencial existente, uma vez que estão presentes as condições indispensáveis, isto é, importante sistema de cursos d'água tributários dos rios principais, boa pluviosidade, apesar

de irregular, e ainda a existência de solos propícios à agricultura irrigada. Além do desperdício deste potencial de água, clima e solo, há a frustração de toda a população disseminada por estas áreas em não poderem aproveitar estes fatores positivos com atividades produtivas. Disso resultou o crescimento desordenado das periferias pobres das capitais e das principais cidades do interior.

3.2- ASPECTOS GERAIS DA NATUREZA TERRITORIAL

O Ceará tem cerca de 93% do seu território encravado na região semi-árida do Nordeste. Apenas a zona litorânea e alguns microclimas circunscritos às serras úmidas não se configuram como semi-áridos.

O semi-árido se caracteriza pela baixa pluviosidade, pela concentração do período chuvoso em apenas dois ou três meses e, principalmente, pelo descompasso das precipitações. As chuvas costumam ser irregulares, tanto no espaço quanto no tempo. Os solos do Estado são, na grande maioria, originários de rochas cristalinas, apresentando-se impróprios para explorações intensivas, pois são rasos, pouco férteis, com substrato impermeável e pedregoso. Ocorrem, no entanto, manchas importantes de solos de origem sedimentar que se prestam para a agricultura, pois a partir de suas explorações podem ser estabelecidos pólos agroindustriais dinâmicos que induzam a criação de empregos permanentes e a geração de renda estável. A necessária fonte hídrica para essas atividades tem sido os açudes. Estes podem ser classificados como anuais, isto é, que são capazes de fornecer água somente nos

2 - Menescal et al. (2001) estima em 30.000 o número de açudes no Estado Ceará.



AS REGIÕES SEMI-ÁRIDAS NO MUNDO

Como se sabe, as regiões semi-áridas representam quase 1/3 da superfície do planeta, abrigando mais de 1 bilhão de pessoas e sendo responsáveis por quase 22% da produção mundial de alimentos. São áreas importantes pela extensão de terras, pelo contingente populacional e potencial econômico envolvidos, assim como pelos desequilíbrios que podem provocar, quando mal manejadas, no clima e biodiversidade.

Apesar do grande potencial produtivo destas regiões, uma série de fatores históricos e estruturais vêm condicionando os padrões de organização social e exploração dos recursos naturais nestas áreas, provocando perdas econômicas e ambientais significativas, destruindo a produtividade da terra e contribuindo para o aumento da pobreza.

Heitor Matallo Júnior. Diretor Nacional do Projeto BRA 93/036 (Apresentação da versão em língua portuguesa da **“Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação nos Países que Sofrem Seca Grave e/ou Desertificação, Particularmente na África**. 1997. p. 2.

In: <http://www.mma.gov.br/port/srh/desertif/doc/ccd.pdf>. Acesso em: 9 jul 2002).

meses secos dos anos normais, e os açudes plurianuais, que são quase, exclusivamente, a única fonte de água dos sertões nordestinos nos anos secos. Pois são estes reservatórios profundos e eficientes capazes de superar o balanço aritmético entre a chuva e a elevada taxa de evaporação. Na maioria do território, na zona cristalina, a outra alternativa é a água subterrânea, que é encontrada somente nas fraturas das rochas, ocorrendo em volumes reduzidos e quase sempre com elevado teor salino, o que a torna imprópria para o consumo humano e animal, ou mesmo para irrigação das plantações. Está evidenciada, portanto, a importância da construção de açudes plurianuais para assegurar o fornecimento de água à população, aos rebanhos e à agricultura irrigada. Esta última, organizada em distritos agroindustriais, modernizará o setor primário do Ceará, além de viabilizar

a irrigação pontual praticada pelos pequenos agricultores, abrindo-lhes mercados antes inatingíveis com o estabelecimento de canais firmes de comercialização.

São, pois, características básicas do ambiente natural do território cearense: o lado semi-árido, a face trópico-equatorial e o perfil da geologia cristalina (ver Figura 3.1) que corresponde a 75% do Estado.

3.3-ELEMENTOS CONDICIONANTES DO CARÁTER FISIAGRÁFICO DO ESTADO

Do caráter de semi-aridez, decorrem alguns condicionantes que se constituem obstáculo às atividades e à vida das populações cearenses:

- A irregularidade espacial e temporal da chuva com períodos de concentração e dispersão;
- Estações de secas anuais e fases periódicas de escassez chuvosa.

3-MARCOS CONCEITUAIS DA POLÍTICA DE RECURSOS HÍDRICOS

Alguns elementos, contudo, podem ser considerados atenuantes das dificuldades climáticas, tais como: a relativa variabilidade da temperatura média e umidade do ar; a insolação quase permanente; a moderada velocidade dos ventos em muitos meses do ano, permitindo à região ganhar características de estufa climática, propícia à produção agrícola praticamente durante todos os meses do ano.

Sendo assim, a seca, se comparada a outros fenômenos climáticos, tais como, enchentes, tufões e maremotos, apresenta efeitos conservativos, não destruindo a propriedade e a infra-estrutura, apenas inibindo a produção agrícola.

O segundo aspecto, isto é, o caráter climático trópico-equatorial determina algumas conseqüências adversas:

- Alta taxa de evaporação, a qual, no Nordeste, representa três vezes a média de chuva;
- Baixo rendimento dos açudes de pequeno porte.

Como aspecto positivo desse fator pode-se citar a atividade turística, possível de se desenvolver durante todas as estações do ano.

O terceiro aspecto, o de natureza geológica, impõe certas restrições ao aproveitamento dos recursos naturais do Estado, pois é também responsável por obstáculos, tais como:

- Rios não-permanentes e limitações das reservas de água subterrâneas;
- Base física territorial bastante heterogênea, dificultando a integração de políticas públicas de infra-estrutura;
- Necessidade de receitas diferenciadas para cada zona típica.

A face positiva dessa base física de formação cristalina é, sobretudo, a salubridade da região para a vida humana, para a fauna e para a flora.

3.3.1-Respostas Tecnológicas ao Diagnóstico da Região

Numa região como o Semi-Árido Nordeste, caracterizado pela irregularidade climática, a integração das reservas hídricas superficiais e subterrâneas constituem o instrumento mais poderoso para a convivência socioeconômica com o histórico fenômeno das secas, nesta parte importante do território brasileiro.

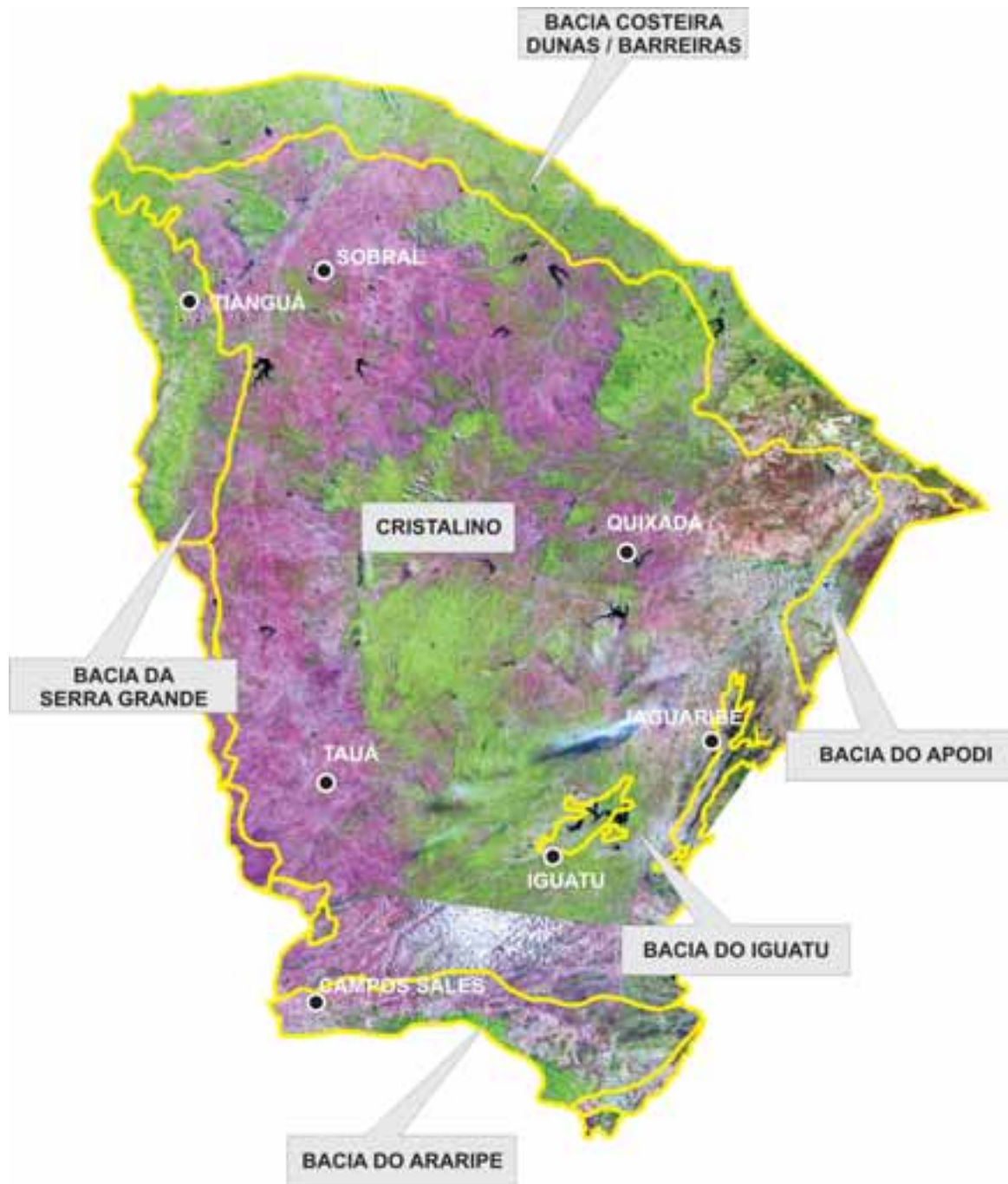
A elevada taxa de evaporação no Nordeste subtrai, dos reservatórios desta região, nada menos do que um volume correspondente a um terço da disponibilidade média anual de cada bacia controlada pelos açudes. Um sistema integrado de bacias hidrográficas ou de reservas de superfície permite, à autoridade gestora das águas, explorar racionalmente os açudes, reduzindo perdas por evaporação e ampliando a eficiência na operação, pela priorização do uso daqueles que possuem maior superfície de evaporação.

As disponibilidades dos açudes não mais obedecem à fórmula clássica da hidrologia semi-árida, que considera em seus balanços o volume disponível médio regularizado.

A gestão dos açudes através de parâmetros médios os torna, na maioria das vezes, ineficientes, e uma expressão poderá reunir o sentido maior do projeto de Integração dos Recursos Hídricos (ver Figura 3.2): *“Água integrada é aquela que o homem usa e o sol não bebe.”*



Figura 3.1 - Formação Cristalina do Estado do Ceará



SECAS E INTEGRAÇÃO DE BACIAS

A sociedade deve ter clareza que a solução do problema das secas não está nos icebergs do Pólo Sul; não está na queima de petróleo no Oceano Atlântico; não está no fraturamento das rochas do cristalino para transformá-las em enormes cisternas protegidas da evaporação. A solução está no obvio. Está em formar reservas confiáveis de água em açudes eficientes; está em criar eficientes estruturas de transporte de água - incluída a transposição do São Francisco; está em aperfeiçoar o processo de gerenciamento dos recursos hídricos; está em dar continuidade ao que vem sendo feito, porém com mais eficiência e em ritmo mais acelerado. E acima de tudo fazer com que as riquezas geradas por essas obras sejam distribuídas entre os menos privilegiados.

José Nilson Bezerra Campos (*A Água e a Vida: Textos e Contextos*. Fortaleza: ABC Fortaleza, 1999. p. 17-18).

Se a água permeia muitas das atividades humanas, sua integração tem também um sentido mais amplo, compreendendo, além do plano técnico-jurídico, o institucional e o socioeconômico.

Assim, algumas regras podem ser estabelecidas:

- A implantação de um programa de açudagem média, em bacias secundárias, visando distribuir a água no território, e estabelecendo a macrobarragem nas bacias principais como reservas estratégicas para as atividades produtivas;
- O estabelecimento de densa malha de adutoras, possibilitando a transferência de água de fontes permanentes para diversos pontos do território, por meio de tubulações, o que acarreta perdas mínimas;
- A construção de "rede de canais de integração de bacias, rios e açudes", propiciando a regularização da água no território, buscando equilibrar sobras e carências hídricas microrregionais. Estes canais podem integrar a água, o solo, a flora e o complexo urbano-industrial;
- O estabelecimento de um conjunto de mecanismos organizacionais e institucionais, integrando o governo, usuários e sociedade num processo democrático e participativo para mitigar os impactos da construção de obras de infra-estrutura, projetos ambientais e políticas de sustentabilidade;
- Um aparato jurídico-institucional para dar suporte à gestão dos recursos hídricos, estabelecendo princípios, regulamentos e normas para concessão de licenças, outorgas e definição de taxas e tarifas;
- Um programa de formação de quadros, capacitando funcionários e clientes, fortalecendo organismos públicos e organizações sociais, visando um eficiente gerenciamento da oferta e uso de água.



3-MARCOS CONCEITUAIS DA POLÍTICA DE RECURSOS HÍDRICOS

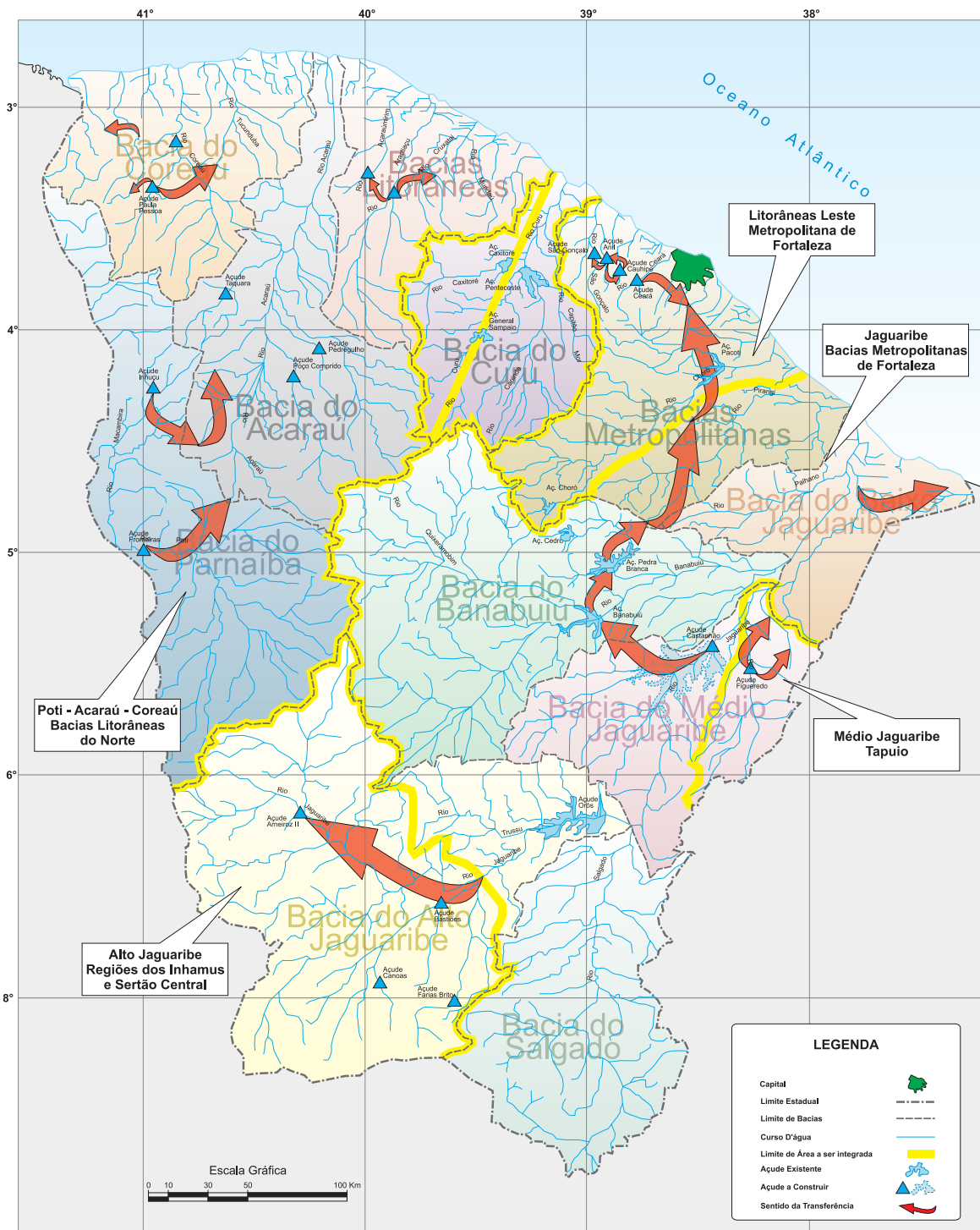
Finalmente a formulação da política estadual dos recursos hídricos deverá obedecer aos seguintes princípios gerais:

- Considerar a água como bem econômico;
- Gerenciar os recursos hídricos de modo integrado, descentralizado e participativo;
- Adotar a bacia hidrográfica como unidade básica do planejamento dos recursos hídricos;
- Priorizar o abastecimento das populações, considerando prioritários os aspectos de padrões de qualidade da água;
- Desenvolver as ações dos recursos hídricos, respeitando a legislação ambiental.



3-MARCOS CONCEITUAIS DA POLÍTICA DE RECURSOS HÍDRICOS

Mapa 3.2 - Projeto de Integração das Bacias Hidrográficas do Estado do Ceará



4

ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS





4- ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS

O DIREITO À ÁGUA

Um tema recorrente do debate sobre a água como um direito humano tem sido o reconhecimento de que ela é uma condição prévia de todos os nossos direitos humanos. Tem-se dito que, sem o acesso equitativo a um mínimo essencial de água limpa, não é possível realizar outros direitos reconhecidos, como o direito a condições de vida adequadas à saúde e ao bem-estar, bem como os direitos civis e políticos. De um modo geral pensa-se que a linguagem da Declaração Universal dos Direitos Humanos, que foi a pedra angular das declarações posteriores, não pretendia ser exaustiva, mas sim incluir os elementos que eram indispensáveis para um nível de vida adequado. O fato de a água ter sido excluída como um direito explícito, deveu-se mais à natureza desta; tal como o ar, era considerada tão fundamental que a sua inclusão explícita foi julgada desnecessária.

Em Novembro de 2002, o Comitê da ONU para os Direitos Econômicos, Sociais e Culturais afirmou que o acesso a quantidades suficientes de água limpa para uso pessoal e doméstico é um direito fundamental de todos os seres humanos. No seu Comentário Geral n.º 15 sobre a aplicação dos Artigos 11º e 12º do Pacto Internacional sobre Direitos Econômicos, Sociais e Culturais, o Comitê referiu que “o direito humano à água é indispensável para vida com dignidade humana. É um pré-requisito da realização de outros direitos humanos.” Embora o Comitê Geral não seja juridicamente vinculativo para os 146 Estados que ratificaram o Pacto Internacional, pretende ajudar a promover a aplicação do Pacto e tem o peso e a influência do “direito indicativo”.

Organização das Nações Unidas (*Água Doce. Informação de Base. O Direito à Água*. Artigo publicado pelo Departamento de Informação Pública das Nações Unidas - DPI/2293F - Fevereiro de 2003.

In:http://www.onuportugal.pt/The_Right_to_Water_-_POR.pdf. Acesso em 22 fev 2001)

4.1- CONSIDERAÇÕES GERAIS

A legislação de recursos hídricos tem evoluído, significativamente, no País, a partir da promulgação da Constituição Federal de 1988. Até então, os estados não dispunham das leis de políticas hídricas e, em nível nacional, a ordem jurídica era ditada pelo Código de Águas de 1934.

Com a vigência da atual Constituição Federal, que introduziu novos conceitos sobre os recursos hídricos e suas relações com a sociedade, definindo os novos domínios para a água e sua caracterização como bem público dotado de valor econômico e, ainda, estabeleceu as bases para o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, é que o País mobilizou-

4-ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS

se para a questão da “gestão dos recursos hídricos”.

No curto período em que renovaram suas constituições, pela necessidade de adequá-las à Carta Magna da Nação, a maioria dos estados aproveitou a oportunidade e criou condições legais para tratar os recursos hídricos de forma condizente com as recomendações nacionais expressas na própria Constituição Federal.

A partir deste marco legal, instituído tanto em nível federal como em nível estadual, corroborado por eventos mundiais sobre a água e o meio ambiente, como a Conferência de Dublin, em janeiro de 1992, e a ECO-92, que ocorreu no Rio de Janeiro, antecedendo à Agenda 21, os estados iniciaram processos de concepção de modelos de gestão dos recursos hídricos de seus domínios e de estruturas institucionais para gerenciá-los.

Contudo, até a criação da Política Nacional de Recursos Hídricos e do Sistema Nacional de Gerenciamento, através da Lei Federal nº 9.433, de 7 de janeiro de 1997, poucos estados se habilitaram ao exercício da gestão dos recursos hídricos mediante a edição de aparato jurídico-legal e de instituições capazes de implementar e executar políticas estaduais de recursos hídricos. Entre estes estados, destacam-se São Paulo e Ceará, os quais, em 1991 e 1992, respectivamente, promoveram, na prática, medidas objetivas para o setor.

A edição da Lei nº 9.433/97 foi na verdade um marco regulatório importante que motivou os estados e o Distrito Federal a desenvolverem suas respectivas legislações, atualizando-as perante este novo diploma legal que tem caráter de Lei Nacional.

O Estado do Ceará experimentou marcante evolução na gestão dos recursos hídricos, fruto da implementação de uma política bem concebida neste setor, associada a importantes avanços institucionais. Isto tornou imperativo a atualização e até a ampliação do aparato jurídico-legal para atender às necessidades do Estado e ao cumprimento das determinações da legislação nacional.

Na expectativa de atender a essas demandas, a Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH) dispõe de toda a legislação revisada e atualizada, e realiza estudos, procedendo a profunda análise, visando as ações de consolidação e desenvolvimento do Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos (SIGERH).

4.2- A BASE JURÍDICO-LEGAL DA POLÍTICA DE RECURSOS HÍDRICOS

O Estado do Ceará, como a maioria dos estados brasileiros, a partir da década de 90, começou a definir sua legislação visando à utilização racional dos recursos hídricos. Até então havia algumas leis e decretos de aplicação restrita ao meio ambiente e, conseqüentemente, à água. Existiam alguns textos como as Leis nº 10.147/77 e nº 10.148/77 e o Decreto nº 14.535/81, que tratavam principalmente da proteção contra a poluição, porém, por falta de um órgão governamental atuante, não eram aplicados a contento.

Com a criação da SRH (Lei nº 11.306 de 1º de abril de 1987), órgão especialmente voltado para a gestão da água, foi suprida a lacuna do ente institucional, que passaria, logo após, a incentivar a criação da Legislação voltada es-



pecialmente para os recursos hídricos, em todas as suas áreas de abrangência.

4.2.1-A Legislação Estadual de Recursos Hídricos

4.2.1.1- A Lei Nº 11.996/92

Como consequência natural do trabalho desenvolvido pela SRH foi editada, em 24 de julho de 1992, a Lei nº 11.996, que veio regularizar a matéria de recursos hídricos no Estado, instituindo a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos (SIGERH). Com esta lei teve início a elaboração da Legislação de Recursos Hídricos no Ceará, destacando-se os principais aspectos nela abordados.

Os objetivos desta lei são a compatibilização da ação humana com a dinâmica do ciclo hidrológico, assegurando as condições para o desenvolvimento econômico e social no Estado, garantindo que a água possa ser controlada e utilizada, com padrões de qualidade e quantidade satisfatórios, por seus atuais usuários e pelas gerações futuras, e o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos.

A Lei fundamenta-se em três princípios:

a) Princípios Fundamentais

a1) Define que o gerenciamento dos recursos hídricos será feito de forma integrada, descentralizada e participativa, e que a bacia hidrográfica será adotada como unidade básica para o gerenciamento dos potenciais hídricos;

a2) Determina que a água é um bem econômico de expressivo valor, sendo necessária cobrança pelo seu uso, qualquer que seja. A outorga de direitos de seu uso é considerada instrumento essencial para o seu gerenciamento.

b) Princípios de Aproveitamento

b1) Os recursos hídricos devem ter como prioridade maior o abastecimento das populações;

b2) Os reservatórios devem ser destinados ao uso de múltiplas finalidades;

b3) Os corpos de águas para abastecimento humano devem ter seus padrões de qualidade compatíveis com essa finalidade;

b4) Devem ser feitas campanhas para uso correto da água visando sua conservação.

c) Princípios de Gestão

c1) A gestão dos recursos hídricos deve ser estabelecida e aperfeiçoada de forma organizada mediante a institucionalização de um Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos;

c2) O Conselho Estadual dos Recursos Hídricos (CONERH) fará, anualmente, em consonância com as Instituições Federais, um plano de operação de reservatórios;

c3) A gestão dos recursos hídricos tomará como base a bacia hidrográfica;

c4) O Plano Estadual de Recursos Hídricos (PLANERH) deve ser revisto e atualizado com periodicidade mínima de quatro anos.

Para o cumprimento destes objetivos e princípios foram instituídos os seguintes instrumentos:

I.A Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos (art. 4º da referida lei) estabelece que a implantação de qualquer empreendimento que consuma recursos hídricos, superficiais ou subterrâneos, a realização de obras ou serviços que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade dos mesmos, depende de autorização da

4-ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS

SRH, sem embargo das demais formas de licenciamento expedidas pelos órgãos responsáveis pelo controle ambiental. Estes institutos foram regulamentados através de Decretos (nº 23.067/94 e nº 23.068/94), constituindo-se marco importante para maior controle da água existente no Estado. A SRH, por meio de portaria de seu titular, recomendou aos seus setores e à COGERH, SOHIDRA e FUNCEME a adoção obrigatória da outorga e licença de obras hídricas nos projetos de suas responsabilidades;

II. A cobrança pela utilização dos recursos hídricos (art. 7º da referida lei), superficiais e subterrâneos, foi regulamentada através do Decreto nº 24.264/96, o qual estabelece a cobrança como meio de controle do consumo e do desperdício da água, e como fonte arrecadadora de recursos para as atividades de gerenciamento dos recursos hídricos, visando contemplar investimentos solicitados pelos Comitês de Bacias Hidrográficas. Este diploma foi alterado em 1998, pelo Decreto nº 24.870 e, posteriormente, pelos Decretos nº 25.461/99, nº 25.721/99, nº 25.980/00, nº 26.361/01, nº 27.005/03 e nº 27.271/03. Saliente-se que a cobrança pelo uso da água no Estado foi regulamentada com base no parágrafo único do art. 3º da Lei, pela Resolução CONERH nº 002/03.

III. O rateio dos custos das obras de recursos hídricos (art. 8º), que será efetuado, direta ou indiretamente, nas obras de uso múltiplo, de interesse comum.

A lei que trata da Política Estadual de Recursos Hídricos destaca no seu art. 13º o PLANERH, determinando que o Estado deverá mantê-lo atualizado, assegurando

os recursos financeiros e os mecanismos institucionais, para garantir:

- A utilização racional das águas superficiais e subterrâneas;
- O aproveitamento múltiplo dos recursos hídricos e o rateio dos custos das respectivas obras;
- A proteção das águas contra ações que possam comprometer seu uso, atual ou futuro;
- A defesa contra secas, inundações e outros eventos críticos que ofereçam riscos à saúde e à segurança públicas, e prejuízos econômicos e sociais;
- E, finalmente, o funcionamento do sistema de previsão de secas e monitoramento climático.

Outro importante ponto é o Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FUNORH), que, inicialmente, trazido pela citada lei, foi posteriormente modificado através das Leis nos 12.245/93 e 12.664/96.

Vale destacar, também, o SIGERH, que visa a coordenação e execução da Política Estadual de Recursos Hídricos, bem como a formulação, atualização e execução do PLANERH, devendo atender aos princípios constantes do art. 2º da Lei nº 11.996/92. O Sistema congrega diversas instituições estaduais, federais e municipais, intervenientes no Planejamento, Administração e Regulamentação dos Recursos Hídricos (Sistema de Gestão); responsáveis pelas obras e serviços de Oferta, Utilização e Preservação dos Recursos Hídricos (Sistemas Afins); e serviços de Planejamento e Coordenação Geral, Incentivos Econômicos e Fiscais, Ciência e Tecnologia, Defesa Civil e Meio Ambiente



(Sistemas Correlatos), bem como aqueles representativos dos usuários de águas e da sociedade civil.

Os colegiados que congregam o Sistema são: o Conselho de Recursos Hídricos do Ceará (CONERH), como órgão central (Decreto nº 23.039/94); o Comitê Estadual de Recursos Hídricos (COMIRH), como órgão de assessoramento técnico do CONERH (Decreto nº 23.038/94); os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs), como órgãos regionais com atuação em Bacias ou Regiões Hidrográficas que constituem unidades de gestão de recursos hídricos, ou seja, como órgão de ponta, diretamente ligados às bacias, vivenciando as necessidades do dia-a-dia do homem do campo no tocante à água; o Comitê das Bacias da Região Metropolitana de Fortaleza (CBRMF); e o Grupo Técnico DNOCS/Governo do Estado, como instrumento de assessoramento ao CONERH nos assuntos que digam respeito aos interesses comuns do Estado e da União, no tocante ao controle e aproveitamento dos Recursos Hídricos no Semi-Árido Cearense.

Decorridos pouco mais de dez anos da implantação da nova Política Estadual de Recursos Hídricos, foram criados sete CBHs. O CBH do Curu, criado pela Lei nº 11.996/92, os CBHs do Baixo e do Médio Jaguaribe, criados por meio do Decreto nº 25.391/99, o CBH do Banabuiú, instituído por meio do Decreto nº 26.435/01, os CBHs do Alto Jaguaribe e do Salgado, criados através do Decreto nº 26.603/02 (estes últimos, serão parte integrante do Comitê da Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, quando este for

criado) e o CBH da RMF, criado pela Lei 11.996/92 e regulamentado pelo Decreto nº 26.902/03.

Recentemente o Governador do Estado do Ceará enviou um Projeto de Lei, que acompanha a Mensagem n.º 6.671/04, de 29 de março de 2004, à Assembléia Legislativa que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos - SIGERH e dá outras providências. Caso seja aprovado irá revogar as Leis n.º 11.996/92, n.º 12.245/93 e n.º 12.664/96;

4.2.1.2- A Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos

Em 1993, foi criada, através da promulgação da Lei nº 12.217, a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), sociedade de economia mista vinculada à Secretaria dos Recursos Hídricos, com atribuições de gerenciar os recursos hídricos de domínio do Estado ou delegados pela União.

4.2.1.3- A Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos

A antiga Fundação Cearense de Meteorologia e Chuvas Artificiais (FUNCEME), criada em 1972, por meio da Lei nº 9.618, passaria a se chamar Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, vinculada à SRH, e em abril de 1993, com o Decreto nº 22.487, passaria a ter novo regulamento, modificado em 2001, por meio do Decreto nº 26.457. Em 7 de março de 2003, com a promulgação da Lei nº 13.297 a FUNCEME passou a ser vinculada à Secretaria de Ciência e Tecnologia (SECITECE).

4-ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS

4.2.1.4- A Superintendência de Obras Hidráulicas

A Superintendência de Obras Hidráulicas (SOHIDRA) foi criada através da Lei nº 11.380, de 15 de dezembro de 1987, vinculada à SRH, como órgão executor de obras. Teve sua estrutura organizacional também modificada por força do Decreto nº 25.726/00.

4.2.1.5 - Outros Diplomas Legais Importantes

- A Lei nº 12.522/95: tornou as áreas de nascentes, dos “olhos d’água” e a vegetação natural no seu entorno especialmente protegidas;
- O Decreto nº 23.752/95: criou o Grupo de Trabalho Multiparticipativo para o Acompanhamento das Obras da Barragem do Castanhão;
- O Decreto nº 23.713/95: criou a Comissão de Integração Social dos Açudes (COMISA);
- O Decreto nº 24.336/97: criou os Comitês de Apoio ao Reassentamento e à Preservação Ambiental dos Açudes (CARPAs) no âmbito dos açudes a serem construídos pelo PROURB;
- A Lei nº 13.071/00: instituiu a “Semana Estadual da Água” no Estado do Ceará que, de acordo com o parágrafo único do art. 1º, será desenvolvida no período compreendido entre o primeiro e o segundo sábado do mês de novembro;
- O Decreto nº 26.398/01: regulamentou a exploração da aquicultura em águas de domínio do Estado, ou delegadas pela união;
- O Decreto nº 27.012/03: dispõe

sobre a competência e estrutura funcional da SRH;

- O Decreto nº 27.116/03: dispõe sobre a organização, estrutura e competência da Ouvidoria da Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (OUVIRH);
- O Decreto nº 27.176/03: instituiu o Grupo de Trabalho Multiparticipativo para o Acompanhamento do Planejamento, Implantação e Aproveitamento do Eixo de Integração da Bacia do Rio Jaguaribe e Bacias Metropolitanas.

4.2.2- A Legislação Federal de Recursos Hídricos:

4.2.2.1- A Lei Nº 9.433/97

A Política Nacional de Recursos Hídricos foi criada através da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que também instituiu o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Seus fundamentos (art. 1º) são: a água como bem de domínio público; como recurso natural limitado, dotado de valor econômico; e que, em situações de escassez, seu uso prioritário é o consumo humano e a dessedentação de animais; que a sua gestão deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas e deve ser descentralizada, contando com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades; e, que a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Por objetivos (art. 2º), deve assegurar a disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; a utilização racional e integrada dos





4-ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS

recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável; e a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural, ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

Possui os seguintes instrumentos (art. 5º):

a) os Planos de Recursos Hídricos: são planos diretores que visam fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o Gerenciamento dos Recursos Hídricos (art. 6º). Deverão ser planos de longo prazo, com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos (art. 7º), e elaborados por bacia hidrográfica, por Estado e para o País (art. 8º);

b) o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;

c) a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos, que tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água (art. 11), devendo preservar o uso múltiplo destes (Parágrafo Único, art. 13). Os usos sujeitos à outorga são os elencados no art. 12, e independem dela os relacionados no § 1º do mesmo artigo. O prazo máximo é de 35 anos (art. 16), não implicando na alienação parcial das águas, que são inalienáveis, mas no simples direito de seu uso (art. 18);

d) a cobrança pelo uso de recursos hídricos, que objetiva reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor; incentivar a racionalização do uso da água; e, obter recursos financeiros para o financiamento

dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos. Serão cobrados os usos de recursos hídricos sujeitos à outorga (art. 20). Os valores arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos serão aplicados prioritariamente na bacia hidrográfica em que foram gerados (art. 22);

e) a compensação a municípios não teve seu disciplinamento na lei em tela, uma vez que os artigos correspondentes foram vetados;

f) o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos, coletando, tratando, armazenando e recuperando informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão.

A lei trata, também, do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, cujos objetivos estão previstos no art. 32. Seus componentes são:

- a) o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH);
- b) os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal;
- c) os Comitês de Bacias Hidrográficas;
- d) os órgãos dos poderes públicos federal, estaduais, do Distrito Federal e municipais, cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos;
- e) as Agências de Água.

Os artigos seguintes citam cada um desses componentes.

4.2.2.2-A Lei Nº 9.984/00

A Agência Nacional de Águas (ANA), entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de

4-ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS

Gerenciamento de Recursos Hídricos, foi criada através da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000.

Esta lei, além de criar a ANA, estabeleceu regras para sua atuação, definindo sua estrutura administrativa e fontes de recursos, competência do CNRH (art. 2º), para promover a articulação dos planejamentos: nacional, regionais, estaduais e dos setores usuários elaborados pelas entidades que integram o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e formular a Política Nacional de Recursos Hídricos.

O advento da Lei nº 9.984/00 foi marcado não apenas pela importância do seu contexto, mas também por alterar alguns dispositivos da Lei nº 9.433/97, e, ainda, por disciplinar o instituto da outorga.

O art. 5º estabelece prazos para as outorgas de direito de uso de recursos hídricos de domínio da União, contados da data de publicação dos respectivos atos administrativos de autorização. Determina que os prazos de vigência das outorgas de direito de uso de recursos hídricos sejam fixados em função da natureza e do porte do empreendimento. Estabelece, ainda, que os prazos a que se referem os incisos I (até dois anos, para início da implantação do empreendimento objeto da outorga) e II (até seis anos, para conclusão da implantação do empreendimento projetado) podem ser ampliados, sempre que o porte e a importância social e econômica do empreendimento o justificar, sendo necessária a oitiva do Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

Já o prazo de que trata o inciso III (até trinta e cinco anos, para vigência da

outorga de direito de uso) poderá ser prorrogado pela ANA, respeitando as prioridades estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos.


A citada lei determinou situação especial para concessionárias e autorizadas de serviços públicos e de geração de energia hidrelétrica, ao afirmar que as outorgas de direito de uso de recursos hídricos vigorarão por prazos coincidentes com os dos correspondentes contratos de concessão ou atos administrativos de autorização.

Ainda no tocante a outorgas, a Lei nº 9.984/00 fechou uma lacuna existente no texto da Lei nº 9.433/97, que tratava da impossibilidade da emissão de outorgas preventivas, necessárias ao planejamento do empreendimento. O art. 6º da primeira lei autorizou a ANA a emitir outorgas preventivas de uso de recursos hídricos, com a finalidade de declarar a disponibilidade de água para os usos requeridos, observando, contudo, o disposto no art. 13, da Lei nº 9.433/97.

Ressalte-se que esta outorga preventiva não confere direito de uso de recursos hídricos, destina-se a reservar a vazão passível de outorga, possibilitando, aos investidores, o planejamento de empreendimentos que necessitem desses recursos. Fixa o prazo de validade, levando-se em conta a complexidade do planejamento do empreendimento, limitando-se ao máximo de três anos, findo o qual será considerado o disposto nos incisos I e II do art. 5º.

Outra situação prevista trata da necessidade da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) promover, junto à ANA, a prévia obtenção de declaração de reserva de disponibilidade hídrica para licitar a concessão ou autorizar o uso de potencial





de energia hidráulica em corpo de água de domínio da União. O poder outorgante transformará a declaração de reserva de disponibilidade hídrica, automaticamente, em outorga de direito de uso de recursos hídricos, quando a instituição ou empresa receber da ANEEL a concessão ou a autorização de uso do potencial de energia hidráulica.

Finalmente, o mencionado diploma legal, em seu art. 8º, disciplinou que a ANA deverá dar toda a publicidade aos pedidos de outorga de direito de uso de recursos hídricos de domínio da União, bem como aos atos administrativos que deles resultarem, por meio de publicação na imprensa oficial e em pelo menos um jornal de grande circulação na respectiva região, democratizando a gestão hídrica no país.

O Poder Executivo, por meio de Decreto nº 3.692, de 19 de dezembro de 2000, estabeleceu a estrutura regimental da ANA, determinando sua instalação.

Mencionado diploma legal apenas regulamenta a Lei nº 9.984/00, no tocante à estrutura da ANA, não trazendo novidades à citada lei, nem à legislação de recursos hídricos.

4.3-A BASE INSTITUCIONAL-ADMINISTRATIVA PARA OS RECURSOS HÍDRICOS

A Política Estadual de Recursos Hídricos está alicerçada na interação de um conjunto de funções exercidas, institucionalmente, por órgãos públicos e por segmentos da sociedade civil que visam ao desenvolvimento sustentável do Estado. O modelo gerencial administrativo adapta-se às diversas funções hídricas intervenientes no processo de gestão.

4.3.1- Funções Hídricas

A Lei nº 11.996/92, que criou o SIGERH, além de estabelecer seus meios de ação e seus instrumentos de gestão, também indicou o envolvimento institucional Estado, Federação e Municípios, nas funções hídricas necessárias à eficiência do gerenciamento integrado, através dos componentes Sistema de Gestão, Sistemas Afins e Sistemas Correlatos (ver Figuras 4.1 e 4.2).

Estas denominações foram usadas na elaboração do PLANERH, ainda nas fases de Diagnóstico e Planejamento, quando adotou-se como referência o trabalho “Modelos para Gerenciamento de Recursos Hídricos”, da Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH).

O Sistema de Gestão representa a coordenação, no âmbito estadual, do equacionamento das questões referentes ao aproveitamento e ao controle dos recursos hídricos (Planejamento, Administração e Regulamentação), e as ações de articulações com instituições federais e municipais e com a sociedade civil em todo o território cearense.

Os Sistemas Afins lidam com funções de oferta (disponibilidade de água no tempo e no espaço), utilização (irrigação, abastecimento urbano, rural e industrial, agricultura, geração de energia, navegação e lazer), e preservação da qualidade das águas (zoneamento, drenagem, proteção de mananciais e programas educativos).

Os Sistemas Correlatos não são envolvidos diretamente com a questão da água, mas proporcionam atividades importantes para o desenvolvimento político, econômico e social da comunidade (pla-

4-ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS

Figura 4.1-Organograma Funcional do SIGERH

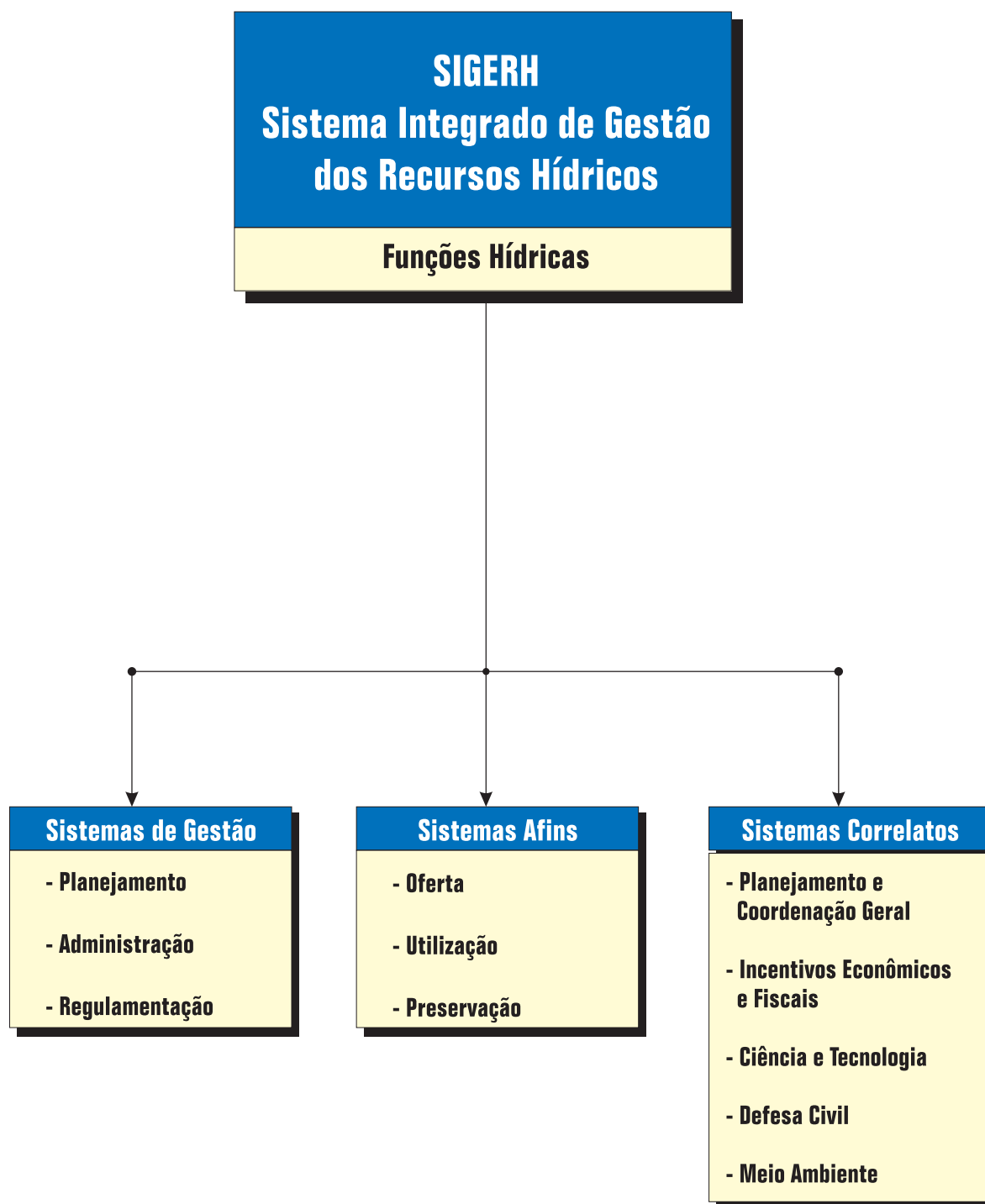
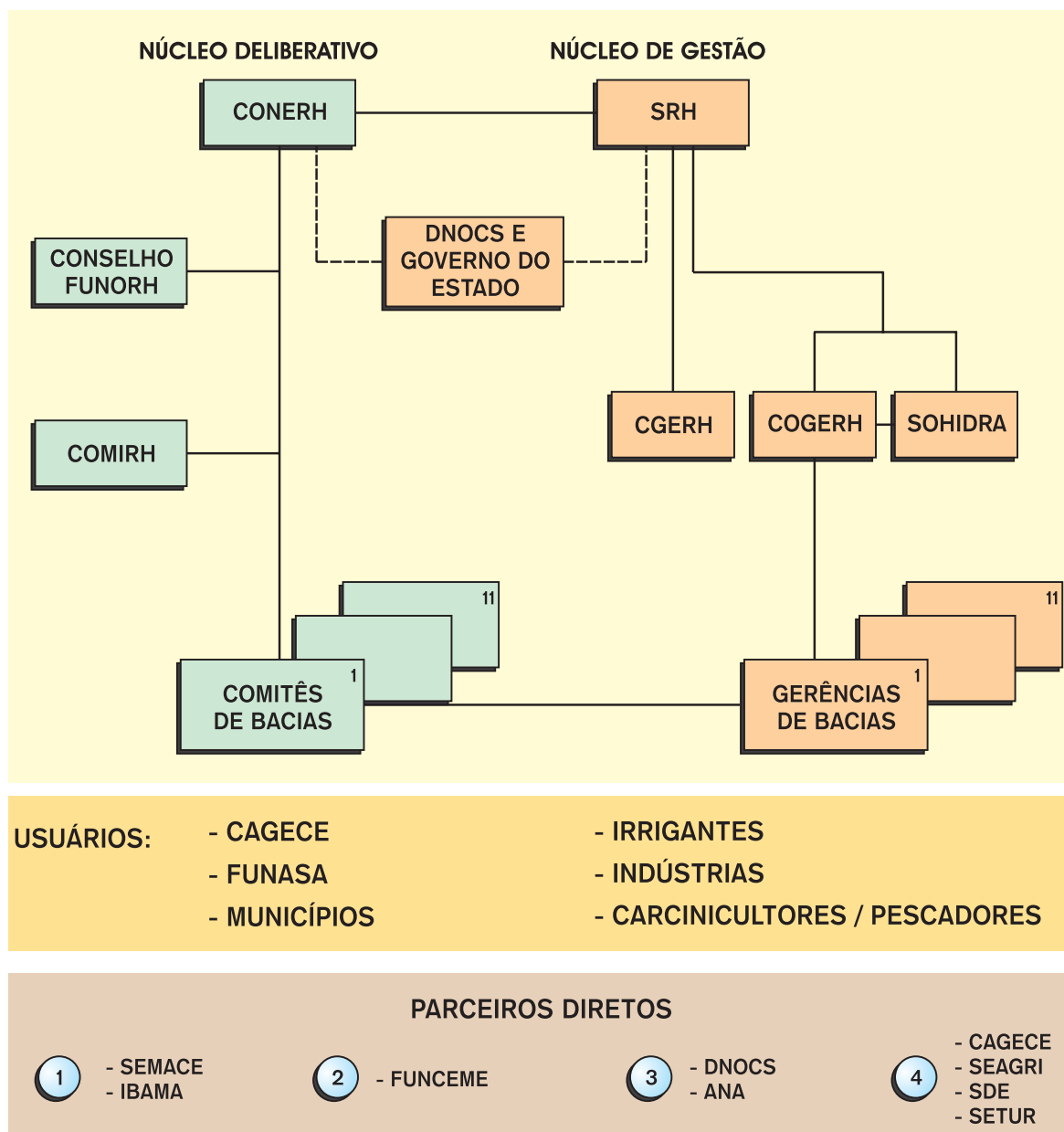


Figura 4.2 - Organograma Operacional do SIGERH



- 1 Gestão Integrada da Qualidade e Quantidade dos Recursos Hídricos
- 2 Gestão Integrada do Ciclo Hidrológico
- 3 Gestão Integrada dos Recursos Hídricos de Domínio do Estado e da União
- 4 Gestão Integrada dos Múltiplos Usos dos Recursos Hídricos (Saneamento, Irrigação, Pesca, Indústria, Turismo e Lazer)

4-ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS

nejamento e coordenação geral, incentivos econômicos e fiscais, ciência e tecnologia, defesa civil e meio ambiente).

O detalhamento destes sistemas que compõem as funções hídricas do SIGERH é o seguinte:

I - SISTEMA DE GESTÃO

I.1 - Planejamento

I.1.1 - Inventários dos Recursos Hídricos

- Avaliação da disponibilidade de recursos hídricos superficiais e subterrâneos;
- Estudos dos potenciais de desenvolvimento dos recursos hídricos;
- Estudos dos eventos extremos (cheias e secas).

I.1.2 - Qualidade da Água

- Avaliação da capacidade de os corpos d'água assimilarem e auto-depurarem efluentes;
- Estimativas das cargas poluidoras;
- Estudo da erosão do solo e do assoreamento dos corpos d' água.

I.1.3 - Estimativas das Demandas

- Demandas de água para usos múltiplos;
- Requisitos para os usos não-consuntivos;
- Padrões de qualidade exigíveis.

I.1.4 - Formulação de Planos/Programas

- Objetivos e metas;
- Balanço Disponibilidade x Demanda de Recursos Hídricos;
- Usos não-consuntivos e controle dos recursos hídricos;
- Alternativas e seleção da solução ótima;
- Detalhamento dos planos, programas e orçamentos.

I.1.5 - Avaliação e Controle

- Andamento de projetos e obras;
- Indicadores de eficácia.

I.1.6 - Encaminhamento Político-Institucional

- Elaboração dos instrumentos normativos para a concretização dos planos e programas;
- Projeto dos instrumentos e mecanismos técnicos, econômicos, financeiros e institucionais necessários para a administração dos planos/programas;
- Treinamento e capacitação de pessoal necessários à execução dos planos e programas;
- Comunicação e divulgação social.

I.2 - Administração

I.2.1 - Coleta e Divulgação de Dados

- Dados hidrológicos e meteorológicos;
- Qualidade da água;
- Operação de reservatórios.

I.2.2 - Estatística de Usos da Água

- Cadastro de Usuários;
- Informações socioeconômicas correlatadas com uso da água;
- Estimativa dos prejuízos causados pelas inundações.

I.2.3 - Poder de Polícia Administrativa

- Outorga de direito de usos da água e controle técnico das obras de oferta hídrica (licença);
- Fiscalização e controle do uso da água.

I.2.4 - Execução de Planos e Programas

- Programação executiva e econômico-financeira de obras;
- Avaliação e controle do andamento dos projetos e obras, dos resultados e de sua eficácia.





4-ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS

I.3 - Regulamentação

- Instrumentos legais de regulamentação, disciplinamento e normatização do funcionamento do SIGERH.

II-SISTEMAS AFINS

II.1 -Oferta

- Nucleação artificial;
- Represamento;
- Poços;
- Cisternas;
- Transposição de bacias hidrográficas.

II.2 -Utilização

II.2.1 -Uso Consuntivo

- Abastecimento rural;
- Irrigação;
- Aqüicultura;
- Abastecimento industrial;
- Abastecimento urbano.

II.2.2 - Uso Não-Consuntivo

- Geração hidrelétrica;
- Navegação fluvial;
- Lazer;
- Pesca e piscicultura extensiva;
- Assimilação de esgotos.

II.3 -Preservação

- Definição de faixas para proteção da vegetação e das margens;
- Proteção das faixas de vegetação e das margens.

III -SISTEMAS CORRELATOS

III.1 -Planejamento e Coordenação Geral

- Planos e desenvolvimento;
- Orçamento público;
- Acompanhamento, controle e avaliação de planos, programas e projetos governamentais.

III.2 -Sistema de Incentivos Econômicos e Fiscais

- Planos de investimentos em empreendimentos de aproveitamento múltiplos de recursos

hídricos;

- Planos de desenvolvimento industrial com base em recursos hídricos e potencial de poluição das indústrias;
- Financiamentos.

III.3 -Sistema de Ciência e Tecnologia

III.3.1 -Capacitação e Treinamento

- Formação e especialização de pessoal técnico de nível superior;
- Formação e especialização de pessoal técnico de nível médio.

III.4 -Pesquisa

- Desenvolvimento de pesquisa na área de recursos hídricos.

III.4.1 - Assistência Técnica

- Desenvolvimento, absorção e transferência de tecnologia para prospecção, captação, uso, conservação e controle de recursos hídricos.

III.4.2 -Equipamentos

- Laboratórios;
- Informática;
- Máquinas e Acessórios.

III.5 -Sistema De Defesa Civil

- Instalação da rede de alerta das cheias;
- Programas de assistência em situações de cheias ou secas.

III.6 -Sistema De Meio Ambiente

- Estabelecimento dos padrões de qualidade dos recursos hídricos em função do uso;
- Fiscalização de qualidade da água em rios, reservatórios e no sub-solo.

O Quadro 4.1 a seguir apresenta, de forma geral, as instituições que desenvolvem funções hídricas no SIGERH, nas condições atuais.

4-ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS

4.3.2-Missão Institucional

A missão institucional possibilita a explicitação, de forma clara e inequívoca, dos compromissos das entidades participantes do SIGERH no atendimento das necessidades básicas da sociedade cearense, atendidas pelas ações de cada uma delas.

Estas instituições desenvolvem ações para a Política Estadual de Recursos Hídricos de acordo com a inserção de cada uma delas nos Sistemas de Gestão, Afins e Correlatos, ou em missão institucional, ou, ainda, articulando-se entre si para comporem os colegiados (CONERH, COMIRH e CBHs), que exercem funções normativas, deliberativas e consultivas conforme o que dispõe a Lei nº 11.996/92 na parte referente ao SIGERH.

4.3.3-Envolvimento Institucional

As instituições de relevância para o SIGERH desenvolvem as seguintes ações:

- **Secretaria do Desenvolvimento Econômico (SDE)** - Implementa as políticas de desenvolvimento econômico do Estado do Ceará;
- **Secretaria da Agricultura e Pecuária (SEAGRI)** - Planeja, executa e coordena, diretamente, ou através de suas entidades vinculadas, as ações do governo na área rural; Estimula, fomenta, difunde e coordena as ações em agricultura irrigada, incentivando a criação de oportunidades para fruticultura, floricultura, horti-granjeiros e agricultura orgânica, para os exigentes mercados nacional e internacional;
- **Secretaria da Ação Social (SAS)**
 - Desenvolve e coordena as políticas relativas à assistência social, voltadas para a melhoria da qualidade de vida da população, sobretudo dos grupos socialmente vulneráveis, garantindo direitos e sustentabilidade;
- **Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS)** - Assegura, na região denominada "Polígono das Secas", a disponibilidade de água com padrões de qualidade adequados aos respectivos usos. Implementa projetos de irrigação para elevação do nível de renda dos agricultores, e dá estímulo às atividades agroindustriais;
- **Universidade Federal do Ceará (UFC)** - Produz, transfere e difunde conhecimentos científicos e tecnológicos nas áreas de Engenharia Hidráulica e Ambiental, interagindo com as demais áreas do co-



Quadro 4.1 Funções Hídricas Relacionadas às Instituições Executoras

DENOMINAÇÃO DA FUNÇÃO	INSTITUIÇÕES EXECUTORAS
1 - SISTEMA DE GESTÃO	
1.1- PLANEJAMENTO	SRH; COGERH; DNOCS
1.2 - ADMINISTRAÇÃO	SRH; COGERH; FUNCEME; DNOCS
1.3 - REGULAMENTAÇÃO	SRH; SOMA; SEMACE
2 - SISTEMAS AFINS	
2.1 - OFERTA	
2.1.1 - Nucleação	-
2.1.2 - Represamento	SOHIDRA; DNOCS
2.1.3 - Poços	SOHIDRA; DNOCS
2.1.4 - Cisternas	SOHIDRA; SEAGRI
2.1.5 - Transposição	SOHIDRA
2.2 - UTILIZAÇÃO	
2.2.1 - Uso Consuntivo	
2.2.1.1 - Abastecimento Rural	SOHIDRA; SEAGRI; CAGECE
2.2.1.2 - Irrigação	SEAGRI; DNOCS
2.2.1.3 - Aqüicultura	DNOCS; SEAGRI
2.2.1.4 - Abastecimento Industrial	CAGECE; COGERH
2.2.1.5 - Abastecimento Urbano	CAGECE
2.2.2 - Uso Não - Consuntivo	
2.2.2.1- Geração Hidrelétrica	-
2.2.2.2 - Navegação Fluvial	-
2.2.2.3 - Lazer	CBHs; ASSUSAs; COGERH
2.2.2.4 - Pesca e Piscicultura	DNOCS; SEAGRI
2.2.2.5 - Assimilação de Esgotos	CAGECE
2.3 - Preservação	SRH; SOHIDRA; COGERH; SEMACE
3 - SISTEMAS CORRELATOS	
3.1 - Planejamento e Coordenação	SEPLAN
3.2 - Incentivos	
3.2.1 - Capacitação/Treinamento	FUNECE; UFC; SECITECE; UNIFOR
3.2.2 - Pesquisa	FUNCEME; UFC; FUNECE; NUTEC
3.2.3 - Assistência Técnica	NUTEC; EMATERCE
3.2.4 - Equipamentos	SOHIDRA; COGERH; FUNCEME; DNOCS; CAGECE
3.3 - Defesa Civil	CEDEC (SAS)
3.4 - Meio Ambiente	SOMA (SEMACE)

4-ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS

- nhecimento para atender às necessidades da sociedade, através do ensino, da pesquisa e da extensão (Centro de Tecnologia/Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental);
- **Associação dos Prefeitos do Estado do Ceará (APRECE)** - Apóia as causas municipalistas, articulando seus objetivos nos âmbitos estadual e federal, e junto às Organizações Não-governamentais, (ONGs), sempre com respeito à legislação aplicada;
 - **Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH)** - Congrega pessoas físicas e jurídicas ligadas ao planejamento e à gestão dos recursos hídricos no Brasil para o desenvolvimento de ações de caráter técnico-científico, jurídico-institucional e social, para o setor. No Estado, atua na ABRH, seção Ceará;
 - **Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES)**
 - Desenvolve atividades sobre os alicerces da engenharia sanitária e das ciências ambientais e, principalmente, mediante uma série de ações para o aperfeiçoamento profissional e acadêmico dos seus associados;
 - **Procuradoria Geral do Estado (PGE)** - Defende os interesses do Estado do Ceará, em juízo ou fora dele, e desenvolve atividades de consultoria jurídica sob a égide dos princípios da legalidade e da indisponibilidade dos interesses públicos;
 - **Assembléia Legislativa do Ceará (ALEC)** - Representa os interesses da população cearense nos seus direitos e deveres, compreendendo direitos políticos e direitos sociais;
 - **Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE)**
 - Realiza e disponibiliza estudos, pesquisas e informações geo-socioeconômicas voltadas para o planejamento, para as tomadas de decisões do setor público e para a iniciativa do setor privado;
 - **Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP)** - Estimula o desenvolvimento científico e tecnológico no Estado do Ceará;
 - **Companhia Energética do Ceará (COELCE)** - Na qualidade de concessionária de serviço público do sistema de energia elétrica do Estado do Ceará, gera, transmite e distribui a eletricidade;
 - **Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará (NUTEC)** - Responde às necessidades tecnológicas do Estado do Ceará em áreas estratégicas de seu desenvolvimento sustentável, através da difusão de informações, certificação, pesquisa aplicada, serviços tecnológicos e transferência de tecnologia;
 - **Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE)** - Contribui para a melhoria da qualidade de vida e para o desenvolvimento, preservando o meio ambiente como empresa competitiva e prestadora de serviços de água e esgotamento sanitário;





4-ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS

- **Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE)** - Executa a Política Estadual de Controle Ambiental do Ceará, dando cumprimento às normas estaduais e federais de proteção, controle e utilização racional dos recursos ambientais, fiscalizando a sua execução;
- **Superintendência de Obras Hidráulicas (SOHIDRA)** - Executa empreendimentos de infra-estrutura hídrica para aumentar a oferta d'água, atendendo à população em seus múltiplos usos, contribuindo para o desenvolvimento sustentável do Estado do Ceará;
- **Banco do Estado do Ceará (BEC)** - Constitue o instrumento financeiro da política de desenvolvimento do Estado do Ceará;
- **Fundação Universidade Estadual do Ceará (FUNECE)** - Produz, transfere e difunde atividades de ensaio, pesquisa e extensão para o componente da população cearense que ingressa em seus cursos universitários;
- **Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH)** - Gerencia os recursos hídricos de domínio estadual e da União, por delegação, de forma integrada, descentralizada e participativa, promovendo os usos de maneira racional, social e sustentável;
- **Secretaria da Ouvidoria-Geral e do Meio Ambiente (SOMA)** - Zela pela eficiência e qualidade do serviço público estadual, contribuindo para a efetivação da cidadania, a proteção e a defesa do meio ambiente.

4.3.4 - O Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos (SIGERH)

Em face da multiplicidade de instituições envolvidas com recursos hídricos, e da grande variedade de funções, foi criado o SIGERH, sistema integrado envolvendo instituições públicas e a sociedade civil para executar a Política de Recursos Hídricos.

O SIGERH, tem como características fundamentais a sua descentralização e a participação efetiva dos usuários da água na deliberação da política de gestão deste recurso e dos novos investimentos a serem realizados. O seu maior desafio de implantação diz respeito a mudanças fundamentais na cultura de um povo, seja dos poderes dominantes responsáveis pela gestão, seja dos próprios usuários, que deverão gerir os conflitos de uso da água e participar de novos investimentos, com vistas ao aumento das reservas de água e a preservação de sua qualidade.

O SIGERH foi instituído pela Lei nº 11.996, de 24 de julho de 1992, complementado pela Lei nº 12.217, de 18 de novembro de 1993, que cria a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH) e pela Lei nº 12.245, de 30 de dezembro de 1993, que dispõe sobre o Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FUNORH). A sua composição eclética reúne um conjunto de órgãos colegiados de coordenação e participação, deliberação e execução da Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Ceará. Na figura apresentada a seguir é mostrado o desenho do SIGERH com a sua divisão clássica em núcleo deliberativo, de apoio técnico e financeiro e núcleo de gestão.

Com objetivo de, dar uma visão mais detalhada da constituição do modelo, in-

4-ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS

dicando as atribuições previstas para cada componente do sistema, dividiram-se as informações em duas partes:

- Núcleo deliberativo, de apoio técnico e financeiro; e
- Núcleo de gestão.

4.3.4.1- O Núcleo Deliberativo, de Apoio Técnico e Financeiro

Conselho de Recursos Hídricos do Estado do Ceará (CONERH)

O CONERH constitui a instância maior de deliberação do Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará, tendo como atribuições principais a coordenação, a fiscalização e a deliberação coletiva de caráter normativo da política de recursos hídricos do Estado.

O CONERH é um órgão colegiado com representação de quatorze instituições, sendo dez públicas e quatro pertencentes à sociedade civil.

A composição deste colegiado somente pode ser alterada por meio de uma emenda à Lei nº 11.996, de 11 de fevereiro de 1992. Este conselho tem uma secretaria executiva chefiada pelo Coordenador de Gestão dos Recursos Hídricos da SRH.

O CONERH tem como principais competências:

- Aprovar proposta de anteprojeto de lei do Plano Estadual de Recursos Hídricos a ser apresentado pelo Poder Executivo à Assembleia Legislativa;
- Apreciar o relatório anual sobre a situação dos recursos hídricos no Estado do Ceará;
- Aprovar e encaminhar aos órgãos competentes as necessidades de

recursos para a proposta anual do orçamento do Estado;

- Exercer funções normativas e deliberativas relacionadas à formulação, à implantação e ao acompanhamento da política estadual de recursos hídricos;
- Estabelecer diretrizes para a formulação de programas anuais e plurianuais de aplicação de recursos do FUNORH;
- Estabelecer critérios gerais para o Plano Anual de Operação de Reservatórios.

A análise do CONERH reflete algumas questões operacionais, porém envolve, principalmente aspectos de competência como os citados a seguir:

- A Secretaria dos Recursos Hídricos, como órgão gestor da Política de Recursos Hídricos do Estado, exerce a presidência e a secretaria executiva do CONERH, contudo, não conseguiu envolvê-lo ainda na gestão da referida política, de modo que o mesmo venha a exercer suas finalidades e competências para os quais foi instituído;
- O CONERH é um colegiado formado por muitas instituições públicas participantes, algumas sem interesse pelo setor, outras com representantes descomprometidos com o objeto da função;
- A periodicidade para as reuniões ordinárias não está coerente com as necessidades de desenvolvimento das ações, considerando-se a participação e o desempenho pouco satisfatórios.



Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FUNORH)

O Fundo Estadual de Recursos Hídricos constitui o suporte financeiro da política estadual de recursos hídricos. O Fundo é operado pelo Banco do Estado do Ceará (BEC) e administrado por um conselho diretor constituído pelo:

- Secretário dos Recursos Hídricos, que é o seu presidente;
- Secretário da Infra-estrutura;
- Presidente do Banco do Estado do Ceará;
- Presidente da Associação Brasileira de Recursos Hídricos ABRH, seção Ceará.

Os recursos do FUNORH são:

- Os de origem orçamentária do Tesouro do Estado;
- Os provenientes de operações de crédito contratados com entidades nacionais e internacionais;
- Os provenientes de retornos de financiamentos sob a forma de amortização do principal, atualização monetária, juros, comissões, mora ou sob qualquer outra forma;
- Os recursos de investimentos provenientes da cobrança pelo uso dos recursos hídricos;
- Os resultados de aplicações de multas cobradas dos infratores da legislação de águas;
- Outras fontes de recursos provenientes da União, do Estado, dos Municípios e de entidades nacionais e internacionais.

De acordo com as leis que dispõem sobre o FUNORH, o mesmo tem como objetivos financiar projetos voltados para a política estadual de recursos hídricos, visando

assegurar as condições de desenvolvimento dos recursos hídricos e à melhoria da qualidade de vida da população do Estado, em equilíbrio com o meio ambiente.

Os financiamentos podem ser concedidos a instituições públicas ou privadas envolvidas com a política de desenvolvimento dos recursos hídricos.

Os pedidos de financiamento serão analisados, sob o ponto de vista técnico e sob suas viabilidades econômico-financeira e social, respectivamente, pela Secretaria dos Recursos Hídricos, pelo BEC e pela Secretaria da Infra-estrutura, que elaborarão parecer a ser apreciado pelo Conselho Gestor do FUNORH.

A análise do Fundo possibilita a identificação de algumas distorções, tais como:

Este fundo foi criado no âmbito da Lei nº 11.996, de 24 de julho de 1992, com o objetivo de dar apoio financeiro à política estadual de recursos hídricos, cujos aspectos legais contemplaram a gestão / administração, a origem dos recursos e as aplicações do FUNORH, caracterizando a importância do fundo como instrumento de gestão dos recursos hídricos e as relações com os Comitês de Bacias Hidrográficas.

Posteriormente, com a Lei nº 12.245, de 30 de dezembro de 1993, que alterou o FUNORH, foram revogados os artigos que o disciplinavam na condição de instrumento de apoio financeiro à política de recursos hídricos, passando esta a financiar projetos voltados para a Política Estadual de Recursos Hídricos, sem vínculo com os Comitês de Bacias, e reduzindo as fontes de recursos do fundo, incluindo relativa à cobrança pelo uso da água, além de outras condições de financiamento de obras.

4-ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS

Em seguida, a Lei nº 12.664, de 30 de dezembro de 1996, que alterou a Lei nº 12.245/93, permitindo à COGERH fazer a cobrança pelo uso da água e utilizar parte dos recursos para custear as atividades de gerenciamento dos recursos hídricos, envolvendo os serviços de operação e manutenção dos dispositivos e da infra-estrutura hidráulica e dos sistemas operacionais dos recursos hídricos, bem como repassar a outra parte dos recursos ao fundo para aplicação em investimentos.

Esta lei deixa também os Comitês de Bacias Hidrográficas à margem do processo e não remete a aplicação dos recursos de investimentos para a bacia que deu origem aos recursos através da cobrança pelo uso da água.

A grande alteração que desarticula o SIGERH deu-se por conta da falta de correlação do FUNORH com o CONERH, que tinha a atribuição de supervisionar as ações do fundo, e deste com os CBHs que deveriam deliberar sobre aplicações de recursos depositados nas contas do fundo.

O Conselho Gestor do FUNORH não se relaciona com o SIGERH, o que constitui outra imperfeição imposta ao modelo por ocasião da execução de programas que são apenas parte da Política Estadual de Recursos Hídricos.

Comitê Estadual de Recursos Hídricos (COMIRH)

O COMIRH é um órgão técnico colegiado cuja função principal é o assessoramento técnico ao CONERH, tendo principalmente as seguintes atribuições:

- Assessorar a Secretaria Executiva do CONERH;

- Elaborar, periodicamente, proposta para o Plano Estadual de Recursos Hídricos;
- Compatibilizar tecnicamente os interesses setoriais das diferentes instituições envolvidas na política de recursos hídricos do Estado;
- Emitir parecer prévio, de natureza técnica, sobre projetos e construções de obras hidráulicas, como também sobre pedidos de outorga para uso ou derivação de água.

O COMIRH é um órgão colegiado constituído, de acordo com a lei, por treze representantes de entidades da administração direta e indireta do segundo nível hierárquico do Estado.

Como um colegiado, sua estrutura e funcionalidade não permitiram o desempenho das funções a ele atribuídas, causando grandes dificuldades ao SIGERH. Algumas distorções são apresentadas a seguir:

- Representa um colegiado de assessoramento técnico do CONERH, formado, igualmente, por grande número de participantes com heterogeneidade de conhecimentos e pouca disponibilidade de tempo para realização das tarefas que lhe são atribuídas;
- São da competência deste colegiado todas as funções técnicas que seriam realizadas pela SRH para exercer a gestão dos recursos hídricos;
- É inconcebível a atribuição de trabalhos de natureza técnica a um colegiado, grande, heterogêneo, formado por pessoas indicadas por várias instituições, e que não





4-ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS

dispõem de tempo na SRH para produção de tais trabalhos;

- O COMIRH, em condições práticas, vem trabalhando através de Câmaras Técnicas, formadas apenas por técnicos das instituições que fazem parte do Sistema Estadual de Recursos Hídricos (SRH, COGERH, SOHIDRA e FUNCEME).

Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs)

Os Comitês de Bacias Hidrográficas são órgãos colegiados regionais em nível de bacias hidrográficas, com funções consultivo-deliberativas da política de recursos hídricos a ser implantada na bacia. Representam o caráter descentralizado e participativo do SIGERH no âmbito de cada bacia. É um órgão colegiado cuja composição deverá englobar as instituições públicas ligadas a recursos hídricos em cada bacia, as Prefeituras Municipais dos municípios compreendidos na bacia e os usuários de água através de representantes da sociedade civil. A composição desses colegiados poderá variar de uma bacia para outra, em função das instituições ali presentes, porém objetivará uma participação eclética, com ênfase para a participação da sociedade civil.

Os Comitês de Bacias terão, principalmente, as seguintes atribuições:

- Promover entendimentos, cooperações e eventuais conciliações entre os usuários dos recursos hídricos;
- Aprovar a proposta da bacia para integrar o Plano Estadual de Recursos Hídricos;
- Debater e divulgar os programas

prioritários de serviços e obras a serem realizados na bacia hidrográfica;

- Promover a utilização racional dos recursos hídricos.

4.3.4.2-Núcleo de Gestão

O Núcleo de Gestão responsável pela execução da política estadual de recursos hídricos é representado pela SRH, que constitui a instância executiva maior da política.

A sua ação executiva se dá por administração direta, ou através da COGERH, SOHIDRA e FUNCEME, ou utilizando parceiros diretos através de convênios e contratos.

Entre os parceiros diretos vale destacar o papel desempenhado pelo DNOCS, seja em nível deliberativo, como participante do CONERH, seja no âmbito da gestão da política como proprietário das maiores reservas de água acumuladas no Estado. Um Grupo Técnico formado pelo DNOCS e Governo do Estado, com apoio de amplo convênio firmado entre as partes, cuida dos assuntos que dizem respeito aos interesses comuns do Estado e da União no tocante ao controle e aproveitamento dos recursos hídricos no Estado.

A SRH, na sua ação de gerenciamento dos recursos hídricos, dispõe, como braços executivos, a sua Coordenadoria de Gestão dos Recursos Hídricos (CGERH) e a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), empresa da administração pública indireta organizada sob a forma de sociedade anônima.

A SEMACE também participa, como órgão de gestão central do programa, no

4-ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS

âmbito da política de gestão integrada da água e que visa ao seu controle qualitativo

Compete à SEMACE, principalmente, o licenciamento ambiental de obras hídricas e a educação ambiental para a proteção das reservas de água.

Como principais atribuições da SRH, utilizando-se de sua estrutura própria ou da vinculada COGERH, além de possíveis contratos e convênios com parceiros diretos, cabe destacar as seguintes:

- Presidência e chefia da Secretaria Executiva do CONERH;
- Presidência do COMIRH;
- Presidência do Conselho do FUNORH;
- Participação no Grupo Técnico DNOCS / Governo do Estado;
- Preparação de parecer técnico sobre outorga de direito de uso da água, licenciamento de obras hídricas e análise de pedido de financiamento de recursos do FUNORH;
- Formalização, submetendo-a à aprovação do CONERH, da política de fixação de tarifas de água bruta, efetuando a cobrança pelo seu uso;
- Promoção do desenvolvimento de tecnologia e de capacitação dos recursos humanos necessários ao SIGERH;
- Realização do controle técnico das obras de oferta hídrica;
- Coordenação e supervisão do planejamento e gerenciamento do uso dos recursos hídricos.

Finalmente, destaque-se o papel desempenhado pelas gerências de bacias, que são unidades executivas da COGERH, fundamental na descentrali-

zação das ações do SIGERH nas bacias hidrográficas.

Assumem funções importantes no âmbito de sua área de atuação, entre as quais:

- Executam as tarefas de controle da oferta e da demanda de água aos diversos usuários;
- Funcionam como Secretaria executiva dos Comitês de Bacias.

Coordenadoria de Gestão dos Recursos Hídricos (CGERH)

A atual estrutura da CGERH não atende às demandas necessárias para o exercício da gestão na dimensão exigida para o órgão gestor da política, pois não apresenta capilaridade no interior para descentralização das ações.

A Coordenadoria ainda espera que seja formada uma equipe técnica e de apoio suficiente para realizar suas funções, bem como possa adquirir os equipamentos e instrumentos indispensáveis ao trabalho, além do estabelecimento de comunicações com outras instituições via banco de dados.

É fundamental o entendimento de outros setores da SRH e de instituições do próprio sistema para a importância da gestão dos recursos hídricos no Estado, para que haja a integração das ações e, conseqüentemente, a implementação das políticas do setor.

Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH)

A Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos foi criada através da Lei nº 12.217, de 18 de novembro de 1993, com a missão básica de executar ações de gerenciamento dos recursos hídricos





4-ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS

no Estado do Ceará. Porém, institucionalmente, há necessidade de ajustes, como se observa a seguir:

- A companhia ainda não foi incorporada, legalmente, ao esquema operacional do SIGERH;
- As funções de execução da política estadual de recursos hídricos e a implementação do Sistema Integrado de Gestão não foram compatibilizados entre os vários componentes institucionais diretos, SRH, COGERH, SOHIDRA e FUNCEME, bem como a importante integração com a SEMACE.
- A falta de clareza das funções de cada instituição que faz parte do SIGERH e, principalmente, a pouca integração institucional, fazem com que a COGERH venha tendo dificuldades para desenvolver suas ações nos níveis desejados, embora todas elas já tenham realizado os seus planejamentos estratégicos, não houve ainda a compatibilização das funções no sistema.

Superintendência de Obras Hidráulicas (SOHIDRA)

A Superintendência de Obras Hidráulicas foi criada através da Lei nº 11.380, de 15 de dezembro de 1987, para exercer, entre outras, as funções relativas à execução das obras hidráulicas de acordo com a política estadual de recursos hídricos. A SOHIDRA ainda vem-se estruturando para desempenhar seu papel, assim como tem tido dificuldades para assimilar a cultura de projetos de obras e de planejamento operacional, por isso, a integração com as instituições do setor não

tem-se verificado como desejado.

Quanto à gestão dos recursos hídricos, entendemos que precisa internalizar o conhecimento e a importância da sua participação no processo como instituição provedora da oferta d'água e incentivadora do seu uso racional nos projetos de sua responsabilidade.

Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME)

A FUNCEME tem realizado trabalho no campo do monitoramento do clima e da qualidade das águas e, mais recentemente, vem-se envolvendo com capacitação técnica, e projetos de apoio básico a processo de gestão dos recursos hídricos do Estado. É preciso, no entanto, que haja uma discussão a cerca das funções de cada instituição de modo que cada uma delas possa oferecer a sua contribuição, e de forma integrada, possam viabilizar a política dos recursos hídricos planejada para o Estado, principalmente aquelas mais relacionadas com a gestão das águas.

Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE)

A SEMACE é uma instituição importante para a Política Estadual de Recursos Hídricos, com grande responsabilidade e amplas funções na condução das ações de uso e preservação do meio ambiente. Deverá discutir uma agenda de trabalho com a SRH visando desenvolver ações integradas ao SIGERH em atendimento à política ambiental e de recursos hídricos.

Até o momento, a SEMACE tem tido pouco envolvimento com o setor Recursos Hídricos, apesar de ter sido sempre convocada a participar, inclusive do PROURB-

4-ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS

RH, como executora de ações ambientais no âmbito da sua competência.

Esta Superintendência está vinculada à Secretaria da Ouvidoria-Geral e do Meio Ambiente (SOMA).

Grupo Técnico Estado/DNOCS

Este grupo técnico é importante para a integração institucional da gestão dos recursos hídricos no que concerne às águas de domínios da União e do Estado.

Este grupo é paritário, e formado por seis técnicos designados por ambas as instituições. É respaldado por um convênio de cooperação técnica entre o Governo do Estado e o DNOCS, cuja função é exercer uma gestão partilhada dos recursos hídricos de domínio da União, em que todas as questões são tratadas visando à gestão integrada dos recursos hídricos nos termos da política estadual para o setor. Contudo, a interação tem-se dado mais às expensas da relação COGERH-DNOCS e do engajamento deste nos comitês de bacias hidrográficas.

4.4-CONCLUSÕES

Como consequência das análises aqui procedidas, verifica-se que a estrutura institucional de execução montada para atender o SIGERH tem a SRH como órgão superior do sistema, e a COGERH, SOHIDRA e FUNCEME que deverão desempenhar, juntas, todas as funções requeridas para a execução da Política Estadual de Recursos Hídricos, criada no âmbito da Lei nº 11.996/92. Para tanto, o SIGERH deve ser revisto e atualizado, e a SRH deverá adotar, pelo menos, algumas condições básicas para a implementação desta política, quais sejam:

- Promover a articulação das políticas públicas de interesse dos recursos hídricos e integrar as ações de suas vinculadas visando ao melhor desempenho das metas;
- Sistematizar as funções de cada instituição executora do SIGERH, tendo como instrumento a matriz institucional das funções definidas nos planejamentos estabelecidos e instituí-las através de suas leis de formação;
- Ser regulamentado através de legislação apropriada, para que as instituições que dele participam possam, não somente executar missões institucionais, mas realizar ações do sistema tendo por base um dispositivo legal que as determine.



5

O GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS





5-0 GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS

MUITO JÁ FOI FEITO, MAS PODEMOS SER MELHORES

Tudo que foi feito até aqui colocou a Secretaria em destaque perante a opinião pública nacional e internacional. Os esforços e as realizações foram muitos, mas podemos ser melhores. O que foi obtido em obras e gestão dos recursos hídricos é fantástico a ponto de o Ceará ter o reconhecimento e a admiração, conforme temos ouvido de participantes dos fóruns nacionais e internacionais de gestão dos recursos hídricos.

Edinardo Rodrigues. Secretário dos Recursos Hídricos (**Notícias da SRH**, julho/2003).

5.1-INSTRUMENTOS LEGAIS PARA O GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Reconhecendo a importância da garantia da oferta de água, como fator determinante para o desenvolvimento econômico e social do Ceará, o Governo Estadual criou, em 1993, a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), cuja missão é o gerenciamento dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos de domínio do Estado. A COGERH, vinculada à SRH, gerencia a água no território, exercendo funções de caráter técnico e operacional, enquanto a própria SRH, como detentora do poder de polícia sobre a água, desempenha, através da sua Coordenadoria de Gestão dos Recursos Hídricos (CGERH), as funções de caráter político e institucional na gestão dos recursos hídricos.

Espelhada no modelo francês de gerenciamento da água por bacia hidrográfica e fundamentada nos citados princípios de descentralização, integração e participação dos usuários, a gestão dos recursos hídricos tem como suporte a Lei nº 11.996/92, a qual prevê instrumentos legais, como outorga, o licenciamento

para obras hídricas e a cobrança pelo uso da água bruta.

5.1.1- A Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos

A outorga, regulamentada através do Decreto nº 23.067, de 11 de janeiro de 1994, reformulado em seu artigo 2º, pelo Decreto nº 25.443, de 28 de abril de 1999, constitui-se num ato administrativo pelo qual o Estado, através da SRH, concede ao usuário o direito de uso de determinado recurso hídrico, com prazo, quantidade e finalidade preestabelecidos.

A outorga tem por finalidade garantir o controle dos usos da água, sendo vetado ao Estado outorgar usos que comprometam a quantidade e a qualidade da água. Da mesma forma, para a concessão de outorgas, o Estado deverá ter como norma o princípio da equidade.

Sendo uma das principais ferramentas de gerenciamento dos recursos hídricos, a outorga deve ser entendida como um instrumento de negociação e alocação da água, evitando-se que transforme-se em mero procedimento burocrático.

5-0 GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS

O processo de implantação da outorga no Estado do Ceará tem-se deparado, fundamentalmente, com dois entraves:

- A resistência dos usuários em solicitar a outorga, em função da relação que este instrumento tem com a cobrança;
- A variabilidade interanual das chuvas que impossibilita estabelecer uma garantia compatível de oferta hídrica para se emitir outorgas com validade por períodos maiores que um ano.

Mesmo assim, este instrumento tem sido exercitado, através da emissão de outorgas para a irrigação, sujeitas a renovação anual, e para empreendimentos industriais, com prazos de validade de cinco a dez anos. A SRH tem ainda posto em prática a outorga preventiva, para empreendimentos em fase de planejamento, com validade de três anos.

Para a análise dos processos de solicitação de outorga, a SRH conta com uma câmara técnica integrada por especialistas da própria Secretaria e de suas vinculadas, que funciona sob a coordenação da CGERH.

5.1.2- A Licença para a Construção de Obras Hídricas

O controle técnico das obras de oferta hídrica foi regulamentado através do Decreto nº 23.068, de 11 de fevereiro de 1994, e constitui-se em autorização concedida pela Secretaria dos Recursos Hídricos para a construção de qualquer obra ou serviço de oferta d'água que altere o regime, quantidade e/ou a qualidade dos recursos hídricos (barragens, poços, canais, adutoras, etc.).

Em 1995, a Secretaria criou uma câmara técnica, composta por pessoal especializado da SRH, COGERH, SOHIDRA e FUNCEME, para analisar as solicitações de licença para execução de obras hídricas.

Dependendo da obra ou serviço, a SRH poderá exigir a apresentação da licença prévia ambiental da SEMACE ou licença, para obra ou estudo, emitida pelo CREA/CE.

Neste decreto também está assegurado o reassentamento da população deslocada para viabilizar a implantação ou operação de obras ou serviços públicos de oferta hídrica.

A construção de grande número de pequenos açudes, sem o menor controle técnico, foi, durante muitos anos, uma das principais ações desenvolvida pelos Governos Federal e Estadual, com o objetivo de melhorar a convivência com as secas no Ceará.

Esta prática teve como consequência a construção de grande quantidade de pequenos reservatórios, localizados aleatoriamente, bastando para isso a existência de um curso d'água e condições topográficas favoráveis para que se implantasse um açude. Não é por acaso que alguns reservatórios estratégicos, do interior do Estado, apresentaram atualmente dificuldades de recarga em função da interceptação causada pelos pequenos açudes localizados a montante. O licenciamento de obras hídricas tem-se tornado um instrumento bastante eficaz no combate a esta prática de construção indiscriminada, sem qualquer critério técnico, de pequenos reservatórios.



As etapas a serem cumpridas na obtenção da licença para a construção de obras hídricas são:

- Carta Consulta: antes da formalização do processo, o interessado deverá fazer uma consulta prévia à SRH para verificar possíveis impedimentos ou limitações à execução da obra;
- Licença de Construção: nessa etapa são encaminhados os mesmos documentos da Carta Consulta, juntamente com o projeto executivo da obra. Não havendo nenhum impedimento, a SRH expede a licença.

5.1.3 - A Cobrança pelo Uso da Água Bruta

A cobrança pelo uso da água bruta está prevista na Lei nº 11.996/92, regulamentada pelo Decreto nº 24.264/96, tendo sofrido alterações através dos Decretos nº 24.870/98, nº 25.461/99, nº 25.721/99, nº 25.980/00, nº 26.361/01, nº 27.005/03 e nº 27.271/03. A cobrança pelo uso da água tem os seguintes objetivos principais:

- Reconhecer a água como um bem econômico e dar aos usuários uma indicação do seu real valor;
- Estimular o uso racional, à medida que diminui o desperdício e aumenta a eficiência do seu uso;
- Arrecadar recursos financeiros para o pagamento das despesas referentes à operação e manutenção das infra-estruturas hídricas existentes, para permitir o financiamento de estudos, projetos e obras de novas infra-estruturas, e para cobrir os custos administra-

tivos dos órgãos e entidades integrantes do SIGERH.

Neste contexto, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos é um mecanismo indispensável à gestão, uma vez que, além de aumentar o uso racional, assegura a sustentabilidade de seu sistema de gerenciamento.

Nas regiões semi-áridas com rios intermitentes, como é o caso do Estado do Ceará, há tendência natural para que a cobrança seja exercida como forma de pagamento pelos serviços prestados, a fim de garantir a oferta de água bruta. Isto se explica pelo fato de simplesmente a água, nestas regiões, não se apresentar naturalmente disponível para consumo. Para tanto, faz-se necessário a construção de uma infra-estrutura hídrica de múltiplos usos (barragens, canais, adutoras) que assegurem a oferta. Ao construir, operar, monitorar e manter toda essa infra-estrutura, necessitam-se de recursos financeiros, os quais devem provir da tarifação a ser instituída. Em novembro de 1996, o CONERH delegou à COGERH a competência para efetuar a cobrança da tarifa correspondente ao uso dos mananciais que integram o sistema de oferta dos recursos hídricos do Estado do Ceará.

Em 28 de novembro de 2003, com o advento do Decreto nº 27.271, foram fixados os novos valores para a cobrança da tarifa de água bruta do Estado, conforme Tabela 5.1 apresentada a seguir.

O sistema de preços estabelecidos pelo referido decreto está fundamentado de um lado no custo marginal do gerenciamento dos recursos hídricos e, do outro, nas capacidades de pagamento da demanda de água nas várias modalidades de uso.

5-0 GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Quando se tratar de sistemas pressurizados as tarifas serão calculadas caso a caso, levando-se em consideração os custos com operação e manutenção.

5.2 - O APOIO À ORGANIZAÇÃO DOS USUÁRIOS DE ÁGUA

A Lei nº 11.996/92, baseada em modelos de gestão praticados em outros estados brasileiros e em outros países, introduziu diretrizes democráticas na gestão dos recursos hídricos, ao abrir espaços à sociedade para discutir e deliberar sobre o uso racional dos recursos hídricos, quebrando a hegemonia de um setor de usuários sobre os demais, uma vez que todos os usuários passaram a ter igual acesso aos recursos hídricos, com prioridade para o abastecimento humano.

A gestão participativa mudou a condição do usuário, antes beneficiário passivo, para co-gestor, tomando decisões no processo de gerenciamento da oferta, do uso e na preservação dos recursos hídricos.

Os instrumentos previstos para a participação da sociedade na gestão dos recursos hídricos são os comitês de bacias hidrográficas e as comissões e associações de usuários de água.

Desde 1994, a COGERH vem desenvolvendo um exaustivo e significativo trabalho de mobilização, organização e capacitação dos usuários para a gestão das águas, no âmbito dos açudes de médios e pequenos portes, dos municípios, dos vales perenizados e das bacias hidrográficas. Este trabalho é desenvolvido com base nos seguintes princípios:

- Respeito às formas de organizações já existentes (associações, comissões, cooperativas);
- Conhecimento da atuação institucional de entidades presentes nas bacias;
- Diagnóstico da situação hídrica da bacia;

Tabela 5.1 - Matriz Tarifária do Estado do Ceará Segundo o Decreto Nº 27.271/03

TIPO DE USO	VALOR DA TARIFA (POR 1.000 m³)
Uso industrial	R\$ 803,60
Saneamento no interior do Estado	R\$ 26,00
Saneamento na RMF	R\$ 55,00
Piscicultura - Tanques escavados	R\$ 13,00
Piscicultura - Tanques rede	R\$ 26,00
Carcinicultura	R\$ 26,00
Água mineral e água potável de mesa	R\$ 803,60
Irrigação - Consumo até 1.440 m³/mês	ISENTO
Irrigação - Consumo de 1.441 m³/mês até 5.999 m³/mês	R\$ 2,50
Irrigação - Consumo de 6.000 m³/mês até 11.999 m³/mês	R\$ 5,60
Irrigação - Consumo de 12.000 m³/mês até 18.999 m³/mês	R\$ 6,50
Irrigação - Consumo de 19.000 m³/mês até 46.999 m³/mês	R\$ 7,00
Irrigação - Consumo a partir de 47.000 m³/mês	R\$ 8,00
Demais categorias de uso	R\$ 55,00



- Diálogo permanente;
- Regras flexíveis, baseadas nas demandas dos diversos grupos sociais;
- Negociação de conflitos através do consenso, subsidiada por elementos técnicos;
- Definição coletiva de normas de operação e preservação dos recursos hídricos.

A SRH desenvolve, nesse processo, as funções de coordenar a implementação da gestão dos recursos hídricos, efetuando a divulgação da política e da legislação dos recursos hídricos aos comitês de bacias, promovendo eventos de capacitação, intercâmbios para a troca de experiências e para a busca de parcerias, ações para o fortalecimento das organizações dos usuários e acompanhamento das ações desenvolvidas pela COGERH.

5.2.1 - A Organização dos Usuários em Nível dos Açudes de Médio e Pequeno Porte

O açude de pequeno ou médio porte, associado a um curto trecho de riacho perenizado (10 km a 30 km), é considerado o núcleo básico da organização dos usuários, pois deste sistema hídrico dependem diversos setores e/ou usuários, tais como: pescadores, vazanteiros, irrigantes e o abastecimento de água de uma ou de mais cidades. Esses usuários devem, portanto, decidir coletivamente a melhor utilização das águas do reservatório. Neste nível é recomendada a constituição de associações de usuários.

Esse processo teve início em 1995, com a criação, na SRH, da Comissão de Integração Social de Açudes Públicos do Ceará (COMISA), através do

Decreto nº 25.721, de 20 de junho de 1995, responsável pelo apoio à organização dos usuários em nível de sistemas hídricos isolados.

Encontra-se em desenvolvimento, na Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH), o processo de organização dos usuários de água dos açudes construídos pelo Governo do Estado, com o intuito de resgatar o trabalho iniciado nas 20 ASSUSAs já constituídas.

5.2.2 - A Organização dos Usuários Municipais

O segundo nível proposto para atuação é o município, onde são realizados encontros e reuniões. Nesses momentos, a situação hídrica do município é abordada e avaliada pelos usuários, sociedade civil, poder público municipal e por instituições governamentais e não-governamentais, através do levantamento dos problemas e apresentação de propostas de solução dos mesmos. Neste nível, são constituídas as comissões municipais, com representantes dos usuários, sociedade civil, do poder público municipal e dos órgãos públicos estaduais e federais presentes na região.

A COGERH realizou encontros municipais em todos os municípios que compõem as bacias hidrográficas Metropolitanas, Curu, Baixo Jaguaribe, Médio Jaguaribe, Alto Jaguaribe, Banabuiú e Salgado.

5.2.3- A Organização dos Usuários em Nível dos Vales Perenizados

O vale perenizado é uma área mais complexa de atuação, pois envolve em geral um sistema hídrico composto por açudes estratégicos e longos trechos de aquedutos ou de rios perenizados. É nesta região onde geralmente estão localizados

5-0 GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS

os grandes perímetros públicos irrigados, grandes irrigantes privados, agroindústrias e várias cidades, o que implica em vários conflitos.

Neste contexto, foram criados os conselhos gestores do Vale do Acarape do Meio, do Canal do Trabalhador e a Comissão de Usuários dos Vales do Jaguaribe e do Banabuiú.

5.2.4-A Organização dos Usuários em Nível das Bacias Hidrográficas

O quarto e mais complexo nível de atuação é a bacia hidrográfica, definida como a unidade de planejamento e gestão, apresentando diversidade de conflitos e potencialidades.

Os comitês de bacias são colegiados consultivos e deliberativos, com atuação nas áreas de abrangência das bacias, sub-bacias ou regiões hidrográficas (conjunto de pequenas bacias). São a instância mais importante de participação dos usuários e de integração do planejamento e execução das ações na área de recursos hídricos, sendo compostos por representantes dos usuários, da sociedade civil, do poder público municipal e dos órgãos estaduais e federais que atuam na bacia.

Os comitês de bacias hidrográficas são constituídos por representações dos usuários (irrigantes, vazanteiros, pescadores, concessionárias de abastecimento de água e indústrias), das prefeituras, da sociedade civil organizada e dos órgãos governamentais que atuam na bacia.

Um mecanismo fundamental para a mobilização dos usuários, com vistas à constituição de comitês de bacias, é a realização de seminários e reuniões para discutir o planejamento e o acompanhamen-

to da operação dos grandes reservatórios estratégicos do Estado.

Durante o período de 1994 a 2001, foram realizados oito seminários de operação dos reservatórios dos Vales do Jaguaribe e do Banabuiú, e oito seminários no Vale do Curu.

Convém destacar que os volumes de água liberados mensalmente, com base nas deliberações tomadas nesses seminários, têm ajustes mensais durante o período de julho a dezembro.

Após um intenso processo de mobilização e discussões nas bacias hidrográficas, os comitês são constituídos no congresso de constituição do comitê da bacia ou sub-bacia e oficializados através de ato do Executivo Estadual.

Aos comitês são atribuídas, entre outras, as competências para deliberar sobre as obras e investimentos nas bacias, sobre a implantação da tarifa pelo uso da água bruta, sobre a aplicação dos recursos arrecadados com a tarifa e acerca da operação dos reservatórios e dos sistemas dos vales perenizados.

Em todo o Estado do Ceará já foram constituídos sete comitês de bacias: Curu, Baixo Jaguaribe, Médio Jaguaribe, Alto Jaguaribe, Banabuiú, Salgado e Metropolitanas.

5.3-0 PLANEJAMENTO DO GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS

O planejamento tem por finalidade a realização de estudos para estabelecimento de ações voltadas para a administração do uso, oferta e preservação dos recursos hídricos, de forma a compatibilizar as demandas sociais com as intervenções governamentais, isto tudo em nível de bacia hidrográfica.



O planejamento do gerenciamento dos recursos hídricos tem como principais ferramentas o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PLANERH) e os Planos de Gerenciamento das Bacias Hidrográficas.

O PLANERH (SRH, 1992), teve como objetivo estabelecer alternativas para equilibrar o balanço das demandas em relação às ofertas, considerando as condições de abastecimento das populações e as propostas de intervenção governamental nos setores de irrigação e indústria.

Dentre os principais aspectos apresentados pelo PLANERH, destacam-se os seguintes:

- Realização do balanço oferta x demanda em todas as bacias hidrográficas, abrangendo os diversos usos da água (abastecimento, indústria, irrigação, etc.); na fase de planejamento, desenvolveu projeções deste balanço hídrico, considerando a implantação de novas infra-estruturas hídricas;
- Estabelecimento de moderno arcabouço jurídico e institucional para os recursos hídricos.

Segundo a Legislação Estadual, o Plano Estadual dos Recursos Hídricos deve ser atualizado com a periodicidade mínima de quatro anos, e deverá estar contido no Plano Plurianual de Desenvolvimento do Estado. Determina, ainda, que o Poder Executivo deverá publicar, até 30 de junho de cada ano, o relatório anual sobre a situação dos recursos hídricos do Estado, com avaliações e recomendações que permitam aperfeiçoar o plano.

Os planos de bacias têm como objetivo primordial à programação de ações no âmbito de cada região hidrográfica.

Considera-se de fundamental importância a participação dos comitês de bacias na discussão e elaboração dos mesmos. Entendendo essa forma de planejar, como uma descentralização do poder governamental, condiciona-se a elaboração dos planos às bacias onde exista alguma forma de organização de usuários de água.

Cada bacia hidrográfica deverá ter um plano, contemplando a solução dos problemas hídricos da área, para um horizonte de pelo menos vinte anos.

A SRH/COGERH, no âmbito do PROURB, elaborou o Plano Diretor da Bacia do Curu (1996), o Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe (2000) e Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas (2000). Pela SRH, foram desenvolvidos os planos das bacias do Acaraú, Coreaú e Parnaíba, através da Elaboração do Diagnóstico, dos Estudos Básicos e dos Estudos de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba (2000), realizados no âmbito do PROGERIRH (Projeto Piloto).

Além dos planos de bacias, a COGERH vem desenvolvendo um Sistema de Suporte à Decisão Espacial (SSDE), visando à melhoria da qualidade do gerenciamento dos recursos hídricos do Estado. O sistema é constituído de três partes:

- Banco de dados unificado com as informações hidrológicas históricas e as obtidas pelo monitoramento da COGERH, bem como os dados das demandas dos diversos usuários, conseguidos através de cadastros, atualizados com o auxílio de imagens de satélites;
- Modelos computacionais que possibilitem a avaliação da evolução

5-0 GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS

dos estoques de água dos reservatórios, em diversos cenários hidrológicos, e modelos computacionais que possibilitem o cálculo da demanda como função da área irrigada, tipo de cultivo e da região do Estado;

- Interfaces gráficas, que possibilitem usuários, não especialistas, manipularem o sistema, obtendo respostas sobre o comportamento histórico das demandas e ofertas, prevendo situações futuras em função de diferentes cenários de oferta e demanda.

5.4-0 MONITORAMENTO DOS SISTEMAS HÍDRICOS

5.4.1-Considerações Preliminares

Um efetivo gerenciamento dos recursos hídricos é feito buscando-se o uso racional e sustentado de cada corpo d'água, o que exige que não sejam dissociados os aspectos quantitativos dos qualitativos. No que diz respeito ao aspecto quantitativo, o gerenciamento é efetuado levando-se em consideração o balanço entre a oferta e a demanda. Quanto mais precisas e abrangentes forem às informações relativas à demanda e à oferta maior será a chance de se efetuar melhor gestão dos recursos hídricos.

As informações relativas à oferta são produzidas pelo monitoramento cujos objetivos, precisão e abrangência, significam dispor tanto de informações atualizadas quanto de conhecimento da história do corpo d'água gerenciado.

Os corpos d'água superficiais gerenciados pela COGERH são as seções de rios e reservatórios. Quando o corpo d'água é uma seção de rio, o aspecto

quantitativo diz respeito à profundidade da lâmina d'água e à vazão conduzida, enquanto para um reservatório o aspecto quantitativo diz respeito à cota do nível de água associado ao volume de água armazenado.

No que diz respeito ao aspecto qualitativo, o monitoramento voltado para o gerenciamento dos recursos hídricos tem-se orientado em produzir informações que auxiliem a tomada de decisão acerca dos diversos tipos de uso, bem como em produzir informações que promovam a preservação dos corpos d'água.

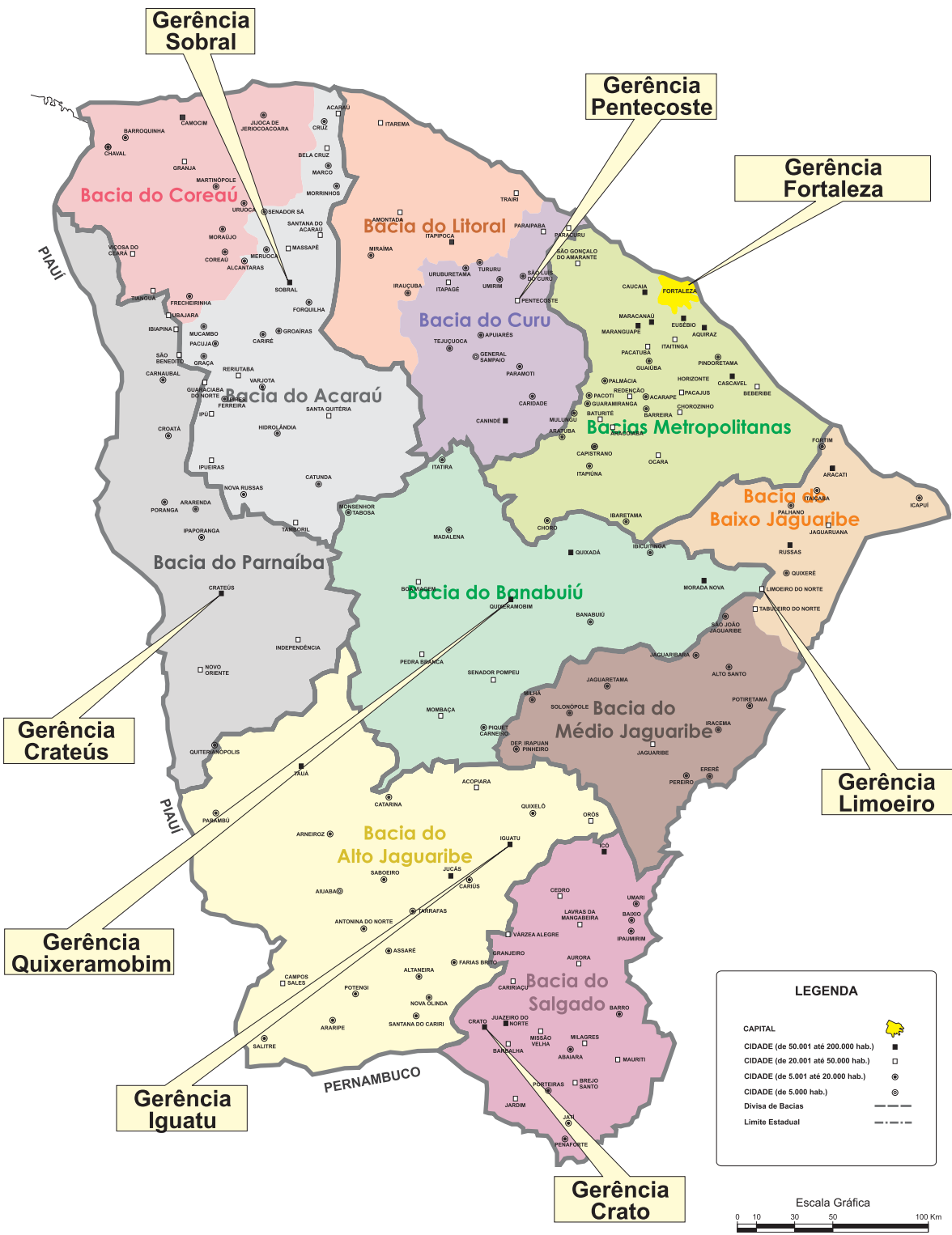
A Gerência de Desenvolvimento Operacional (GEDOP) é o setor da COGERH responsável pela coordenação das atividades de monitoramento dos corpos d'água superficiais. Para levar a frente esta atividade a GEDOP conta com o apoio das gerências regionais localizadas nos municípios de Fortaleza, Pentecoste, Limoeiro do Norte, Iguatu, Crateús, Crato, Quixeramobim e Sobral (ver Mapa 5.1). Este apoio se dá visando à política pela COGERH que é de redução de custos, fortalecimento e aproveitamento da infra-estrutura do interior através da descentralização de muita das atividades.

Para que as atividades sejam executadas atendendo às exigências mínimas, a GEDOP tem-se empenhado em treinar as gerências e os AGIRs (Agente de Guarda e Inspeção de Reservatórios) responsáveis pelas informações a respeito dos açudes.

Os recursos necessários para a realização das atividades de monitoramento são: técnico/tecnólogo, motorista, veículo, molinete, nível topográfico, profundi-



Mapa 5.1 - Área de Atuação de Cada Gerência



5-0 GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS

metro, sonda para avaliação da qualidade da água, disco de Secchi, anemômetro, máquina fotográfica e GPS. Algumas gerências estão mais bem equipadas que outras, mas nenhuma dispõe de todos os equipamentos necessários. Para a coordenação das atividades de monitoramento a GEDOP conta com um hidrometrista, dois técnicos em monitoramento, um auxiliar administrativo, dois engenheiros de monitoramento - um envolvido com os aspectos quantitativos e outro com os aspectos qualitativos - e mais o gerente.

Para o desenvolvimento das atividades de monitoramento, a Gerência de Desenvolvimento Operacional, conta também com parceiros tais como o DNOCS, CAGECE, CENTEC e NUTEC. A parceria com o DNOCS é feita para o monitoramento dos níveis d'água dos açudes, enquanto as parcerias com o NUTEC, a CAGECE e o NUTEC é voltada para o monitoramento qualitativo dos corpos d'água.

5.4.2-0 Monitoramento Quantitativo

5.4.2.1-Açudes

Hoje são monitorados 126 açudes, cuja capacidade máxima de acumulação é de algo em torno de 17,8 bilhões de metros cúbicos, estando a distribuição espacial desses corpos d'água apresentada no Mapa 5.2.

Todas as atividades, tanto de escritório quanto de campo, relacionadas com o monitoramento do volume armazenado nos açudes, já estão sistematizadas e são realizadas rotineiramente. Algumas destas atividades têm os seus procedimentos já documentados e farão parte da Gerência

de Desenvolvimento Operacional.

Em linhas gerais, as principais atividades desenvolvidas pelo monitoramento dos açudes são: manutenção da rede limnimétrica, atualização e consistência do banco de dados e recuperação dos dados armazenados.

Para a atualização do banco de dados, as informações chegam via correio e via telefone. Rotineiramente, a GEDOP verifica a consistência da base de dados, mantendo o banco de dados confiável.

Como produto do monitoramento quantitativo é produzido o boletim informativo dos açudes o qual contempla informações relativas ao volume nestes armazenado, conforme pode-se observar nas Figuras 5.1 a 5.3 a seguir.

Outro produto é o Anuário do Monitoramento Quantitativo dos Principais Açudes do Estado do Ceará, que sistematiza as informações produzidas pelo monitoramento durante o período localizado entre o final de duas estações chuvosas consecutivas. A primeira edição lançada aborda informações do período de julho/2000 a junho/2001, a segunda compreende o período de julho/2001 a junho/2002, e a terceira compreende o período de julho/2002 a junho/2003. O anuário contempla as seguintes informações:

- Análise da situação dos açudes no início da estação seca;
- Situação dos açudes no primeiro dia de julho;
- Ocorrência de eventos extremos (sangria e volume morto) a partir de 1986;
- Evolução anual do volume armazenado por bacia hidrográfica e



Figura 5.1- Exemplo de Figura Apresentada no Boletim



Figura 5.2 - Exemplo de Figura Apresentada no Boletim

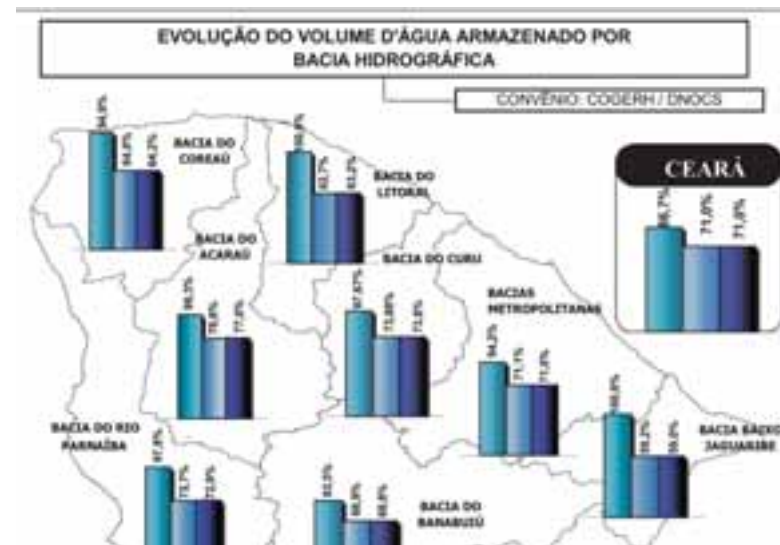
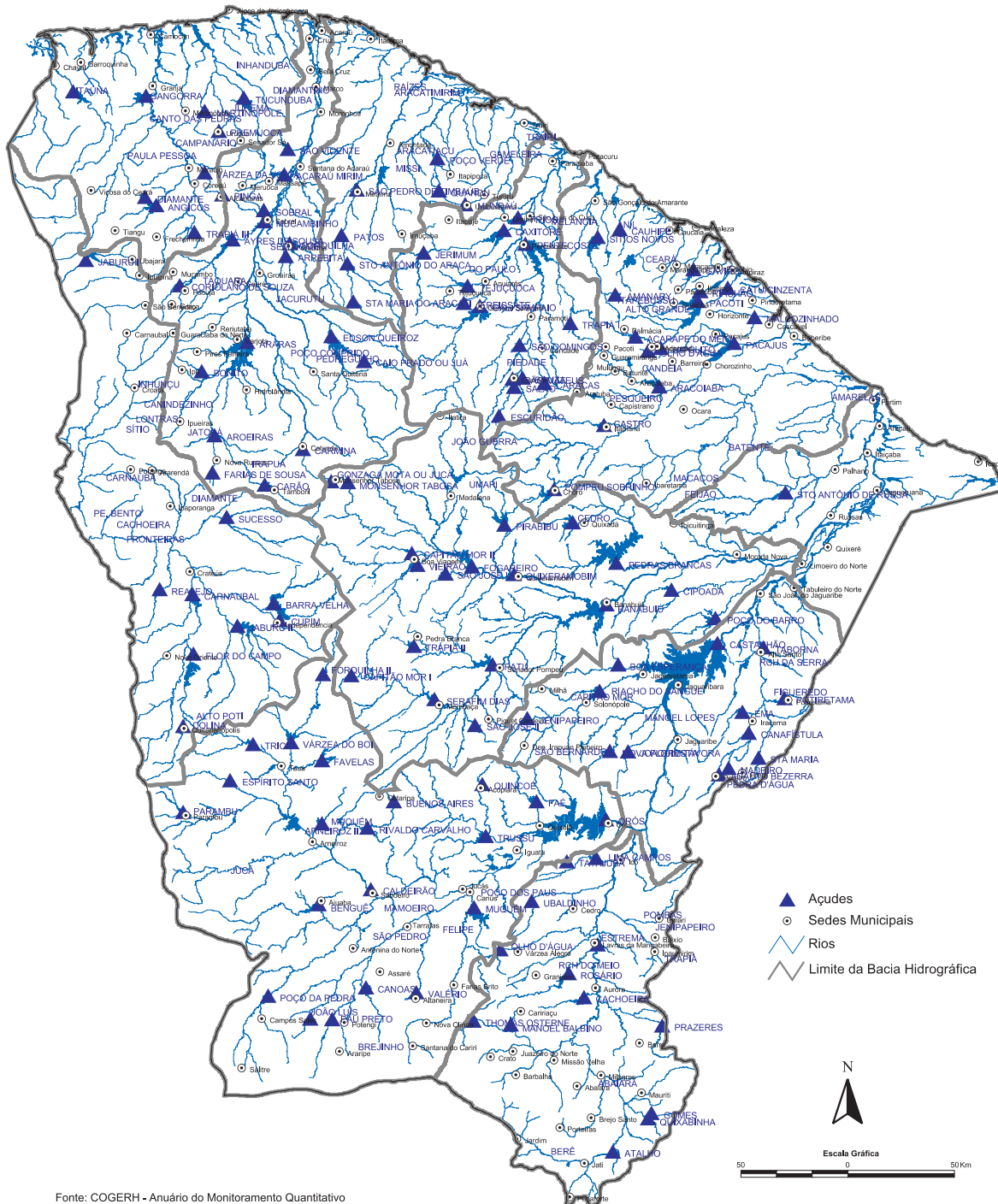


Figura 5.3 - Exemplo de Figura Apresentada no Boletim



5-0 GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Mapa 5.2 - Localização dos Açúdes Monitorados



por açude a partir de 1995;

- Estatística comparativa da evolução dos açudes durante o último ano;
- Indicativo da evolução das chuvas anuais incidentes sobre as bacias hidrográficas;
- Evolução do volume armazenado em cada açude durante o último ano.

Tanto o Boletim Informativo dos Açudes quanto o Anuário do Monitoramento Quantitativo dos Açudes encontram-se disponíveis na Internet. (<http://www.cogerh.com.br>).

O principal objetivo do monitoramento é produzir informações que venham auxiliar o setor operacional da COGERH. Estas informações reportam e dizem respeito tanto à situação presente de um açude, quanto à sua evolução histórica. A situação presente permite definir as regras de operação de cada açude, e também acompanhar e ajustar as regras de operação pré-concebidas. As informações relativas à evolução histórica dos níveis de água e dos volumes armazenados têm sido trabalhadas objetivando produzir os níveis de permanência de cada açude, bem como seu aporte anual. Estas informações irão dar maior consistência à análise pontual, bem como deverão contribuir para aperfeiçoar o gerenciamento dos recursos hídricos.

A experiência adquirida tornou possível definir, de forma bem clara, todo tipo de informação que pode ser obtida desta atividade, no que diz respeito aos níveis dos açudes. Atualmente são envidados esforços no sentido de reduzir falhas nas

comunicações campo/escritório.

5.4.2.2 -Seções de Rios

A experiência absorvida nos últimos anos permitiu definir os objetivos almejados com o conhecimento das vazões conduzidas em seções de rio, que são: levantar a demanda hídrica em trechos perenizados de rios; confrontá-la com os valores informados nas reuniões realizadas com os usuários; associar uma vazão à cada amostra de água coletada em seção de rio; além de subsidiar as reuniões de acompanhamento da operação, permitindo aferir as vazões liberadas.

Hoje, o monitoramento das vazões conduzidas pelos principais rios está orientado para o acompanhamento dos trechos perenizados, o que ocorre durante o período seco. Para o período chuvoso, encontram-se em desenvolvimento as ações necessárias à implantação do referido acompanhamento, o que irá possibilitar ações do sistema de alerta de enchentes.

A medição da vazão de rios vem sendo feito de forma mais firme a jusante dos açudes Orós e Banabuiú, e nos vales perenizados dos rios Curu e Acaraú (ver Mapas 5.3 e 5.4).

O monitoramento atualmente não é feito de forma sistemática e programada. Seu objetivo maior tem sido o acompanhamento das vazões conduzidas em determinadas seções de rios, decorrentes da perenização de alguns trechos. Em determinados momentos em que se tem enfrentado menor volume armazenado nos açudes, tem-se intensificado o acompanhamento das vazões conduzidas. Por exemplo, o acompanhamento dos vales perenizados

5-0 GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS

pelos açudes Orós e Banabuiú durante as estações secas de 1999 e 2001.

5.4.2.3 - ÁGUA SUBTERRÂNEA

Vem sendo realizado o monitoramento de níveis de água em poços na bacia do rio Banabuiú e na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF). O monitoramento da RMF vem sendo de forma telemétrica.

5.4.3 - Monitoramento Qualitativo

Do ponto de vista qualitativo, a COGERH, como empresa responsável pelo gerenciamento dos recursos hídricos, precisa produzir informações que orientem os usuários sobre adequabilidade da água, no que diz respeito ao uso, promoção da conservação e provimento das informações sobre a qualidade da água.

Este programa, que vem sendo executado pela COGERH em convênio com a CAGECE, o CENTEC e o NUTEC., começou efetivamente a ser executado a partir de maio/2001. Os detalhes do mesmo, bem como as perspectivas futuras, são apresentados no documento intitulado: "Rede de Monitoramento da Qualidade da Água para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos" (<http://www.cogerh.com.br/versao3/upload/SEC6DOC4111.PDF>).

Os procedimentos e cuidados para coleta de amostras de água já estão normatizados (<http://www.cogerh.com.br/versao3/upload/SEC6DOC91.pdf>).

De acordo com os objetivos e a frequência que é realizada as campanhas de qualidade de água, o programa de monitoramento está dividido em seis modalidades:

1. Monitoramento intensivo da qualidade da água ofertada pelos principais açudes das bacias Metropolitanas e pelas transferências hídricas para abastecimento de Fortaleza (RMF)

- É realizado com frequência mensal e contempla oito açudes localizados nas bacias metropolitanas (Pacajus, Pacoti, Riachão, Gavião, Acarape do Meio, Ererê, Sítios Novos e Castro), sete pontos no Canal do Trabalhador, e um ponto no Canal do Pecém. As análises realizadas são: Físico-Química completa, clorofila-a, coliformes fecais e DBO. Esta modalidade de monitoramento tem como objetivo rodutir informações relacionadas com a qualidade da água ofertada para o abastecimento da Região Metropolitana de Fortaleza, incluindo os principais açudes e as transposições realizadas desde o início do canal do Trabalhador até o açude Gavião. O eixo de integração do açude Castanhão à Região Metropolitana de Fortaleza será inserido na RMQA progressivamente por trechos, conforme conclusão das obras em curso.

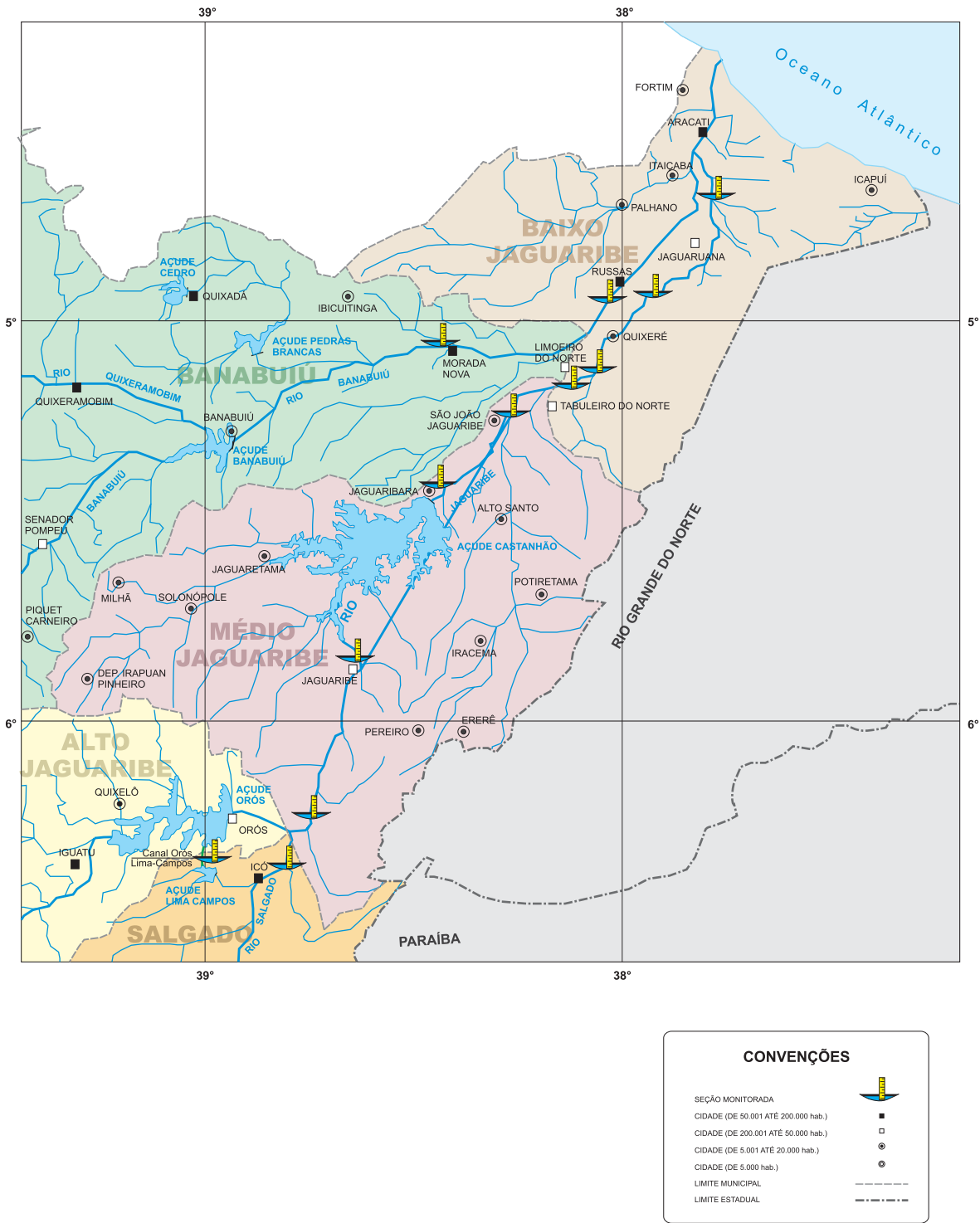
2. Monitoramento biológico – tem como objetivo produzir informações que subsidiem as ações de gerenciamento dos recursos hídricos empreendidas pela COGERH no sentido de garantir a sustentabilidade do uso das águas dos açudes Gavião e Acarape do Meio, que fazem parte do Sistema de Abastecimento de Água Bruta da Região Metropolitana de Fortaleza. Alguns pontos são realizados com a frequência semanal e outros com frequência mensal. É realizado análise de fitoplâncton, nutrientes e nitrogênio;

3. Monitoramento da bacia hidráulica dos principais açudes do estado – é realizado com o objetivo produzir informa-



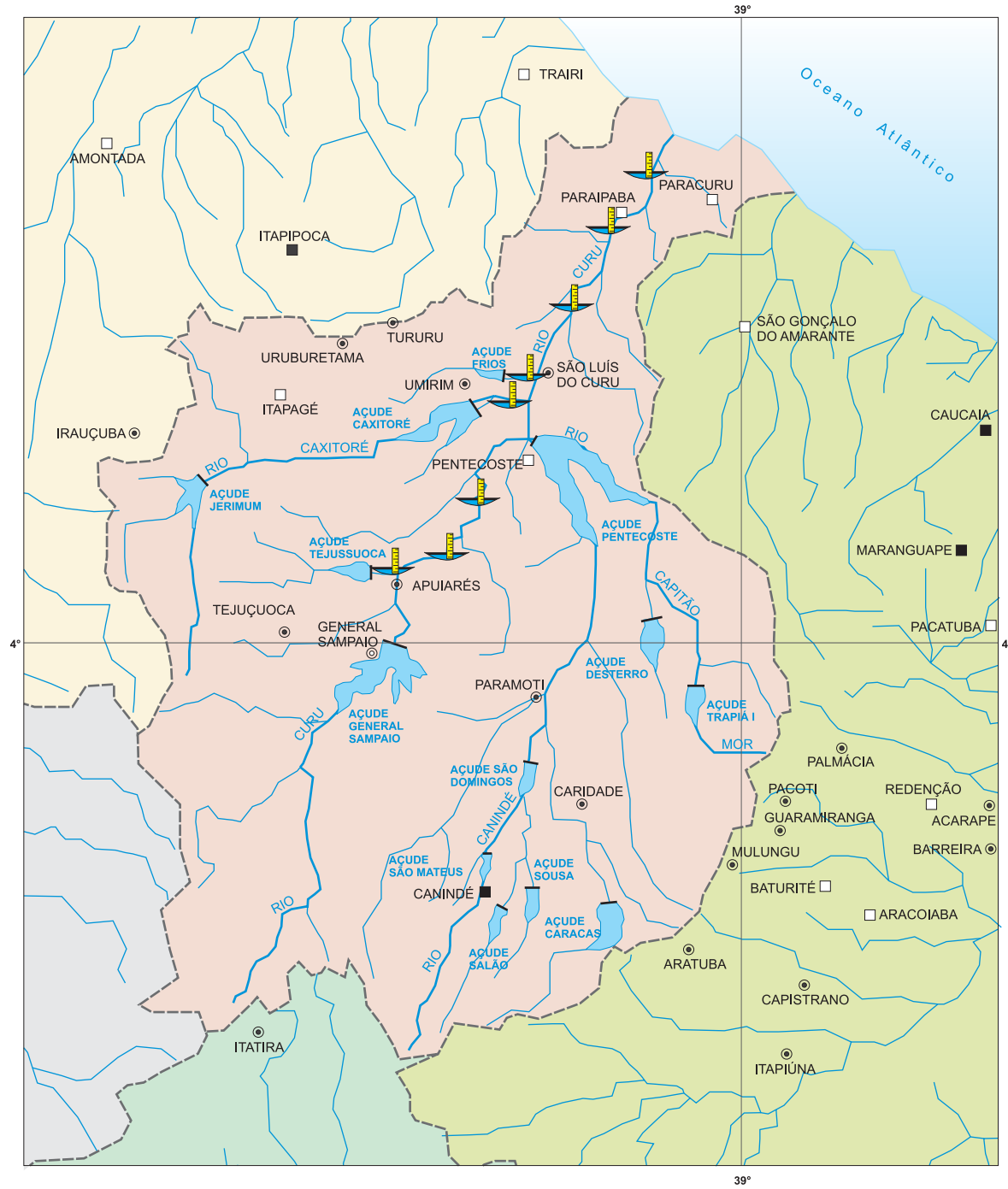
5-0 GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Mapa 5.3 - Seções de Rios Monitoradas a Jusante dos Açudes Orós e Banabuiú



5-0 GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Mapa 5.4 - Seções de Rios Monitorados na Bacia do Curu



ções relacionadas com o estado trófico e o nível de salinidade da bacia hidráulica dos açudes gerenciados pela COGERH. A frequência de realização desta modalidade de monitoramento é diferenciada de acordo com a importância de cada açude, podendo ser mensal, trimestral ou semestral. São realizadas análises de nutrientes, clorofila-a e físico-química;

4. Monitoramento dos principais vales perenizados - é realizado com o objetivo de produzir informações relacionadas com a qualidade da água ofertada pelos principais vales perenizados do Estado do Ceará, bem como levantar o impacto dos conglomerados urbanos localizados ao longo dos ditos vales. A frequência desta modalidade de monitoramento é semestral, sendo realizadas análises de DBO, coliformes fecais, físico-química e de nutrientes;

5 – Monitoramento do nível de contaminação hídrica por pesticidas – esta modalidade de monitoramento terá como objetivo produzir informações relacionadas com o nível de contaminação hídrica por agrotóxicos nas proximidades da foz dos principais vales perenizados. A frequência será semestral;

6 – Monitoramento de metais pesa-

dos – esta modalidade de monitoramento terá como objetivo produzir informações relacionadas com o nível de contaminação hídrica por metais pesados nos principais corpos hídricos gerenciados pela COGERH. A frequência será semestral.

5.5-A MANUTENÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA

Ao longo dos últimos anos, a Secretaria dos Recursos Hídricos, através da COGERH e SOHIDRA, vem implementando um plano de ampliação e recuperação de toda a infra-estrutura hídrica do Estado. Também está sendo implementado um trabalho de manutenção e segurança de obras hidráulicas. Estes serviços são desenvolvidos pela COGERH, através de seu Departamento de Engenharia e Segurança de Obras Hidráulicas (DESOH).

O DESOH elaborou um documento, intitulado Lista para Inspeção de Rotina do Açude, através do qual é possível detectar e hierarquizar os problemas, solucionando os mesmos em conformidade com o risco que representam.

A periodicidade de checagem dos açudes é mensal, durante o período seco, e semanal, no período chuvoso.

Para executar as ações de manu-

PLANO DE SEGURANÇA DE OBRAS HÍDRICAS

A ausência de um abrangente e efetivo sistema de operação, manutenção e controle das obras hídricas situadas em território cearense não é aceitável. O trabalho da administração pública procurando dotar o Estado de um Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos não completar-se-á sem a elaboração e implementação de um plano de segurança de obras hídricas que garanta sua operação confiável.

MENESCAL, R. A.; FONTENELLE, A. S.; OLIVEIRA, S. K. F.; VIEIRA, V. P. P. B. *(Ações de Segurança de Barragens no Estado do Ceará. In: Segurança de Barragens no Estado do Ceará. Fortaleza, COGERH, 2001. p. 62)*

5-0 GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS

tenção e segurança das obras hídricas, a COGERH vem desenvolvendo, desde 1995, um conjunto de atividades, tais como:

- Criação de um departamento específico para tal fim;
- Organização de acervo bibliográfico e de acervo técnico das obras existentes;
- Elaboração de listas de inspeção;
- Estabelecimento de diários de ocorrências nos locais das obras;
- Instrumentação dos açudes;
- Capacitação de técnicos;
- Elaboração de um Plano de Ações Emergenciais (PAE);
- Preparação de manuais de operação e manutenção.

Dentre as principais ações, já executadas, de recuperação da infra-estrutura hídrica existente, destacam-se:

- Recuperação de dezoito açudes, de domínio do Estado, que abastecem sedes municipais;
- Recuperação dos pontos mais críticos do eixo de integração dos reservatórios do sistema metropolitano (Pacajus, Pacoti, Riachão e Gavião);
- Recuperação dos pontos mais críticos da adutora do Acarape;
- Elaboração do projeto para recuperação da infra-estrutura hídrica da bacia do Curu (açudes Pereira de Miranda, General Sampaio, Caxitoré, Frios, Tejussuoca, e canais e adutoras);
- Elaboração do projeto para recuperação do Sistema Hídrico Metropolitano (açudes Acarape, Pacajus, Pacoti, Riachão, Gavião,

eixo de integração e adutora do Acarape);

- Elaboração do projeto de recuperação do açude Jaburu;
- Recuperação dos pontos críticos do Canal do Trabalhador;
- Recuperação da barragem de Itaiçaba, que deriva água para a captação do Canal do Trabalhador.



6

BALANÇO HÍDRICO CONCENTRADO





6-BALANÇO HÍDRICO CONCENTRADO

6.1-INTRODUÇÃO

Com a finalidade de se avaliar, em termos macro, o nível de comprometimento das disponibilidades hídricas atuais em face das grandes demandas do Estado do Ceará, apresenta-se neste capítulo um Balanço Hídrico Concentrado para cada uma das onze unidades de planejamento (regiões hidrográficas ou simplesmente bacias) do Estado. A Tabela 6.1 apresenta algumas das principais características das referidas regiões hidrográficas.

A elaboração do balanço hídrico concentrado consiste em confrontar os valores de oferta hídrica com os de demandas e consumos, identificando as bacias com déficits ou superávits hídricos. A bacia que se encontrar deficitária não estará em condições de atender às demandas existentes, estando estas sujeitas a situações de déficits com frequência acima do previsto. Acrescente-se, ainda, o fato das possibi-

lidades de movimentação de águas para atendimento às demandas serem bastante limitadas em situações deficitárias.

Para as bacias que apresentam balanço hídrico superavitário existem possibilidades de movimentação de águas para uma alocação mais eficiente. No entanto, não significa que todas as demandas estejam, ou possam, com viabilidade econômica, serem atendidas pelas fontes existentes.

Para a execução do balanço hídrico concentrado, foram levadas em consideração as seguintes informações:

- **Demandas Hídricas (DeH):** caracterizadas de acordo com os múltiplos usos a que se destinam os recursos hídricos, em ordem de prioridade para o fornecimento, isto é, consumo humano, dessedentação animal, uso industrial e irrigação;
- **Ofertas Hídricas (OH):** representadas pelas vazões regularizadas

Tabela 6.1 - Regiões Hidrográficas do Estado do Ceará

Região Hidrográfica	Principais Tributários	Área (km²)	Área (%)
Alto Jaguaribe	Rio Jaguaribe, Rch. Conceição, Rio Cariús, Rch. Jucá e Rio Truçu	24.636	16,78
Salgado	Rio Salgado, Rch. dos Porcos e Rio Batateiras	12.865	8,76
Médio Jaguaribe	Rios Jaguaribe, Figueiredo e Rch. do Sangue	10.376	7,07
Banabuiú	Rios Banabuiú, Quixeramobim, Rch. Livramento e Rio Patú	19.316	13,15
Baixo Jaguaribe	Rios Jaguaribe e Palhano	5.452	3,71
Bacias Metropolitanas	Rios Pacoti, Choró e Pirangi	15.085	10,27
Acaraú	Rios Acaraú, Jaibaras, Groaíras, dos Macacos e Jacurutu	14.423	9,82
Coreaú	Rios Coreaú, Timonha e Pesqueiro	10.657	7,26
Parnaíba (Poti)	Rios Poti, Macambira, Rch. do Meio, Rios Jaburu, Jacaraí, Pejuaba e Arabê	16.901	11,51
Curu	Rios Curu, Canindé e Caxitoré	8.528	5,81
Bacias Litorâneas (Aracatiaçu)	Rios Aracatiaçu, Mundaú, Aracati-Mirim, Trairi e Zumbi	8.619	5,87
Estado do Ceará		146.858	100,00

6-BALANÇO HÍDRICO CONCENTRADO

(Q90 ou Q90+), com um determinado nível de garantia, pela infra-estrutura hídrica existente (açudes e eixos de transposição), no caso de fontes superficiais, e das disponibilidades de água subterrânea instalada, através dos poços e fontes. Também podem ser denominadas de disponibilidades hídricas nominais;

- **Disponibilidades Hídricas Efetivas (DHE):** representadas pelas vazões efetivamente disponíveis, desconsiderando as perdas hídricas, vazões ecológicas e etc. Foi calculada conforme explicitado no item 6.5 deste relatório;
- **Perdas Hídricas:** correspondem às inevitáveis perdas decorrentes da movimentação das águas através dos leitos dos rios e canais, denominadas como perdas em trânsito, que em regiões de clima semi-árido e rios intermitentes atingem valores bastante significativos.

Com relação ainda aos consumos hídricos, deve-se atentar para o fato de o sol ser o maior consumidor das águas superficiais do Ceará, sejam elas acumuladas ou em trânsito. Este implacável “usuário” produz níveis de evaporação no Estado que variam de 2.000 a 2.500 mm de lâmina d’água evaporada no ano, uma das mais altas do mundo. A evaporação nos reservatórios é considerada quando da simulação dos mesmos para o cálculo da vazão regularizada, enquanto a evaporação nos fios d’água dos leitos de rios e canais é um dos componentes da perda em trânsito.

As perdas em trânsito compreendem

a evaporação e a infiltração para o subsolo, sendo que esta última produz um efeito benéfico ao sistema, pois realimenta os aquíferos, protegendo a água da ação do Sol.

As informações utilizadas na elaboração do balanço hídrico concentrado foram extraídas de trabalhos técnicos desenvolvidos para as bacias hidrográficas estaduais, mais especificamente os planos de gerenciamento e planos diretores de bacias, estudos estes bastante detalhados e que dão atualmente suporte para as ações do Governo do Estado na gestão e planejamento dos recursos hídricos. São consideradas as informações de demandas e infra-estruturas existentes no ano 2000, cenário do diagnóstico, inclusive aquelas que já tiveram suas obras iniciadas (mesmo que as disponibilidades e/ou as demandas hídricas só devam ocorrer efetivamente em anos futuros).

No Quadro 6.1, listam-se as fontes de informações relativas às demandas e ofertas hídricas utilizadas no balanço hídrico, para cada uma das bacias hidrográficas do Estado do Ceará.

Descreve-se a seguir a conceituação básica para a determinação das demandas e disponibilidades hídricas utilizadas do balanço concentrado, apresentando-se também os valores de demandas e disponibilidades hídricas consideradas no balanço e os eixos de movimentação de águas.

6.2-Demandas Hídricas

As demandas hídricas consideradas no balanço hídrico concentrado são as que se referem aos usos consuntivos predomi-





nantes, quais sejam: demandas humanas, industriais e de irrigação.

A demanda para a dessedentação animal é considerada como demanda difusa, uma vez que o trajeto que os animais têm de percorrer até os pontos de água não pode ser muito extenso, sendo razoável uma distância de quatro quilômetros. Sendo assim, a demanda para a dessedentação de animais é suprida pelos açudes cuja capacidade é inferior a 10 milhões de metros cúbicos.

Outros usos, como geração hidrelétrica, pesca e recreação, por serem usos do tipo não-consuntivos, não apresentam relevância para a elaboração do balanço hídrico concentrado.

Em relação ao uso da água para geração de energia elétrica, devem ser ressaltados alguns pontos: (i) o uso dos recursos hídricos superficiais do Estado para a geração de energia elétrica é uma atividade que envolve alto risco, por se tratar de uma região com escassez de água, onde já existem conflitos entre usos

consuntivos importantes, como o abastecimento humano e a irrigação. O alto risco acontece devido às características intrínsecas da região semi-árida, áreas onde as vazões nos rios são cerca de quatro vezes mais variáveis do que o regime pluviométrico, e portanto mais imprevisíveis do que as precipitações pluviais, que já são altamente variáveis. Estas características refletem-se em vazões firmes, produzidas pelos açudes cearenses, bastante baixas; (ii) além disso, há conflitos ligados ao regime de operação de reservatórios para o aproveitamento hidrelétrico e para os usos de abastecimento e de irrigação. O primeiro tem interesse na manutenção de níveis altos nos reservatórios, para manterem-se elevados os desníveis da água até as turbinas, enquanto os outros usos, no geral, independem dos níveis dos reservatórios.

6.2.1-Demandas Hídricas Humanas

As demandas hídricas humanas podem ser classificadas como demandas ur-

Quadro 6.1 - Fonte de Informações Relativas às Demandas e Ofertas Hídricas Para a Elaboração do Balanço Hídrico Concentrado das Bacias Hidrográficas do Estado do Ceará

Região Hidrográfica	Fontes de Informações
Bacia do Jaguaribe	Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe (SRH/COGERH/Engesoft, 2000)
Bacia Metropolitanas	Plano de Gerenciamento das Águas da Bacias Metropolitanas (SRH/COGERH/VBA, 2000)
Bacia do Acaraú	Elaboração do Diagnóstico, dos Estudos Básicos e dos Estudos de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapada (SRH/Consórcio MW-Engesoft,2000)
Bacia do Coreaú	
Bacia do Parnaíba	
Bacia do Curu	Plano Diretor da Bacia do Curu (SRH/COGERH/SHS, 1996) / Balanço Hídrico Concentrado do Estado do Ceará e Custo de Movimentação das Águas nos Eixos do PROGERIRH (SRH, 1998)
Bacias Litorâneas	Balanço Hídrico Concentrado do Estado do Ceará e Custos de Movimentação das Águas nos Eixos do PROGERIRH (SRH,1998)

6-BALANÇO HÍDRICO CONCENTRADO

banas e demandas rurais, de acordo com a distribuição territorial do contingente populacional.

Já que a população rural encontra-se dispersa no espaço territorial, o atendimento de sua demanda é realizado, de modo geral, por poços ou por açudes com capacidade menor do que 10 milhões de metros cúbicos, pois são as fontes hídricas que usualmente encontram-se mais próximas daquelas demandas. Dessa forma, as demandas humanas rurais não são consideradas no balanço hídrico concentrado, uma vez que, como se explica no item 6.2, os açudes de pequeno porte não são computados nos estudos de disponibilidade hídrica.

Com relação às demandas humanas urbanas, estas são espacialmente concentradas nas cidades, sendo que, para efeito de cálculo do balanço concentrado, são consideradas somente aquelas referentes às sedes e distritos municipais com população acima de mil habitantes, para o ano de 2000 (considerado como referencial). As demais, ou seja, as demandas humanas urbanas das sedes e distritos municipais, com população inferior a mil habitantes, enquadram-se na mesma configuração das demandas humanas rurais, sendo abastecidas por poços ou açudes menores.

A Tabela 6.2 apresenta as principais características demográficas e as demandas hídricas humanas urbanas, para as sedes e distritos municipais com população acima de mil habitantes, para o ano 2000, por região hidrográfica do Ceará.

A elevada concentração populacional nas bacias Metropolitanas, representada por uma densidade populacional de

219,92 hab/km², quase cinco vezes superior à densidade populacional da bacia do Acaraú, que é a segunda maior relativamente a este índice. Isto tem por consequência a concentração de cerca de 62% da demanda hídrica humana do Estado do Ceará na RMF, seguindo-se a bacia do Acaraú (com 9% do total), que tem como principal centro urbano a cidade de Sobral, e a bacia do Salgado (com 7%), sendo Juazeiro do Norte, Crato e Barbalha os principais centros urbanos desta unidade hidrográfica.

Esta elevada concentração populacional nas bacias Metropolitanas, mais especificamente na bacia do rio Pacoti, deve-se à localização da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), principal pólo econômico do Estado.

6.2.2-Demandas Hídricas Industriais

As demandas hídricas industriais consideradas no balanço representam as indústrias efetivamente instaladas e em operação no Estado do Ceará, no ano de 2000, conforme mostra a Tabela 6.3.

A Tabela 6.3 mostra grande discrepância entre os níveis de atividade industrial nas bacias Metropolitanas em relação ao restante do Estado, traduzida pela elevada demanda hídrica naquelas bacias, em torno de 80% do total. As regiões do Banabuiú e Curu vêm em segundo lugar, com cerca de 4%, cada uma, do total da demanda hídrica industrial do Ceará.

Os números refletem as ações da política de industrialização do Estado, que proporcionou aos municípios localizados nas bacias Metropolitanas grande desenvolvimento de seus parques industriais, destacando-se os municípios de Fortaleza,



Tabela 6.2 - Características Demográficas e Demandas Humanas do Estado do Ceará para o Ano 2000

Região Hidrográfica	Nº de Municípios	Áreas (km ²)	População (hab)	Densidade Populacional (hab/km ²)	Demanda Hídrica Humana (m ³ /ano)	% Demanda Hídrica em Relação ao Estado
Alto Jaguaribe	23	24.636	220.437	8,95	11.135.685	2,94
Salgado	23	12.865	495.884	38,55	26.850.813	7,10
Médio Jaguaribe	13	10.376	85.446	8,23	3.956.625	1,05
Banabuiú	13	19.316	196.016	10,15	10.157.333	2,69
Baixo Jaguaribe	9	5.452	136.253	24,99	7.399.203	1,96
Bacias Metropolitanas	32	15.085	3.317.487	219,92	235.794.672	62,33
Acaraú	25	14.423	694.097	48,12	34.541.716	9,13
Coreaú	14	10.657	315.339	29,59	15.717.034	4,15
Parnaíba (Poti)	13	16.901	335.105	19,83	16.420.925	4,34
Curu	11	8.528	167.238	19,61	9.877.000	2,61
Bacias Litorâneas (Aracatiçu)	8	8.619	110.864	12,86	6.447.479	1,70
Estado do Ceará	184	146.858	6.074.166	41,36	378.298.485	100,00

Tabela 6.3 - Demandas Hídricas Industriais do Estado do Ceará, Ano 2000

Região Hidrográfica	Demanda Hídrica Industrial (m ³ /ano)	% Demanda Hídrica Industrial em Relação ao Estado
Alto Jaguaribe	3.416.102	1,79
Salgado	4.838.072	2,53
Médio Jaguaribe	1.631.877	0,85
Banabuiú	7.390.448	3,87
Baixo Jaguaribe	6.769.456	3,54
Bacias Metropolitanas	152.082.360	79,62
Acaraú	1.842.370	0,96
Coreaú	496.176	0,26
Parnaíba (Poti)	435.935	0,23
Curu	7.380.000	3,86
Bacias Litorâneas (Aracatiçu)	4.730.000	2,48
Estado do Ceará	191.012.796	100,00

São Gonçalo do Amarante (Complexo Industrial-Portuário do Pecém), Maracanaú e Caucaia.

6.2.3-Demandas Hídricas de Irrigação

A irrigação sempre foi vista como uma atividade econômica capaz de promover o desenvolvimento socioeconômico

nas áreas de solos agricultáveis do Semi-Árido Nordestino, tirando da pobreza o agricultor acostumado a culturas de subsistência e fixando-o no campo.

Muitas foram as ações empreendidas pelos Governos Federal e Estadual ao longo do século XX nesta tentativa, e muitas outras não de vir.

6-BALANÇO HÍDRICO CONCENTRADO

Descreve-se a seguir um breve histórico dos programas de irrigação desenvolvidos até o momento no Estado do Ceará.

As primeiras medidas para implantação da irrigação como forma de desenvolvimento regional e combate às secas datam do início do século XX, por volta de 1911, com a implantação de Hortos Florestais no Estado do Ceará pelo IOCS, hoje DNOCS. O objetivo principal era orientar a exploração agrícola em torno dos açudes públicos como fator de desenvolvimento regional, não obtendo resultados a contento. Um exemplo disso foi o Horto Florestal criado para utilização das águas do açude Cedro, no município de Quixadá.

Na década de 30 foi dado novo impulso para o desenvolvimento da irrigação na região com a criação da Comissão Técnica de Reflorestamento e Postos Agrícolas do Nordeste. Esta comissão proporcionou a implantação de Postos de Irrigação no Estado do Ceará, tendo como exemplo, os de Lima Campos, Cedro, Jaibaras e Pentecoste.

Nas décadas de 40 e 50 que se sucederam, funcionaram, em paralelo, a irrigação nas margens dos rios do Ceará, através dos Postos Agrícolas do Ministério da Agricultura, e nos açudes públicos, pelos Postos de Irrigação do DNOCS.

No final dos anos 60, iniciou-se a Política de Perímetros Irrigados, com a maior parte em operação até hoje, sendo o Projeto Morada Nova, marco da realização do primeiro esforço real e tecnicamente organizado para a expansão da irrigação no Estado do Ceará. A partir de então, outros projetos foram implantados, como por exemplo: Icó-Lima Campos, Quixeramo-

bim, Cariri e Várzea do Boi, na bacia do Jaguaribe; Forquilha e Ayres de Souza, na bacia do Acaraú; e Curu-Pentecoste-Paraipaba, na bacia do Rio Curu.

Em 1986, com a criação do Programa de Irrigação do Nordeste (PROINE), desenvolveram-se estudos, projetos e obras para o aproveitamento hidroagrícola de áreas com potencialidades de solos agricultáveis no Estado do Ceará. Alguns dos projetos estudados na época atualmente estão em operação ou em fase de implantação. São eles: Baixo Acaraú, Chapada do Apodi e Tabuleiro de Russas.

No início da década de 90, o Estado do Ceará iniciou um programa de Pólos Regionais de Irrigação, cujo objetivo foi implantar projetos públicos de porte médio, operando em sistema de condomínio de irrigantes. São exemplos destes tipos de projetos em operação atualmente: Realejo, Xique-xique, Graça, Altinho e Tucunduba.

A Tabela 6.4 apresenta as demandas hídricas de irrigação relativas aos perímetros irrigados do Estado do Ceará, atualmente em operação ou em fase de implantação.

Com relação à irrigação privada em operação no Estado do Ceará, esta tem suas áreas mais expressivas nas bacias do Médio e Baixo Jaguaribe, cujo desenvolvimento deveu-se à perenização de seus vales pelo açude Orós, sendo a agricultura desenvolvida nos solos aluviais e na Chapada do Apodi.

Outra região que se destaca é a bacia do Salgado, pela agricultura desenvolvida no sopé da Chapada do Araripe e ao longo das aluviões do rio Salgado.

A Tabela 6.5 apresenta a síntese das áreas privadas de irrigação em operação



Tabela 6.4 - Perímetros de Irrigação em Operação ou em Implantação por Região Hidrográfica do Estado do Ceará

Região Hidrográfica	Perímetros de Irrigação	Área (ha)	Demanda (hm³/ano)
Alto Jaguaribe	Cacheirinha	31	0,558
	Jucás I e II	56	1,008
	Vázea do Boi	326	5,868
	Subtotal	413	7,434
Salgado	Lima Campos	2.712	48,816
	Quixabinha	293	5,274
	Subtotal	3.005	54,090
Médio Jaguaribe	Altinho	204	3,672
	Chapada do Apodi - 1ª Etapa	2.893	52,074
	Chapada do Apodi - 2ª Etapa	2.500	45,000
	Ema	42	0,756
	Niterói	30	0,540
	Xique-Xique - 1ª Etapa	125	2,250
	Subtotal	5.794	104,292
Banabuiú	Banabuiú	94	1,692
	Chapadão de Russas	10.460	188,280
	Morada Nova	3.737	67,266
	Patu	69	1,242
	Senador Pompeu	164	2,952
	Subtotal	14.524	261,432
Baixo Jaguaribe	Jaguaruana	202	3,636
	Quixeré	199	3,582
	Sto. Antonio de Russas - 1ª Etapa	189	3,402
	Subtotal	590	10,620
Bacias Metropolitanas	Califórnia	69	1,242
	Choro-Limão	36	0,648
	Subtotal	105	1,890
Acaraú	Araras Norte - 1ª Etapa	1.600	28,800
	Baixo Acaraú	8.440	151,920
	Forquilha	218	3,924
	Jaibaras	615	11,070
	Subtotal	10.873	195,714
Coreaú	Tucunduba - 1ª Etapa	75	1,350
	Subtotal	75	1,350
Parnaíba (Poti)	Graça - 1ª Etapa	82	1,476
	Jaburu I	100	1,800
	Jaburu II	95	1,710
	Realejo	400	7,200
	Subtotal	677	12,186
Curu	Curu-Paraipaba	3.357	60,426
	Curu-Recuperação	1.068	19,224
	Subtotal	4.425	79,650
Bacias Litorâneas (Aracatiaçu)	-	-	-
Estado do Ceará		40.481	728,658

6-BALANÇO HÍDRICO CONCENTRADO

Tabela 6.5 - Áreas de Irrigação Privadas em Operação por Região Hidrográfica do Estado do Ceará, para o Ano 2000.

Região Hidrográfica	Área (ha)	Demanda (hm ³ /ano)
Alto Jaguaribe	1.235	12,711
Salgado	2.482	25,615
Médio Jaguaribe	5.070	50,353
Banabuiú	1.433	14,490
Baixo Jaguaribe	5.654	43,491
Bacias Metropolitanas	1.136	21,493
Acaraú	24	0,336
Coreaú	97	1,358
Parnaíba (Poti)	757	10,598
Curu	538	3,229
Bacias Litorâneas (Aracatiáçu)	111	0,664
Estado do Ceará	18.537	184,338

(1) - Balanço Concentrado

no Estado do Ceará, para o ano 2000, contabilizadas por região hidrográfica.

A Tabela 6.6 apresenta as demandas de irrigação dos perímetros e áreas privadas de forma agregada, por região hidrográfica do Estado do Ceará.

Observa-se na Tabela 6.6 que a região do Banabuiú é a que tem a maior área irrigada (15.957 ha.), correspondendo a 30% do total da demanda de irrigação do Estado, sendo que, o perímetro Chapadão de Russas responde sozinho por 10.460 hectares irrigados.

A bacia do Acaraú é a segunda maior em termos de área irrigada do Estado (10.897 ha.), concentrando 21% do total da demanda de irrigação do Estado, sendo que o perímetro Baixo Acaraú possui 8.440 hectares.

A bacia do Médio Jaguaribe vem logo em seguida, com 10.864 hectares irrigados, sendo o perímetro Chapada do Apodi (5.393 ha.) e as áreas irrigadas privadas (5.070 ha.) as mais representativas desta bacia.

6.2.4 -Demandas Hídricas Agregadas

As demandas hídricas consideradas no balanço hídrico concentrado, quais sejam, abastecimento humano, industrial e de irrigação, estão agregadas por bacias hidrográficas, conforme mostra a Tabela 6.7.

Analisando a Tabela 6.7, percebe-se que as maiores demandas do Estado do Ceará estão localizadas nas bacias Metropolitanas, sendo as demandas para abastecimento humano (7,477 m³/s) e para



6-BALANÇO HÍDRICO CONCENTRADO

Tabela 6.6 - Demandas de Irrigação Públicas e Privadas por Região Hidrográfica no Estado do Ceará, Ano 2000.

Região Hidrográfica	Área (ha)	Demanda (hm ³ /ano)	Demanda (m ³ /s)	% da Demanda de Irrigação em Relação ao Estado
Alto Jaguaribe	1.648	20,145	0,639	2,21
Salgado	5.487	79,705	2,527	8,73
Médio Jaguaribe	10.864	154,645	4,904	16,94
Banabuiú	15.957	275,922	8,749	30,22
Baixo Jaguaribe	6.244	54,111	1,716	5,93
Bacias Metropolitanas	1.241	23,383	0,741	2,56
Acaraú	10.897	196,050	6,217	21,47
Coreaú	172	2,708	0,086	0,30
Parnaíba (Poti)	1.434	22,784	0,722	2,50
Curu	4.963	82,879	2,628	9,08
Bacias Litorâneas (Aracatiaçu)	111	0,664	0,021	0,07
Estado do Ceará	59.018	912,996	28,951	100,00

Tabela 6.7 - Demandas Hídricas Agregadas por Região Hidrográfica do Estado do Ceará, para o Ano 2000.

Região Hidrográfica	Demanda para Abastecimento Humano (m ³ /s)	Demanda para Abastecimento Industrial (m ³ /s)	Demanda para Irrigação (m ³ /s)	Demanda Total (m ³ /s)
Alto Jaguaribe	0,353	0,108	0,639	1,100
Salgado	0,851	0,153	2,527	3,531
Médio Jaguaribe	0,125	0,052	4,904	5,081
Banabuiú	0,322	0,234	8,749	9,305
Baixo Jaguaribe	0,235	0,215	1,716	2,166
Bacias Metropolitanas	7,477	4,823	0,741	13,041
Acaraú	1,095	0,058	6,217	7,370
Coreaú	0,498	0,016	0,086	0,600
Parnaíba (Poti)	0,521	0,014	0,722	1,257
Curu	0,313	0,234	2,628	3,175
Bacias Litorâneas (Aracatiaçu)	0,204	0,150	0,021	0,375
Estado do Ceará	11,994	6,057	28,950	47,001
% em Relação a Demanda Hídrica do Estado	25,52	12,89	61,59	100,00

6-BALANÇO HÍDRICO CONCENTRADO

uso industrial (4,823 m³/s) as mais importantes.

As bacias do Banabuiú e do Acaraú vêm em seguida, com 9,305 m³/s e 7,370 m³/s de demandas totais, respectivamente, sendo as destinadas à irrigação as mais representativas para estas bacias, conseqüência da implantação dos perímetros Chapadão de Russas e Baixo Acaraú, respectivamente.

6.3 -OFERTAS HÍDRICAS (OH)

6.3.1-Ofertas Hídricas Superficiais (OH Superficiais)

Os açudes e lagos artificiais são os grandes responsáveis pelas OH superficiais no Estado, ficando os lagos naturais como soluções localizadas sem grande impacto na oferta total, principalmente no caso dessa análise, na qual utilizou-se balanço concentrado por bacias.

A função do açude na região pode ser resumida nas palavras do engenheiro Vinícius de Berredo: "O açude, nas condições especiais do Nordeste e na plenitude de suas funções intrínsecas, é água para alimentação do homem e dos rebanhos; é campo de pesca; é centro de produção nas vazantes; é reservatório de acumulação de água para irrigação sistemática; é obra de regularização de regime, de defesa contra cheias e fonte potencial de energia."

A reservação superficial é prática bastante difundida em todo o Estado, existindo cerca de 8.000 açudes classificados quanto ao volume hidráulico acumulável de: micro (até 0,5 hm³); pequeno (acima de 0,5 hm³ até 7,5 hm³); médio (acima de 7,5 hm³ até 75 hm³); grande (acima de 75 hm³ até 750 hm³); e macro (acima de 750 hm³), segundo o art. 3º do Decreto nº

23.068, de 11 de fevereiro de 1994.

Os açudes com capacidade menor do que 10 milhões de metros cúbicos têm como principal função a acumulação de volumes de água que ficam estocados, após a estação chuvosa (de fevereiro a maio), para serem depois utilizados na estação seca (demais meses) do mesmo ano. Não servem, no entanto, como reservas interanuais, pois, quando da ocorrência de anos secos consecutivos, tais reservatórios não apresentam volumes para o atendimento às demandas.

Os açudes interanuais são aqueles capazes de acumular água em determinado ano e guardar parte do volume acumulado para anos subseqüentes. Tais reservatórios interanuais conseguem atravessar com alguma reserva de água anos seguidos de pluviometria irregular, sendo operados de forma que somente haja falha, no fornecimento de água, em 10% do tempo (conceito de vazão regularizada com 90% de garantia).

Há reservas estratégicas, no entanto, com baixíssima probabilidade de secarem, não permitindo que as principais demandas do Estado entrem em colapso. É o caso dos açudes Orós (1.940 hm³) e Castanhão (6.700 hm³), ambos localizados na bacia do rio Jaguaribe.

Os açudes com capacidade acima de 10 milhões de metros cúbicos são, portanto, os de interesse para a realização do balanço hídrico concentrado, pois são os responsáveis pelas ofertas hídricas superficiais do Estado, permitindo a transferência interanual de parte dos volumes de água acumulados, em determinado ano, para atendimento às demandas e a outros usos consuntivos em anos subseqüentes.



A Tabela 6.8 mostra os açudes com capacidade acima de 10 milhões de metros cúbicos e suas respectivas vazões regularizadas Q_{90} e Q_{90+} .

As vazões apresentadas na referida tabela foram calculadas segundo dois enfoques:

Vazão Regularizada Q_{90} : é a vazão regularizada, obtida por meio dos planos de gerenciamento de bacias citadas no Quadro 6.1, a partir da simulação de séries históricas ou recompostas por modelos chuva x deflúvio. A vazão regularizada é aquela pela qual o reservatório atende à demanda em 90% dos meses;

Vazão Regularizada Q_{90+} : corresponde a vazão que o reservatório regulariza em 90% do tempo quando obedecida a regra de operação a seguir definida. O reservatório regulariza em 90% do tempo a vazão prevista Q_{90} , em 8% do tempo regulariza metade da vazão Q_{90} , e em 2% do tempo aceita-se o esvaziamento total da reserva.

6-BALANÇO HÍDRICO CONCENTRADO

Tabela 6.8 - Açúdes de Maior Importância do Estado do Ceará e Suas Principais Características

Reservatório		Capacidade (hm ³)	Vazão Q90 (m ³ /s)	Vazão Q90+ (m ³ /s)	Rio Barrado	
Bacia do Jaguaribe						
Alto Jaguaribe	Benguê	19,56	0,13	0,09	Rio Umbuzeiro	
	Canoas	69,25	0,32	0,22	Rch. São Miguel	
	Favelas	30,10	0,21	0,16	Rch. das Favelas	
	Muquém	47,64	0,48	0,24	Rch. Muquém	
	Orós	1.940,00	15,77	14,09	Rio Jaguaribe	
	Poço da Pedra	52,00	0,38	0,24	Rch. da Conceição	
	Rivaldo de Carvalho	19,52	0,07	0,03	Rch. Rivaldo de Carvalho	
	Trici	16,50	0,14	0,11	Rch. Trici	
	Trussu	301,00	1,64	1,50	Rio Trussu	
	Várzea do Boi	51,91	0,31	0,23	Rch. das Carrapateiras	
	Subtotal (10 reservatórios)	2.547,48	19,45	16,91		
Salgado	Atalho II	108,25	0,95	0,84	Rch. dos Porcos	
	Cachoeira	34,33	0,09	0,04	Rch. Caiçara	
	Ingazeiro	11,32	0,12	0,08	Rch. Rosário	
	Lima Campos	66,38	0,45	0,38	Rch. São João	
	Olho D'água	21,20	0,12	0,11	Rch. Machado	
	Prazeres	32,50	0,12	0,09	Rch. das Cuncas	
	Quixabinha	31,78	0,04	0,03	Rch. do Boi	
	Manoel Balbino	37,18	0,07	0,05	Rch. dos Carneiros	
	Rosário	47,20	0,15	0,09	Rch. Rosário	
	Thomas Osterne	28,78	0,14	0,12	Rio Carás	
	Ubalzinho	31,80	0,26	0,22	Rch. São Miguel	
	Subtotal (11 reservatórios)	450,72	2,51	2,05		
	Médio Jaguaribe	Canafístula	13,11	0,05	0,03	Rio Foice
		Castanhão (Padre Cícero)	6.700,00	30,21	27,42	Rio Jaguaribe
Ema		10,39	0,08	0,06	Rio Bom Sucesso	
Jenipapeiro		17,00	0,57	0,43	Rch. Jenipapeiro	
Joquim Távora		26,77	0,10	0,08	Rio Feiticeiro	
Riacho do Sangue		61,42	0,67	0,50	Rch. do Sangue	
Subtotal (6 reservatórios)		6.828,69	31,68	28,52		
Banabuiú	Banabuiú (Arrojado Lisboa)	1.601,00	11,61	9,28	Rio Banabuiú	
	Boa Viagem (Vieirão)	20,96	0,27	0,09	Rio Boa Viagem	
	Cedro	126,00	0,35	0,28	Rch. Sitiá	
	Cipoaba	86,09	0,23	0,14	Rch. Santa Rosa	
	Fogareiro	118,82	2,05	1,28	Rio Quixeramobim	
	Monsenhor Tabosa	12,10	0,07	0,06	Rio Quixeramobim	
	Nobre	22,09	0,01	0,01	Rch. Nobre	
	Patu	71,83	0,95	0,82	Rch. Patu	
	Pedras Brancas (Vinicius Barredo)	434,04	2,21	1,91	Rch. Sitiá	
	Pirabibu	74,00	0,38	0,30	Rch. Pirabibu	
	Poço do Barro	54,70	0,35	0,30	Rch. Livramento	
	Quixeramobim	54,00	1,30	0,62	Rio Quixeramobim	
	Riacho Verde	14,67	0,02	0,01	Rch. Pirabibú	
	São José II	29,14	0,18	0,13	Rch. São Gonçalo	
	Serafim Dias	43,00	0,43	0,33	Rio Banabuiú	
	Trapiá II	18,19	0,20	0,18	Rch. Cachoeira	
Subtotal (16 reservatórios)	2.780,63	20,61	15,74			

6-BALANÇO HÍDRICO CONCENTRADO

Reservatório		Capacidade (hm ³)	Vazão Q90 (m ³ /s)	Vazão Q90+ (m ³ /s)	Rio Barrado
Baixo Jaguaribe	Santo Antônio de Russas	24,00	0,66	0,50	Rio Banabuiú
	Subtotal (1 reservatório)	24,00	0,66	0,50	-
Subtotal Bacia Jaguaribe (44 reservatórios)		12.631,52	74,91	63,72	-
BACIAS METROPOLITANAS					
	Acarape do Meio	31,50	1,42	1,08	Rio Pacoti
	Amanary	11,01	0,17	0,11	Rch. do Recanto
	Aracoiaba	170,70	2,70	1,43	Rio Aracoiaba
	Batente	52,70	0,37	0,09	Rio Pirangi
	Castro	63,90	0,61	0,24	Rio Castro
	Catucinzenta	27,13	0,21	0,15	Rch. Catu
	Cauhipe	12,00	0,26	0,20	Rch. Cauhipe
	Choro-Limão (Pompeu Sobrinho)	143,00	0,40	0,28	Rio Choró
	Gavião	32,90	0,62	0,49	Rch. Gavião
	Malcozinhado	37,84	0,49	0,41	Rch. Malcozinhado
	Pacajus	240,00	3,28	2,02	Rio Choró
	Pacoti-Riachão	426,95	5,40	4,53	Rio Pacoti
	Sítios Novos	126,00	1,70	1,18	Rio São Gonçalo
Subtotal Bacias Metropolitanas (13 reservatórios)		1.375,63	17,63	12,21	-
BACIA DO ACARAÚ					
	Acaraú-Mirim	52,00	0,72	0,55	Rio Acaraú Mirim
	Arrebata	19,60	0,17	0,11	Rch. Sabonete
	Ayres de Sousa (Jaibaras)	104,43	1,50	1,17	Rio Jaibaras
	Carão	26,23	0,22	0,15	Rio Acaraú
	Carmina	13,63	0,12	0,07	Rch. dos Macacos
	Edson Queiroz	250,50	2,44	1,92	Rio Groaíras
	Farias de Souza	12,23	0,11	0,06	Rch. Curtume
	Forquilha	50,13	0,45	0,33	Rch. Oficina
	Paulo Sarasate (Araras)	891,00	6,14	4,89	Rio Acaraú
Subtotal Bacia do Acaraú (9 reservatórios)		1.419,75	11,87	9,25	-
BACIA DO COREAÚ					
	Angicos	56,05	0,51	0,38	Rch. Juazeiro
	Diamante	13,20	0,32	0,23	Rch. Boqueirão
	Gangorra	62,50	0,41	0,30	Rch. Gangorra
	Itaúna	77,50	0,91	0,70	Rio Timonha
	Martinópolis	23,20	0,28	0,19	Rch. Rima
	Tucunduba	41,43	0,52	0,39	Rch. Tucunduba
	Várzea da Volta	12,50	0,17	0,10	Rch. Várzea da Volta
Subtotal Bacia do Coreaú (7 reservatórios)		286,38	3,12	2,29	-

6-BALANÇO HÍDRICO CONCENTRADO

Reservatório	Capacidade (hm ³)	Vazão Q90 (m ³ /s)	Vazão Q90+ (m ³ /s)	Rio Barrado
BACIA DO PARNAÍBA (POTI)				
Barra Velha	99,50	0,60	0,38	Rch. Santa Cruz
Carnaubal	87,69	0,62	0,40	Rio Poti
Flor do Campo	111,30	0,66	0,42	Rio Poti
Jaburu I	210,00	3,73	3,53	Rio Jaburu
Jaburu II	116,00	0,63	0,40	Rch. do Meio
Realejo	31,55	0,19	0,11	Rch. Carrapateiras
Sucesso	10,00	0,06	0,03	Rch. Casimiro
Subtotal Bacia do Parnaíba (7 reservatórios)	666,04	6,49	5,27	-
BACIA DO CURÚ				
Caxitoré	202,00	2,32	1,72	Rio Caxitoré
Frios	33,02	0,64	0,47	Rch. Maniçobinha
General Sampaio	322,20	3,15	2,48	Rio Curu
Jerimum	20,50	0,45	0,33	Rio Caxitoré
Pereira de Miranda (Pentecoste)	395,63	4,25	3,28	Rio Canindé
São Mateus	10,33	0,03	0,02	Rio Canindé
Souza	30,84	0,30	0,22	Rch. Juriti
Tejuçuoca	28,11	0,39	0,29	Rch. Tejuçuoca
Subtotal Bacia do Curú (8 reservatórios)	1.042,63	11,53	8,81	-
BACIAS LITORÂNEAS (ARACATIAÇU)				
Mundaú	21,30	0,25	0,23	Rio Mundaú
Poço Verde	13,65	0,29	0,24	Rch. Sororó
Santo Antônio de Aracatiaçu	24,34	0,12	0,06	Rio Aracatiaçu
São Pedro da Timbauba	19,25	0,14	0,08	Rio Aracatiaçu
Subtotal Bacias Litorâneas (4 reservatórios)	78,54	0,80	0,61	-
Total Estado do Ceará (92 reservatórios)	17.500,49	126,35	102,16	-



6.3.1.1-Alguns Aspectos Relevantes Relacionados à Oferta de Água Superficial

O açude Cedro, localizado no município de Quixadá, microrregião do Sertão Central, distando 160 km de Fortaleza, é o marco inicial da construção de grandes açudes no Estado do Ceará e no Nordeste. Sua construção iniciou-se no final do século XIX, sendo concluída em 1906. Durante o seu projeto e construção ocorreram fatos que valem ser ressaltados, como as secas dos anos de 1888/1889, 1891, 1898, 1900 e 1902, o que tornou o açude uma obra considerada de emergência.

Barra o rio Sitiá, sistema do Jaguaribe. Sua bacia hidrográfica cobre uma área de 224km².

Este açude constantemente é “notícia” seja por problemas de assorea-

mento que vem sofrendo há anos, seja por causa do constante volume reduzido acumulado - provocando mortandade de peixe e desabastecimento na cidade de Quixadá -, ou ainda por constituir-se uma bela obra de engenharia, atraindo turistas ao local. Os baixos níveis de regularização, muito além dos esperados, fizeram com que estudos da hidrologia local fossem desenvolvidos em diferentes ocasiões. No Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe (SRH/COGERH, 2000), foi realizada uma avaliação do impacto da pequena açudagem a montante do reservatório, constatando-se uma perda de 8% no volume regularizado, motivado pela existência dos mesmos.



AÇUDE CEDRO

6-BALANÇO HÍDRICO CONCENTRADO

O **açude Castanhão** tem capacidade para acumular até 6,7 bilhões de m³ (cota 106 m), considerando-se o volume destinado ao controle de cheias. Para fins de regularização de vazões sua capacidade é de 4,5 bilhões de m³ (cota 100 m). Consiste numa barragem de terra com 60 m de altura máxima, com núcleo central em CCR. A largura da crista é de 7 m e a extensão pelo coroamento é de 3,45 km.

Tem como principais objetivos: assegurar, pelos próximos trinta anos, o abastecimento d'água da RMF e da população

do Médio/Baixo Vale do Jaguaribe; proteger o Baixo Vale das inundações, que em 1974 teve 225 mil pessoas desabrigadas em decorrência de uma grande cheia; permitir a implantação de um sistema de gestão integrada das principais bacias do Nordeste Semi-Árido, em geral, e do Ceará, em particular; estabelecer as pré-condições para o surgimento de um grande pólo agro-industrial; desenvolvimento da agricultura irrigada, de modo especial na Península do Curupati, Chapadão do Castanhão e outras áreas adjacentes ao Eixo de Integração Castanhão/RMF.



AÇUDE PADRE CÍCERO (CASTANHÃO)



O açude Orós é o segundo maior reservatório do Estado do Ceará, perdendo apenas para o açude Castanhão. Localizado próximo ao exutório da bacia do Alto Jaguaribe, pereniza o mesmo até sua foz (308 km), tornando-o o maior rio perenizado artificialmente do mundo.

São beneficiadas também, com a perenização, as bacias do Médio e Baixo Jaguaribe, além da Região Metropolitana de Fortaleza, a qual, através de transposição de bacias, utiliza suas águas desde a construção do Canal do Trabalhador, em 1994.

Há duas obras de transposição das águas do açude Orós: a primeira e a mais antiga é a transferência de água para o açude Lima Campos, com o objetivo de garantir o fornecimento hídrico ao Projeto de Irrigação Lima Campos, sendo transposta uma vazão máxima de 3 m³/s; a segunda, conforme foi citado, é a transposi-

ção de água da bacia do Jaguaribe para o sistema Pacoti/Riachão/Gavião que abastece a Região Metropolitana de Fortaleza, com vazão máxima aduzida de 5 m³/s.

O açude Banabuiú (Arrojado Lisboa), concluído em 1966, é a terceira mais importante reserva hídrica da bacia do Jaguaribe. Perenizando o rio Banabuiú até o seu encontro com o rio Jaguaribe, o açude beneficia várias localidades, bem como o maior projeto de irrigação em operação atualmente na bacia do Jaguaribe, o Projeto Morada Nova.



AÇUDE ORÓS



AÇUDE BANABUIÚ



6.3.2-Ofertas Hídricas Subterrâneas (OH Subterrâneas)

A exploração das águas subterrâneas no Estado do Ceará é bastante limitada, em função da formação geológica predominante ser de rochas cristalinas, abrangendo cerca de 75% do território, em sua parte central, e os 25% restantes, formados por sedimentos, ficando estes dispostos nas regiões fronteiriças do território estadual.

As maiores potencialidades de exploração da água subterrânea estão nas zonas fronteiras. A leste tem-se a Chapada do Apodi; ao sul estão os sedimentos que compõem a bacia Sedimentar do Araripe; a oeste têm-se os sedimentos da bacia do Parnaíba, formadores da Serra da Ibiapaba; e, ao norte, sedimentos costeiros da Formação Barreira. Além dessas áreas, ocorrem, na região de Iguatu, sedimentos de bacias interiores.

A bacia Sedimentar do Araripe, em sua parcela na bacia do Salgado, é a que melhor representa o uso da água subterrânea para fins de abastecimento humano. Somente as sedes municipais de Juazeiro do Norte, Barbalha e Crato consomem juntas 29 milhões de m³/ano para abastecimento público. Na região do Cariri, a água subterrânea abastece o público em mais de 90% das sedes municipais e distritos.

Era de se esperar que grande concentração de poços se daria somente nos sedimentos citados, no entanto, os poços no cristalino predominam no interior do Estado, o que pode ser explicado como sendo a única alternativa de fonte de água para rebanhos e populações rurais, mesmo que suas águas possuam elevados teores salinos na maioria dos casos.



Para o cálculo da oferta hídrica subterrânea utilizou-se a Disponibilidade Instalada de Água Subterrânea (DIAS), conceituada como: volume anual passível de exploração através das obras de captação existentes, com base na vazão máxima de exploração ou vazão ótima e com um regime de bombeamento de 24 horas diárias, em todos os dias do ano.

O uso da água subterrânea em detrimento da água superficial é desejável sobre vários aspectos, destacando-se a proteção das perdas por evaporação e custos mais baixos de tratamento, para fins de abastecimento público.

A Tabela 6.9 apresenta os valores de disponibilidade hídrica subterrânea para cada bacia hidrográfica, com base na disponibilidade instalada no ano 2000.

6.4 - MOVIMENTAÇÃO DE ÁGUAS ENTRE BACIAS

As obras de açudagem realizadas em sua maioria pelo Governo Federal ao longo dos últimos cem anos, principalmente pelo DNOCS, obedeceram a caráter estratégico e pontual com a execução de grandes açudes localizados nos principais rios do Estado, controlando e regularizando os cursos d'água de ordens primária e secundária. Esta ação cumpriu os objetivos de criar fontes seguras de água, mas a sua distribuição pelo território cearense deixou muitos vazios hídricos.

Para promover melhor distribuição dos recursos hídricos, tem-se trabalhado atualmente na implantação de obras de açudagem de médio porte e em obras de transferência de águas, através de adutoras e canais.

Tabela 6.9 - Oferta Hídrica Subterrânea por Região Hidrográfica no Estado no Ceará, Ano 2000

Região Hidrográfica	Sistemas Aquíferos	N.º Poços Cadastrados em Operação	Disponibilidade Instalada (m³/h)	Disponibilidade Instalada (hm³/ano)
Alto Jaguaribe	Cristalino, Aluviões, Bacia sedimentar do Iguatu e Bacia Sedimentar do Araripe	668	2.209,30	19,35
Médio Jaguaribe	Aluviões, Bacia Sedimentar Potiguar e Cristalino	198	273,60	2,40
Baixo Jaguaribe	Bacia Sedimentar Potiguar, Aluviões, Cristalino e Dunas-Barreiras	510	1.694,20	14,84
Salgado	Bacia Sedimentar do Araripe, Aluviões e Cristalino	901	10.631,20	93,13
Banabuiú	Cristalino e Aluviões	524	904,40	7,92
Bacias Metropolitanas	Dunas-Barreiras, Cristalino e Aluviões	2.244	622,70	5,45
Acaraú	Cristalino, Bacia Sedimentar Serra Grande, Aluviões e Dunas-Barreiras	749	1.243,70	10,89
Coreaú	Cristalino, Dunas-Barreiras, Bacia Sedimentar Serra Grande e Aluviões	334	479,40	4,20
Parnaíba (Poti)	Bacia Sedimentar Serra Grande, Cristalino e Aluviões	763	749,90	6,57
Curu	Cristalino, Aluviões e Dunas-Barreiras	N.D.	576,00	5,05
Bacias Litorâneas (Aracatiaçu)	Dunas-Barreiras, Cristalino e Aluviões	N.D.	540,00	4,73
Estado do Ceará			19.924,40	174,54

6-BALANÇO HÍDRICO CONCENTRADO

As infra-estruturas de transferência de água tem o mérito de integrar as fontes permanentes com os pontos de consumo, reduzindo as perdas em trânsito quando comparadas à movimentação de água através dos leitos naturais dos rios. Além disso, esta última forma de transferência traz como grande benefício a manutenção de umidade permanente nos vales do sertão e a renovação da água, ao longo de cada trecho, ao mesmo tempo que realimenta as aluviões, importante fonte de abastecimento humano.

Percebe-se, portanto, que cada forma de movimentação da água tem suas vantagens e desvantagens, cabendo ao planejador decidir pela escolha de uma forma ou outra para cada caso, não perdendo a visão holística da necessidade de integração das fontes permanentes com seus consumos.

6.4.1-Os Eixos de Integração dos Recursos Hídricos

A bacia do Jaguaribe caracteriza-se por ser exportadora de água em escala estadual. Podem-se dividir as atuais transposições de água da bacia do rio Jaguaribe em dois tipos: transposição interna (ou transferência), que se caracteriza pela movimentação de águas entre suas sub-bacias e a transposição externa (ou transposição, simplesmente), na qual se exporta água para outras bacias.

As transposições internas na bacia do Jaguaribe são:

- **Transposição Alto Jaguaribe /Salgado:** através de túnel que liga o açude Orós com o açude Lima Campos é transposto um máximo de 3 m³/s para o fornecimento hí-

drico ao Perímetro Público de Irrigação Lima Campos;

- **Transposição Alto Jaguaribe/Bacias do Médio e Baixo Jaguaribe:** é conceitualmente considerada simplesmente como uma movimentação natural, que destaca-se aqui para ressaltar que, apesar de o açude Orós estar localizado na bacia do Alto Jaguaribe, suas águas se destinam essencialmente ao suprimento hídrico das demandas localizadas nas bacias dos Médio e Baixo vales.

As transposições externas à bacia do Jaguaribe são:

- **Transposição Jaguaribe/Bacias Metropolitanas I (Canal do Trabalhador):** primeira obra de exportação das águas da bacia do Jaguaribe. O Canal do Trabalhador tem a capacidade de aduzir uma vazão máxima de 5 m³/s, destinada a suprir os déficits hídricos da RMF;
- **Transposição Jaguaribe/Bacias Metropolitanas II (Eixo Castanhão/RMF):** atualmente está em fase de construção o maior eixo de transposição do Estado do Ceará, o Eixo Castanhão/RMF, que irá transportar águas acumuladas pelo açude Castanhão, na bacia do Médio Jaguaribe, para a bacia do Banabuiú, dentro da própria bacia do Jaguaribe, e para as bacias Metropolitanas, aduzindo uma vazão máxima de 22 m³/s, sendo 3 m³/s destinados à bacia do Banabuiú e 19 m³/s às Metropolitanas.

Estas obras de transferência ou trans-



posição de água são descritas em maior detalhe no item 7 - Infra-estrutura.

6.5 -DISPONIBILIDADES HÍDRICAS EFETIVAS (DHE)

6.5.1-Disponibilidades Hídricas Efetivas Superficiais (DHE Superficiais)

Vale salientar que a oferta hídrica superficial apresentada na Tabela 6.8 não deve ser considerada como totalmente disponível para o atendimento às demandas, uma vez que se deve considerar as perdas envolvidas na movimentação das águas (perdas em trânsito) e a disponibilização de vazão mínima para a manutenção da biota aquática dos leitos dos rios e estuários (vazão ecológica).

Apesar de ainda não haver estudos científicos suficientes que permitam estabelecer, com precisão, as necessidades de vazão ecológica para os rios do Semi-Árido Nordeste, bem como, também ser de difícil quantificação as perdas em trânsito, em rios intermitentes, faz-se necessário a destinação de parcela da disponibilidade hídrica superficial para o suprimento destas demandas naturais dos ecossistemas.

Além disso, tem-se de levar em consideração que a alocação dos recursos hídricos deve estar em conformidade com o estabelecido na legislação que trata da outorga do direito de uso dos recursos hídricos. O Decreto no 23.067, de 11 de fevereiro de 1994, que regulamenta o artigo 40, da Lei nº 11.996, de 24 de julho de 1992, estabelece que o valor de referência será a descarga regularizada anual com garantia de 90%, quando se tratar de fonte superficial, sendo que a soma dos volumes d'água outorgados em determinada bacia não poderá exce-

der 9/10 (nove décimos) da vazão regularizada anual com 90% de garantia. Isto implica que, pela legislação, são outorgáveis somente 90% da vazão Q90.

Considerando ainda que deve ser destinada uma parcela da disponibilidade hídrica superficial às perdas em trânsito e à manutenção da vazão ecológica, é que reduziu-se os valores da oferta hídrica superficial em 20%, para fins de cálculo do balanço hídrico concentrado. Portanto, definiu-se: (i) DHE Superficial como sendo igual a 80% da vazão Q90; e (ii) DHE+ Superficial como sendo igual a 80% da vazão Q90+.

6.5.2-Disponibilidades Hídricas Efetivas Subterrâneas (DHE Subterrâneas)

Correspondem aos mesmos valores das ofertas hídricas subterrâneas.

6.5.3-disponibilidades Hídricas Efetivas Totais (DHE Totais)

Correspondem ao somatório das DHE Superficiais com as DHE Subterrâneas. A Tabela 6.10 apresenta os valores das disponibilidades hídricas efetivas totais para cada região hidrográfica do Estado do Ceará.

6.6-BALANÇO HÍDRICO

O balanço hídrico aqui apresentado é o concentrado, de caráter mais simplificado, no qual agrupam-se de um lado todas as ofertas, superficiais e subterrâneas, e do outro, todas as demandas.

O objetivo principal é apresentar um indicador macro do nível de comprometimento dos recursos hídricos disponíveis de uma bacia hidrográfica.

Os resultados do balanço hídri-

6-BALANÇO HÍDRICO CONCENTRADO

Tabela 6.10 - Disponibilidade Hídrica Efetiva no Estado do Ceará, Ano 2000 (m³/s)

Região Hidrográfica	Vazão Q90 (1)	Vazão Q90+ (2)	Oferta Hídrica Subterrânea (3)	DHE [0,80*(1)+(3)]	DHE+ [0,80*(2)+(3)]
Alto Jaguaribe	19,450	16,910	0,614	16,174	14,142
Médio Jaguaribe	31,680	28,520	0,076	25,420	22,892
Baixo Jaguaribe	0,660	0,500	0,471	0,999	0,871
Salgado	2,510	2,050	2,953	4,961	4,593
Banabuiú	20,610	15,740	0,251	16,739	12,843
Bacias Metropolitanas	17,630	12,210	0,173	14,277	9,941
Acaraú	11,870	9,250	0,345	9,841	7,745
Coreaú	3,120	2,290	0,133	2,629	1,965
Parnaíba (Poti)	6,490	5,270	0,208	5,400	4,424
Curu	11,530	8,810	0,160	9,384	7,208
Bacias Litorâneas (Aracatiáçu)	0,800	0,610	0,150	0,790	0,638
Estado do Ceará	126,350	102,160	5,535	106,615	87,263

co concentrado podem ser traduzidos de duas formas:

- **Balanço Superavitário:** significa que há possibilidades de movimentação de águas para alocação mais eficiente; não significa que todas as demandas com viabilidade econômica estejam ou possam ser atendidas;
- **Balanço Deficitário:** significa que a bacia está em situação crítica para atendimento das demandas instaladas e sujeita a déficits com frequência acima da prevista; são limitadas as possibilidades de movimentação das águas para atendimento às demandas.

O balanço hídrico concentrado é apresentado em separado para as sub-bacias do rio Jaguaribe devido à importância desta bacia como exportadoras de água

(ver Tabelas 6.11 e 6.12). Ressalte-se que as bacias do Médio e Baixo Jaguaribe foram agrupadas, uma vez que não tem como diferenciar, no nível de detalhe que se está trabalhando, o quanto da vazão regularizada pelo açude Orós é consumido em cada uma das bacias.

Nas Tabelas 6.13 e 6.14, são apresentados os resultados do balanço hídrico concentrado para o Estado, considerando-se a disponibilidade hídrica superficial como sendo função da vazão regularizada a 90% de garantia mensal sem e com volume de alerta, respectivamente. O balanço é apresentado para as sete bacias hidrográficas estaduais, uma vez que, para as sub-bacias do rio Jaguaribe, apresentam-se os valores de oferta, demanda e transferência de água agrupados.

Conclui-se que, mesmo exportando



6-BALANÇO HÍDRICO CONCENTRADO

Tabela 6.11 - Balanço Hídrico Concentrado para a Bacia do Rio Jaguaribe, por Sub-bacia, para o Ano 2000
Considerando a Disponibilidade Hídrica Efetiva sem Volume de Alerta (DHE).

Balanço Hídrico Concentrado	Sub-bacias do Rio Jaguaribe				Total
	Alto Jaguaribe	Salgado	Banabuiú	Médio e Baixo Jaguaribe	
DHE Superficial (m³/s)	15,560	2,008	16,488	25,872	59,928
	(12,616)	+3,000		+9,616	
Acréscimo ou Decréscimo de DHE devido a Transposição de Água (m³/s)				(5,000)	
			+0,000	0,000	(5,000)
DHE Subterrânea (m³/s)	0,614	2,953	0,251	0,547	4,365
DHE Total (m³/s)	3,558	7,961	16,739	31,035	59,293
Demanda Agregada (m³/s)	1,100	3,531	9,305	7,247	21,183
Demanda / DHE Total	30,92%	44,36%	55,59%	23,36%	35,73%
DHE Total - Demanda (m³/s)	2,458	4,430	7,434	23,788	38,110

Notas:

- Transposição da Vazão Regularizada pelo açude Orós para as Bacias do Salgado, Médio e Baixo Jaguaribe
- Transposição Jaguaribe/Bacias Metropolitanas - Canal do Trabalhador
- Transposição Jaguaribe/Bacias Metropolitanas - Eixo Castanhão/RMF

Tabela 6.12 - Balanço Hídrico Concentrado para a Bacia do Rio Jaguaribe, por Sub-bacia, para o Ano 2000
Considerando a Disponibilidade Hídrica Efetiva sem Volume de Alerta (DHE +).

Balanço Hídrico Concentrado	Sub-bacias do Rio Jaguaribe				Total
	Alto Jaguaribe	Salgado	Banabuiú	Médio e Baixo Jaguaribe	
DHE Superficial (m³/s)	13,528	1,640	12,592	23,216	50,976
	(11,272)	+3,000		+8,272	
Acréscimo ou Decréscimo de DHE devido a Transposição de Água (m³/s)				(5,000)	
			+0,000	0,000	(5,000)
DHE Subterrânea (m³/s)	0,614	2,953	0,251	0,547	4,365
DHE Total (m³/s)	2,870	7,593	12,843	27,035	50,341
Demanda Agregada (m³/s)	1,100	3,531	9,305	7,247	21,183
Demanda / DHE + Total	38,33%	46,50%	72,45%	26,81%	42,08%
DHE + Total - Demanda (m³/s)	1,770	4,062	3,538	19,788	29,158

Notas:

- Transposição da Vazão Regularizada pelo açude Orós para as Bacias do Salgado, Médio e Baixo Jaguaribe
- Transposição Jaguaribe/Bacias Metropolitanas - Canal do Trabalhador
- Transposição Jaguaribe/Bacias Metropolitanas - Eixo Castanhão/RMF

6-BALANÇO HÍDRICO CONCENTRADO

Tabela 6.13 - Balanço Hídrico Concentrado para Estado do Ceará, para o ano 2000
Considerando a Disponibilidade Hídrica Efetiva sem Volume de Alerta (DHE).

Balanço Hídrico Concentrado	Bacias Hidrográficas							Total
	Jaguaribe	Acaraú	Coreaú	Parnaíba	Metropolitana	Curu	Litorâneas	
DHE Superficial (m³/s)	59,928	9,496	2,496	5,192	14,104	9,224	0,640	101,080
Acréscimo ou Decréscimo de DHE devido a Transposição de Água (m³/s)	(5,000)				+5,000			
	0,000				+0,000			
DHE Subterrânea (m³/s)	4,365	0,345	0,133	0,208	0,173	0,160	0,150	5,534
DHE Total (m³/s)	59,293	9,841	2,629	5,400	19,277	9,384	0,790	106,614
Demanda Agregada (m³/s)	21,183	7,370	0,600	1,257	13,041	3,175	0,375	47,005
Demanda / DHE Total	35,73%	74,89%	22,82%	23,28%	67,65%	33,83%	47,47%	44,09%
DHE Total - Demanda (m³/s)	38,110	2,471	2,029	4,143	6,236	6,209	0,415	59,609

Notas:

- Transposição Jaguaribe/Bacias Metropolitanas - Canal do Trabalhador
- Transposição Jaguaribe/Bacias Metropolitanas - Eixo Castanhão/RMF


Tabela 6.14 - Balanço Hídrico Concentrado para Estado do Ceará, para o ano 2000
Considerando a Disponibilidade Hídrica Efetiva com Volume de Alerta (DHE+).

Balanço Hídrico Concentrado	Bacias Hidrográficas							Total
	Jaguaribe	Acaraú	Coreaú	Parnaíba	Metropolitana	Curu	Litorâneas	
DHE+ Superficial (m³/s)	50,976	7,400	1,832	4,216	9,768	7,048	0,488	81,728
Acréscimo ou Decréscimo de DHE+ devido a Transposição de Água (m³/s)	(5,000)				+5,000			
	0,000				+0,000			
DHE+ Subterrânea (m³/s)	4,365	0,345	0,133	0,208	0,173	0,160	0,150	5,534
DHE+ Total (m³/s)	50,341	7,745	1,965	4,424	14,941	7,208	0,638	87,262
Demanda Agregada (m³/s)	21,183	7,370	0,600	1,257	13,041	3,175	0,375	47,005
Demanda / DHE+ Total	42,08%	95,16%	30,53%	28,41%	87,28%	44,05%	58,78%	53,87%
DHE+ Total - Demanda (m³/s)	29,158	0,375	1,365	3,167	1,900	4,033	0,263	40,257

Notas:

- Transposição Jaguaribe/Bacias Metropolitanas - Canal do Trabalhador
- Transposição Jaguaribe/Bacias Metropolitanas - Eixo Castanhão/RMF





5 m³/s para as bacias Metropolitanas, através do Canal do Trabalhador, as bacias do Médio e Baixo Jaguaribe chegam a comprometer apenas 23% das suas disponibilidades DHE com as demandas atuais. Já a bacia do Banabuiú apresenta um quadro mais preocupante, uma vez que as demandas atuais são da ordem de 56% das DHE. As demais sub-bacias do rio Jaguaribe (Alto Jaguaribe e Salgado) comprometem, respectivamente, 31% e 44% de suas disponibilidades DHE com as demandas atuais.

Quando se passa a considerar a disponibilidade hídrica em função da vazão regularizada com volume de alerta (DHE+), que se configura por um cenário mais conservador, percebe-se que a bacia do Banabuiú chega a comprometer 72% das disponibilidades atuais, o que representa condição muito crítica. As demais sub-bacias do rio Jaguaribe encontram-se em situação confortável, mesmo sob cenário mais conservador, sendo a bacia do Salgado a de maior comprometimento entre as demais (46% de comprometimento da DHE+).

Analisando-se em conjunto todas as bacias hidrográficas do Estado do Ceará, a partir dos dados apresentados na Tabela 6.13, percebe-se que a bacia do Acaraú é a que está, atualmente, com a maior parte de suas disponibilidades hídricas comprometida (75%), resultado do grande incremento da demanda devido à implantação do perímetro Baixo Acaraú.

As bacias Metropolitanas encontram-se em situação de alerta, 66% de comprometimento das disponibilidades hídricas, não sendo pior devido à importação de águas da bacia do Jaguaribe (Canal do

Trabalhador), sem a qual estaria em situação bastante crítica de atendimento às demandas.

Analisando-se um cenário mais conservador (Tabela 6.14), com a utilização do conceito de volume de alerta no regime de operação dos açudes, a configuração entre as bacias hidrográficas não se altera, havendo somente maior comprometimento das disponibilidades.

Vale ressaltar somente que a bacia do Acaraú é a que está em situação mais desfavorável, com nível de comprometimento de suas disponibilidades de 95%. Todavia, um balanço concentrado não é o instrumento adequado para identificar pontos localizados de déficit hídrico, os quais podem ocorrer mesmo em uma bacia superavitária. Para isto, o instrumento mais apropriado é o Plano de Gerenciamento de Bacia.

Seguem, a título de ilustração, as Figuras 6.1 a 6.14 que apresentam, graficamente, uma síntese com os principais indicadores deste balanço hídrico concentrado.

Figura 6.1
Estado do Ceará
Distribuição Espacial das Áreas das Regiões Hidrográficas

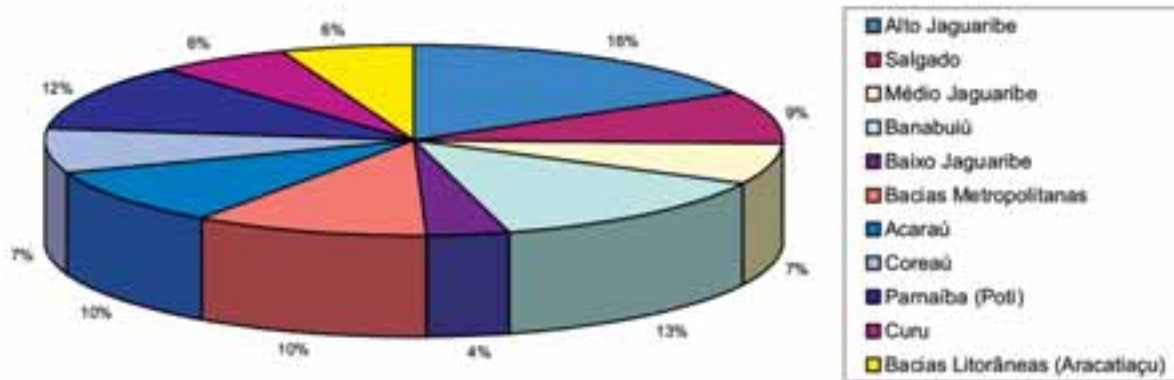


Figura 6.2
Estado do Ceará
Distribuição Espacial da População Urbana, Cenário Ano 2000

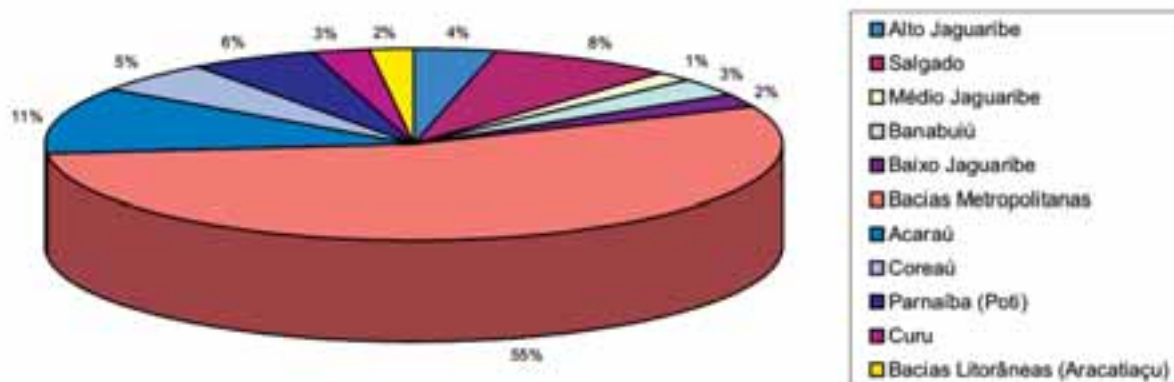


Figura 6.3
Estado do Ceará
Distribuição Espacial das Demandas Hídricas para Abastecimento Humano

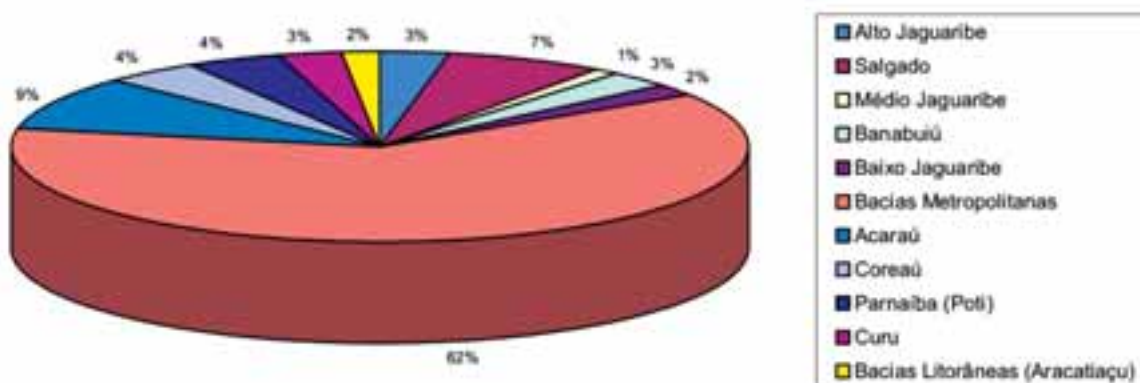




Figura 6.4
Estado do Ceará
Distribuição Espacial das Demandas Hídricas para Abastecimento Industrial

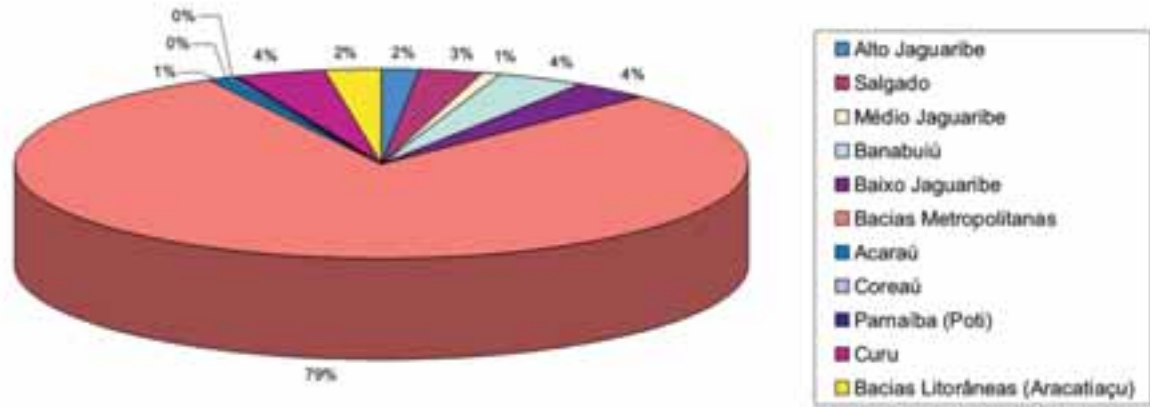


Figura 6.5
Estado do Ceará
Distribuição Espacial das Demandas Hídricas para Irrigação

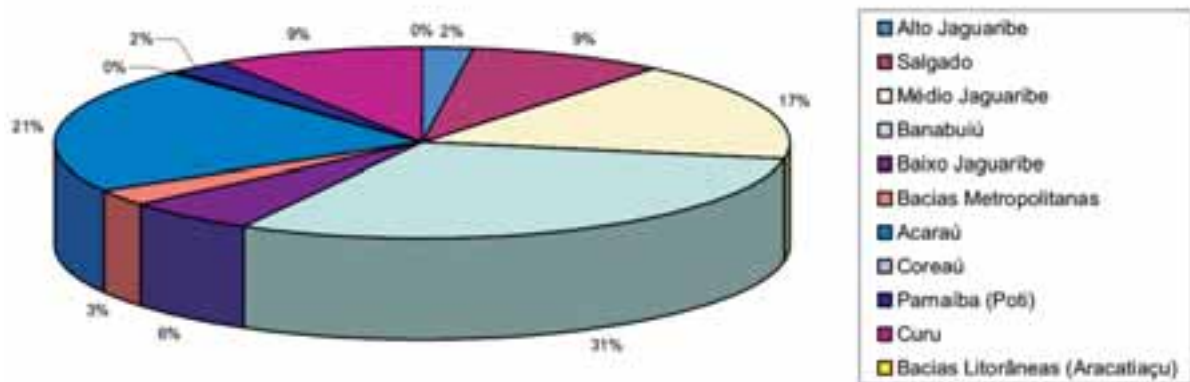


Figura 6.6
Estado do Ceará
Distribuição Espacial das Demandas Hídricas Agregadas

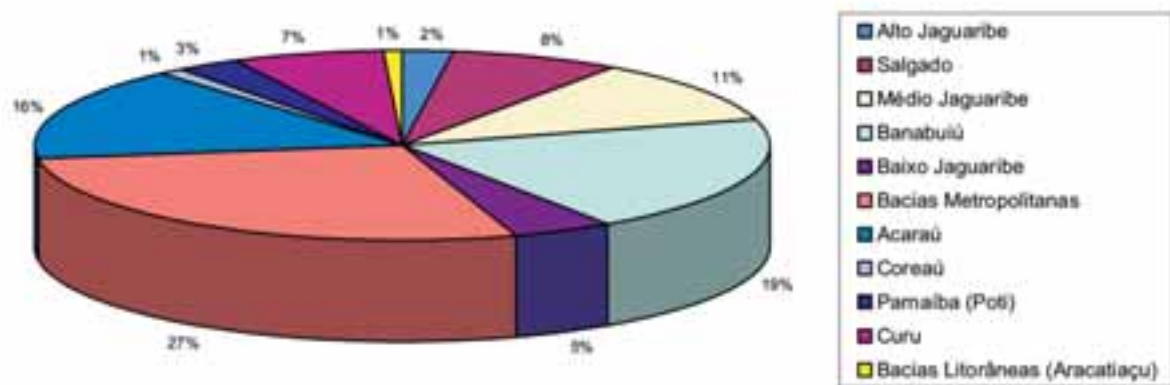


Figura 6.7
Estado do Ceará
Distribuição Espacial das Demandas Hídricas Agregadas por Tipo de Uso

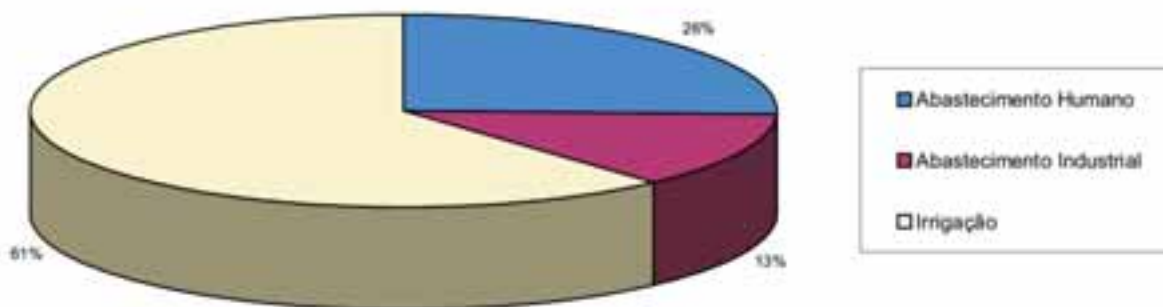


Figura 6.8
Estado do Ceará
Distribuição Espacial da Capacidade de Acumulação D'água nos Açudes Existentes

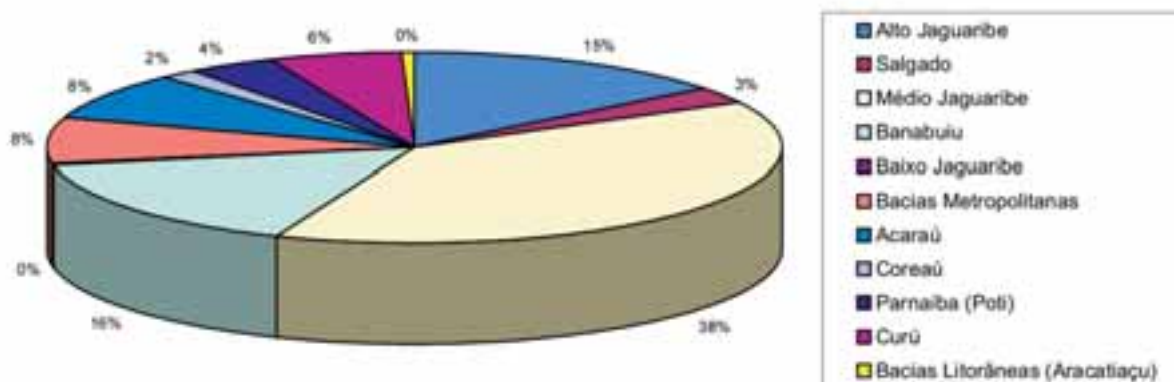


Figura 6.9
Estado do Ceará
Distribuição Espacial das Vazões Regularizadas (Q90) pelos Açudes Existentes

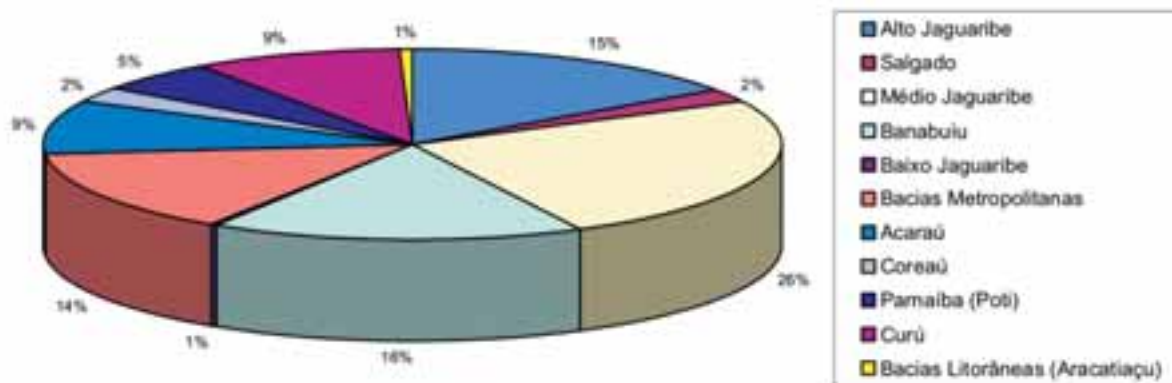


Figura 6.10
Estado do Ceará
Distribuição Espacial dos Recursos Hídricos Subterrâneos - Disponibilidade Instalada

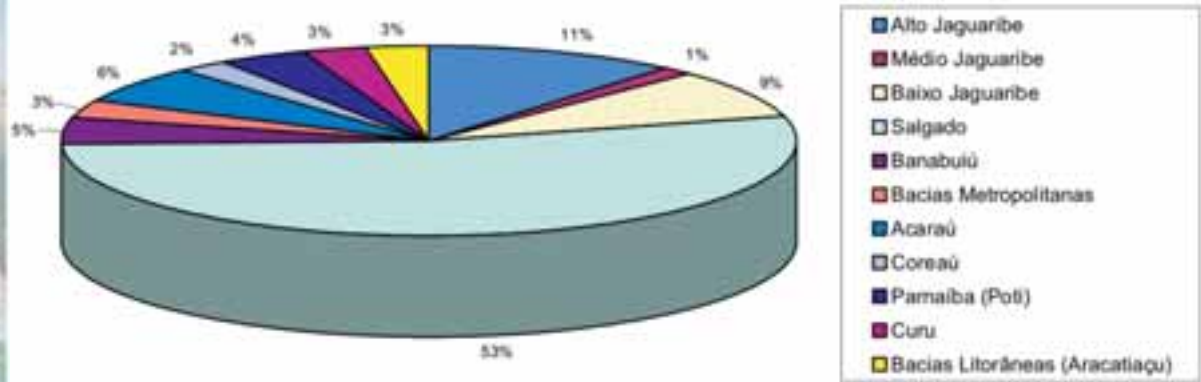


Figura 6.11
Estado do Ceará
Distribuição Espacial dos Recursos Hídricos - Disponibilidade Efetiva s/ V. A. (DHE)

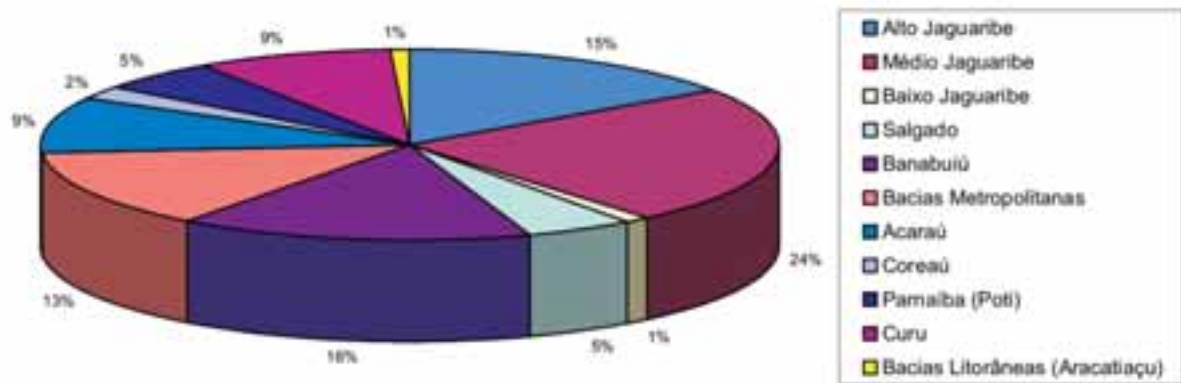
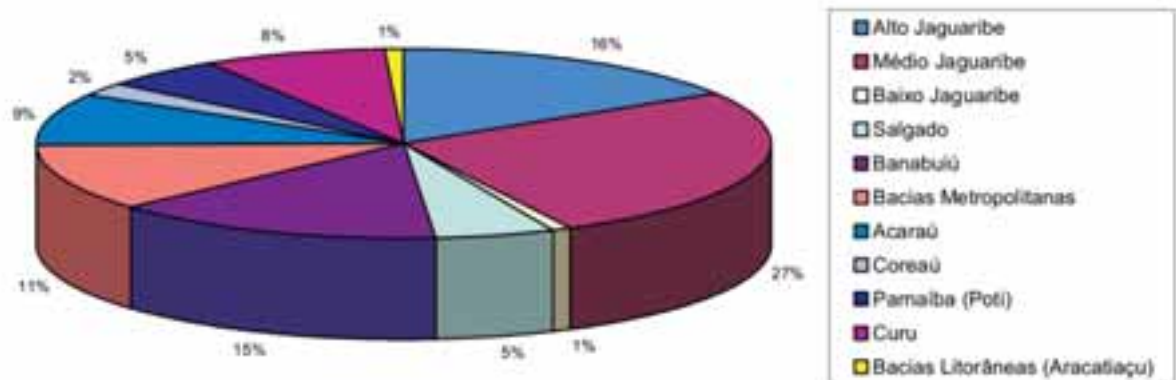


Figura 6.12
Estado do Ceará
Distribuição Espacial dos Recursos Hídricos - Disponibilidade Efetiva c/ V. A. (DHE+)



6-BALANÇO HÍDRICO CONCENTRADO

Figura 6.13 - Balanço Hídrico Concentrado do Estado do Ceará, Considerando a Disponibilidade Hídrica Efetiva sem Volume de Alerta - Cenário de Diagnóstico (Ano 2000)

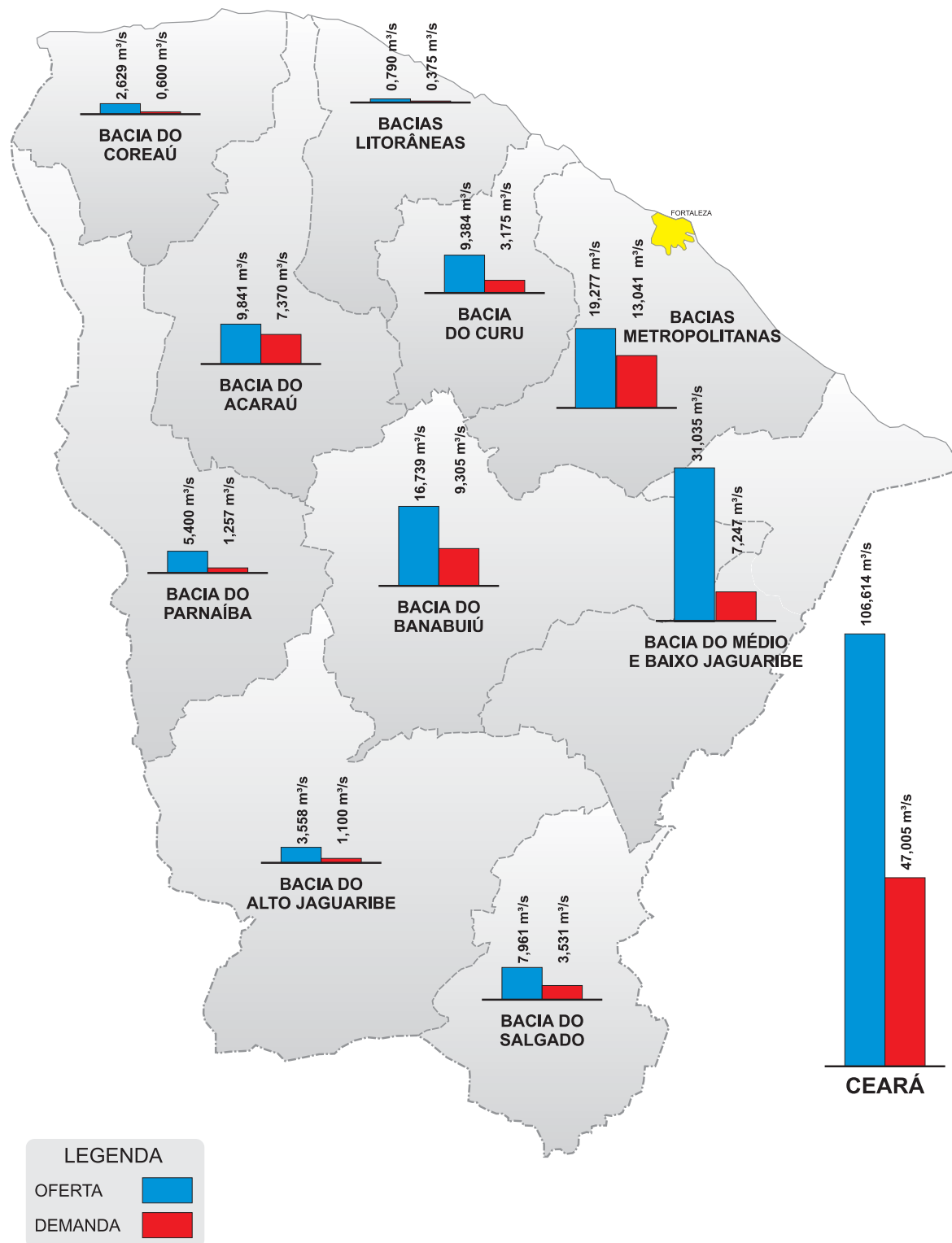
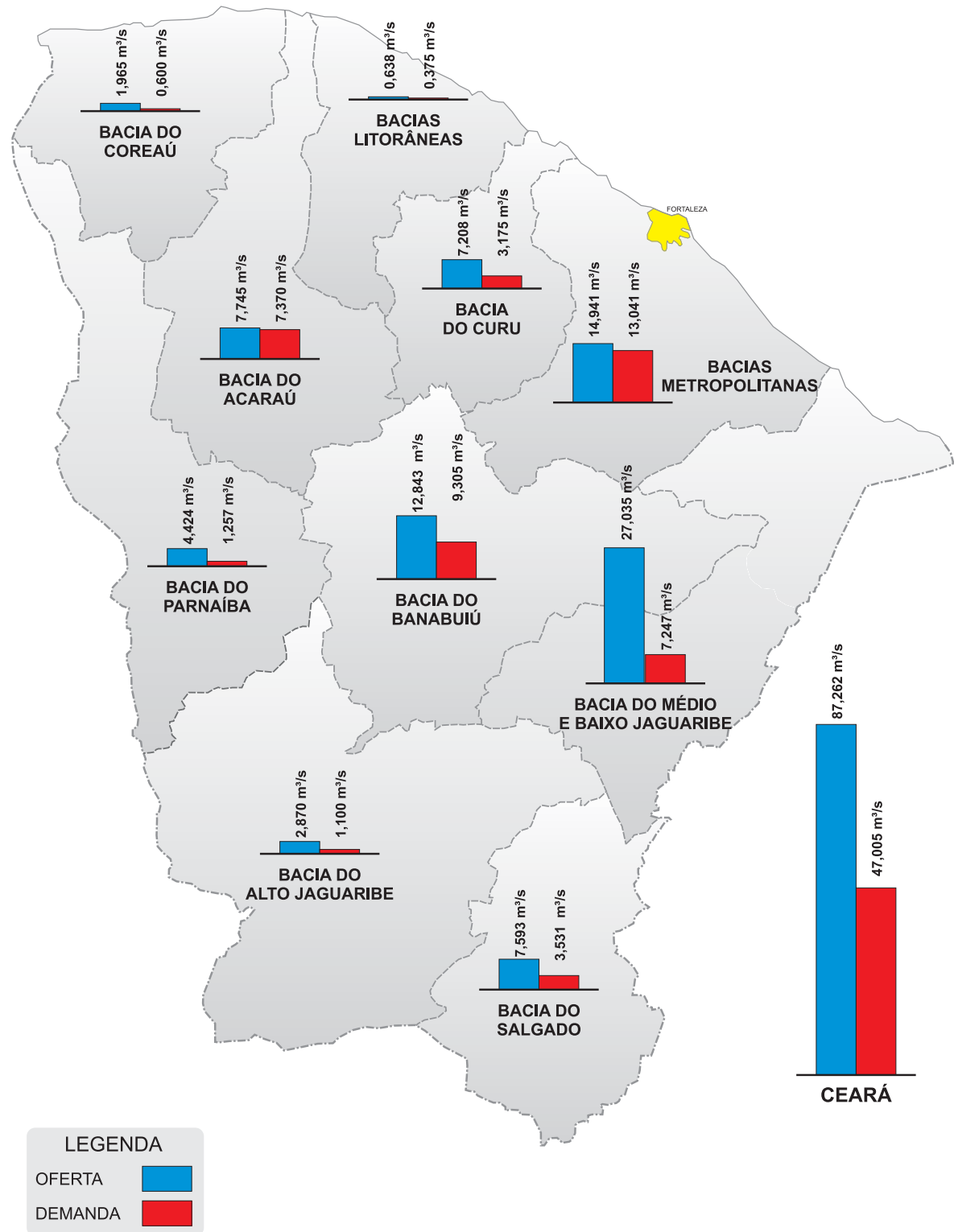


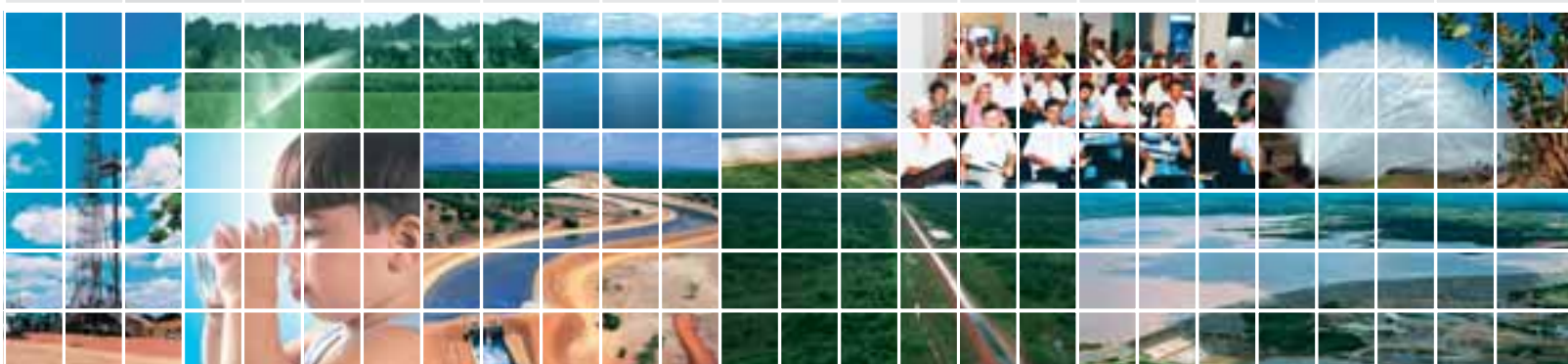
Figura 6.14 - Balanço Hídrico Concentrado do Estado do Ceará, Considerando a Disponibilidade Hídrica Efetiva com Volume de Alerta - Cenário de Diagnóstico (Ano 2000)





7

INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA





7-INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA

O Estado do Ceará tem implantado, ao longo dos anos, uma infra-estrutura hídrica representada, principalmente, pelos reservatórios de acumulação de água. O volume máximo acumulável, atualmente (22/03/2004), nos 126 açudes monitorados pela COGERH, perfaz um total de 17,8 bilhões de metros cúbicos.

Como decorrência dos regimes dos rios, a necessidade de se armazenar água nos períodos favoráveis, para sua utilização nos períodos secos, tem sido suprida com a implantação de obras hídricas, onde se destaca a construção de barragens.

O programa de construção de açudes, que já existe há mais de um século, vem sendo aperfeiçoado por todo este período. Nos primórdios das ações de combate às secas, as obras de construção de barragens não levavam em conta possíveis impactos (socioeconômicos e ambientais) negativos decorrentes de suas implantações. A formação de lagos no sertão representava para as populações ter ou não ter água para consumo nos meses e anos deficitários. Seus benefícios, tão evidentes, eram incomparavelmente maiores que os impactos decorrentes dos deslocamentos de populações atingidas, ou das agressões à flora e à fauna, que a construção de açudes pudesse induzir. Os benefícios muitas vezes significavam a própria sobrevivência de enormes contingentes populacionais.

É claro que, com o desenvolvimento alcançado pela região Nordeste e, em particular, pelo Ceará, a construção de um reservatório atualmente não se coloca em termos de sobrevivência para grande parte

da população, mas, sem dúvida, proporciona acentuada elevação das condições de vida de moradores das zonas interiores.

Com o advento das políticas ambientais, a mitigação dos impactos negativos tornou-se uma questão que hoje integra todos os processos, não somente da construção de barragens, mas também de qualquer outra infra-estrutura hídrica.

O Estado do Ceará, localizado na região Nordeste, tem 93% de seu território inserido no polígono das secas. Todos os seus rios têm caráter intermitente. Os rios cearenses têm seus cursos geralmente na direção geral sudoeste-nordeste, como se pode ver no Mapa 2.7 (apresentado no Capítulo 2 deste Diagnóstico), o qual mostra os limites das principais bacias hidrográficas estaduais.

A infra-estrutura hídrica do Estado é constituída basicamente pelas obras de acumulação, obras de distribuição e obras pontuais.

7.1 - OBRAS DE ACUMULAÇÃO

As obras de acumulação, representadas pelos açudes, distribuem-se nas diversas bacias hidrográficas que compreendem o território do Ceará.

De acordo com o art. 3º do Decreto nº 23.068, de 11 de fevereiro de 1994, o açude é classificado quanto ao volume hidráulico acumulável e quanto à superfície hidrográfica, conforme os índices apresentados no Quadro 7.1.

Estima-se que o Estado do Ceará possui cerca de 30.000 açudes construídos, entre públicos e privados (Menescal et al., 2001). Entretanto, a grande maioria é constituída de açudes particulares

7-INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA

Quadro 7.1 - Classificação dos Açudes Segundo o Decreto Nº 23.068, de 11 de Fevereiro de 1994

CLASSE	VOLUME HIDRÁULICO (hm ³)	SUPERFÍCIE HIDROGRÁFICA (km ²)
Micro	Até 0,5	Até 3
Pequeno	Acima de 0,5 até 7,5	Acima de 3 até 50
Médio	Acima de 7,5 até 75	Acima de 50 até 500
Grande	Acima de 75 até 750	Acima de 500 até 5.000
Macro	Acima de 750	Acima de 5.000

FONTE: Decreto nº 23.068, de 11 de fevereiro de 1994, publicado no Diário Oficial do Estado - DOE de 18 de fevereiro de 1994

de pequena capacidade de acumulação, não possuindo vazão regularizada que possa ser considerada como significativa na oferta de água. Estes se acham restritos a um atendimento localizado, particularmente para parte da população rural e para o atendimento aos rebanhos. Os 92 reservatórios de caráter interanual (ver Tabela 6.8 apresentada no capítulo 6 deste Diagnóstico) têm capacidade para acumular, em conjunto, cerca de 17,5 bilhões de metros cúbicos. O volume regularizado é de cerca de 4 bilhões de metros cúbicos anualmente (126,35 m³/s), com garantia mensal de 90%.

Nas Tabelas 7.1 a 7.12 encontra-se a discriminação dos 126 açudes monitorados pela COGERH, e nas Tabelas 7.13(a) e (b) encontra-se, respectivamente, a relação dos açudes em construção, atualmente (MAIO/2005), e os açudes recentemente construídos.

7.1.1-Bacia do Rio Coreau

A bacia do rio Coreau (10.657 km²), na qual se incluem algumas pequenas bacias circunvizinhas (Timonha, Pesqueiro e etc.) que deságuam diretamente no

oceano, possui alto rendimento hidrológico em razão de sua elevada pluviometria (em muitas áreas atinge valores superiores a 1.100 milímetros anuais)

Em termos de acumulação existem poucas obras, sendo que até o ano de 1992 existiam apenas dois reservatórios públicos, o Tucunduba (41,4 hm³) e o Várzea da Volta (12,5 hm³), segundo consta no Diagnóstico do PLANERH (SRH, 1992). Somente nos últimos anos é que foram construídos alguns açudes de maior expressão, tais como: Itaúna (77,5 hm³), Gangorra (62,5 hm³) e Angicos (56,0 hm³).

Estes cinco açudes têm capacidade para acumular cerca de 84% do volume máximo desta bacia, que é de 297,1 hm³.



AÇUDE ANGICOS





AÇUDE GANGORRA



AÇUDE ITAÚNA

7.1.2-Bacia do Rio Parnaíba

Uma pequena área (16.901 km²) da bacia do rio Parnaíba é parte integrante do território cearense (bacias dos rios Poti e Longá). Enquanto o rio Poti atravessa zonas com altos índices de aridez, o mesmo não acontece com a região drenada pelo rio Longá, situada mais ao norte, sobre o planalto da Ibiapaba. Nesta chapada, os altos índices pluviométricos e os solos de natureza sedimentar conferem aos cursos d'água des-



AÇUDE BARRA VELHA

ta área regime de semiperenidade, muito raro na região Nordeste.

Na bacia drenada pelo rio Parnaíba em território cearense, os principais açudes são:

Jaburu I (210,0 hm³), Jaburu II (116,0 hm³), Flor do Campo (111,3 hm³), Barra Velha (99,5 hm³) e Carnaubal (87,7 hm³). Estes cinco açudes têm capacidade para acumular cerca de 93% do volume máximo previsto para os nove reservatórios monitorados pela COGERH nesta bacia, que é de 673,8 hm³.



AÇUDE FLOR DO CAMPO

7-INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA

7.1.3-Bacia do Rio Acaraú

A bacia do rio Acaraú (14.423 km²) tem um regime de chuvas caracterizado por irregularidades interanuais. Parte da bacia possui altos índices pluviométricos (litoral, serra da Meruoca e Ibiapaba), enquanto que a pluviometria decresce nas áreas localizadas mais para o sul e para o leste, onde chega a valores de menos de 600 mm anuais.

Muito embora a bacia do Acaraú possua os açudes Ayres de Souza (104,4 hm³), Edson Queiroz (254,0 hm³) e Paulo Sarasate (891,0 hm³), entre outros, ainda apresenta nível de acumulação de água bem aquém do seu potencial. Estes três açudes têm capacidade para acumular cerca de 86% do volume máximo previsto para os doze reservatórios monitorados pela COGERH nesta bacia, que é de 1.443,7 hm³.



AÇUDE AYRES DE SOUZA (JAIBARAS)



AÇUDE EDSON QUEIROZ



AÇUDE PAULO SARASATE (ARARAS)



7.1.4 - Bacia do Rio Curu

A bacia do rio Curu (8.528 km²) tem regime pluviométrico caracterizado por distribuição irregular. As precipitações crescem no sentido do sertão para o litoral, onde alcançam valores superiores a 1.000 mm anuais, próximo à foz do rio. Dentre as bacias estaduais, esta é a que tem maior índice de controle, através de seus reservatórios que dominam cerca de 80% de sua superfície.

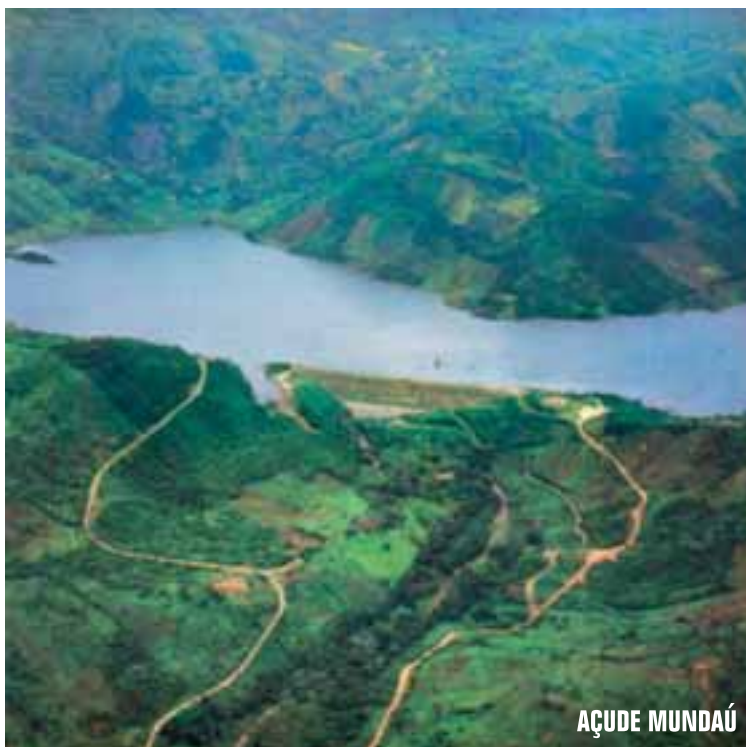
Os principais açudes são: Caxitoré (202,0 hm³), General Sampaio (322,2 hm³) e Pentecoste (395,6 hm³). Estes três açudes têm capacidade para acumular cerca de 86% do volume máximo previsto para os treze reservatórios monitorados pela COGERH nesta bacia, que é de 1.068,3 hm³.



7-INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA

7.1.5-Bacias Litorâneas

Esta região hidrográfica (8.619 km²), corresponde a um conjunto de pequenas bacias situadas na zona norte do Estado, entre as bacias do Acaraú e do Curu. Seus principais reservatórios são: Poço Verde (13,6 hm³), São Pedro da Timbaúba (19,2 hm³), Mundaú (21,3 hm³) e Santo Antônio de Aracatiaçu (24,3 hm³). Estes quatro açudes têm capacidade para acumular cerca de 80% do volume máximo previsto para os sete reservatórios monitorados pela COGERH nesta bacia, que é de 98,3 hm³.



7.1.6-Bacia do Rio Jaguaribe

A bacia do rio Jaguaribe, que envolve as bacias do Salgado, Banabuiú, Alto, Médio e Baixo Jaguaribe, cobre praticamente a metade da superfície do Estado. O volume acumulável que responde pela oferta de água deste vale, conside-

rando-se a rede de açudes existentes é superior a 10.000 hm³. O rio Jaguaribe tem uma extensão de aproximadamente 633 km. Os seus afluentes mais importantes são: (i) pela margem direita os rios Cariús, Salgado e Figueiredo; (ii) e pela margem esquerda o riacho do Sangue e os rios Banabuiú e Palhano.



7-INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA

Os principais mananciais são os açudes: Pedras Brancas (434,0 hm³), Banabuiú (1.601,0 hm³), Orós (1.940,0 hm³) e Castanhão (6.700,0 hm³), que juntos correspondem a 84% do volume máximo acumulável nesta região hidrográfica.

Tais reservatórios, além de vários outros situados em bacias secundárias, são responsáveis pelo abastecimento da população residente na bacia do rio Jaguaribe e pelas atividades de agricultura irrigada, que se desenvolvem ao longo do vale.



7-INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA

7.1.7-Bacias Metropolitanas

A área da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) - na qual residem 39% da população cearense, segundo o Censo Demográfico 2000 (IBGE, 2002) - é drenada por um conjunto de bacias hidrográficas de tamanhos e formas variadas. Os cursos d'água que se destacam, por seus portes, são: Choró, Pirangi, Pacoti e São Gonçalo. Grande importância é conferida a estas bacias pelo papel que elas desempenham no abastecimento de água da Região Metropolitana de Fortaleza. Exceto às regiões do médio curso do rio São Gonçalo, do Alto/Médio Choró e de praticamente toda a bacia do Pirangi, as demais bacias apresentam índices pluviométricos anuais médios superiores a 1.000 mm (SRH/COGERH/VBA, 2000).

O abastecimento das demandas da RMF é feito atualmente por um sistema de reservatórios. Os principais açudes são: Pacajús (240,0 hm³), Pacoti (380,0 hm³), Riachão (46,9 hm³), Gavião (32,9 hm³), Sítios Novos (126,0 hm³) e Aracoiaíba (170,7 hm³). Este sistema permite dispor uma vazão regularizada da ordem de 14,5 m³/s, o que atualmente é suficiente para satisfazer todas as demandas agregadas (13,0 m³/s).



AÇUDE SÍTIOS NOVOS



AÇUDE ARACOIABA



AÇUDE PACAJÚS



AÇUDE ACARAPE DO MEIO



7.2- OBRAS DE DISTRIBUIÇÃO

As obras de distribuição são constituídas por sistemas de adutoras e canais disseminados pelo território do Estado, com vistas a proporcionar maior alcance das fontes de água representadas pelos açudes, aumentando, conseqüentemente, o número de beneficiários e usuários de água. Visa, também, promover uma melhor gestão dos recursos hídricos existentes, movimentando a água em direção aos

diversos pontos de consumo, aumentando assim a eficiência dos reservatórios.

Na Tabela 7.14 listam-se as adutoras já construídas, indicando a sua localização, a fonte hídrica, a extensão, a vazão, a estimativa da população beneficiária e o órgão executor. Destaque-se a extensão total de cerca de 1.300 km de adutoras já construídas, permitindo o atendimento a uma população de mais de um milhão e trezentos mil cearenses.



ADUTORA DE CAMPOS SALES (Foto 1)



ADUTORA DE CAMPOS SALES (Foto 2)



ADUTORA DO PECÉM



ADUTORA DO ACARAPE



ADUTORA DA IBIAPABA (Foto 1)



ADUTORA DA IBIAPABA (Foto 2)

7-INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA

7.2.1-0 Canal do Trabalhador

A partir do início da década de 90, a água do rio Jaguaribe passou também a abastecer a cidade de Fortaleza e sua região metropolitana, através da transposição feita pelo Canal do Trabalhador. Este canal, com cerca de 100 km de extensão, foi dimensionado para aduzir uma vazão máxima de 6 m³/s.

A captação d'água no rio Jaguaribe é feita através da estação de bombeamento de Itaiçaba. Esta compõe-se de 6 (5 ativas + 1 reserva) bombas, com vazão de 1,2 m³/s, altura manométrica total de 50 m.c.a. e potência de 1.000 CV, cada uma. A adutora de recalque, de aço carbono, possui 750 m de extensão e diâmetro de 1.800 mm.

Com exceção de um trecho com cerca de 10 km, onde o revestimento é em concreto armado, a estanqueidade do ca-

nal é toda assegurada através de revestimento em lona plástica. O canal atravessa três pontos baixos em seu trajeto, por meio de sifões. O primeiro e o segundo, denominados Sifão do Macacos e Sifão do Umburanas, são constituídos por tubulações de 2.500 mm de diâmetro e 1.600 m e 2.860 m de extensão, respectivamente. O terceiro (Sifão do Pirangí), constituído em aço corrugado, serve para ultrapassar o rio Pirangí. Possui 2.300 m de comprimento e 2.400 mm de diâmetro.

O canal está assentado, em quase todo o seu percurso, em terrenos da formação Barreiras, onde predominam solos arenosos. Disto resultam grandes dificuldades para se assegurar a estabilidade de seus taludes externos e a manutenção de sua seção, que sofre erosão e deposição de areias transportadas pelos ventos.



CANAL DO TRABALHADOR (Foto 1)



CANAL DO TRABALHADOR (Foto 2)



SIFÃO DO PIRANGÍ



SIFÃO DO UMBURANAS

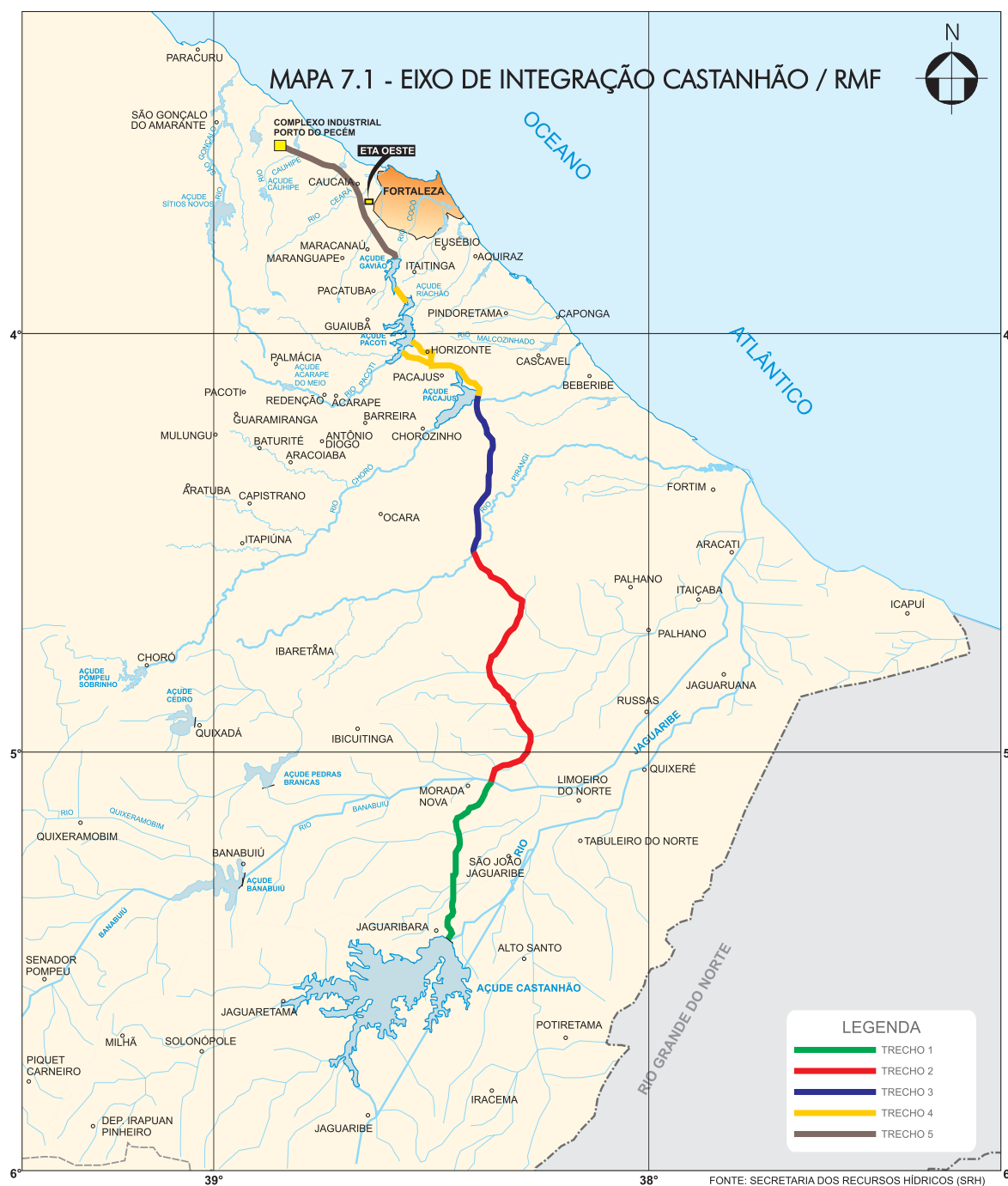


7.2.2-0 Eixo De Integração Castanhão/RMF

O sistema projetado (Mapa 7.1), do-
 ravante denominado Eixo Castanhão/RMF,
 Sistema Adutor Castanhão/RMF ou simples-
 mente de Canal da Integração, constitui-se
 de um conjunto complexo de estação de
 bombeamento, canais, adutoras e túneis,

cujo objetivo é permitir a transposição de
 água desde o Açude Castanhão até a Re-
 gião Metropolitana de Fortaleza (RMF), bem
 como garantir o atendimento a projetos de
 irrigação a serem implantados ao longo de
 seu traçado, sendo a vazão máxima de di-
 mensionamento igual a 22 m³/s.

Mapa 7.1 - Eixo de Integração Castanhão / RMF



7-INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA

O Eixo Castanhão/RMF tem seu início imediatamente a jusante da barragem do açude Castanhão, derivando sua vazão diretamente da tubulação da tomada d'água do respectivo reservatório. A transposição, então, é realizada até o açude Gavião, reservatório integrante do Sistema de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Fortaleza (SAARMF). O percurso estende-se ao longo de aproximadamente 201 km até o açude Gavião de onde segue por mais 55 km até o Porto do Pecém.

Para facilitar a descrição do projeto, o mesmo foi dividido em cinco trechos, conforme descrito a seguir.

TRECHO 1: Açude Castanhão / Açude Curral Velho

O Trecho 1 tem início na ombreira direita da barragem Castanhão, na cota 71m, através de uma derivação em carga das tubulações da tomada d'água do referido açude. A adução segue em recalque por três quilômetros até atingir o patamar da cota 127 m, nas proximidades de Nova Jaguaribara, onde se inicia a adução gravitária até o açude Gavião. Este trecho se estende até o Canal Adutor I do Projeto de

Irrigação Tabuleiro de Russas, ao qual será integrado, passando pelo açude Curral Velho. Desenvolve-se por 54,7 km apresentando ao longo do seu traçado seis depressões, com destaque para os vales dos riachos Livramento, Seco/Formoso, Santa Rosa, Córrego do Corcunda e do rio Banabuiú. As principais obras a serem implantadas neste trecho estão representadas por seis sifões com extensão total de 15,8 km. Constará ainda com um canal reservatório, com volume total de 175 mil m³, que permite a operação do sistema de adução em regime diário contínuo, e com uma estrutura de dissipação de energia. Permite a integração dos projetos de irrigação Chapadão do Castanhão e Transição Sul de Morada Nova (Roldão) ao empreendimento, além do Perímetro Irrigado Xique-Xique e do Projeto Tabuleiro de Russas. Este trecho foi concluído em dezembro de 2004.

TRECHO 2: Açude Curral Velho / Serra do Félix

O Trecho 2, com extensão total de 45,9 km, tem início no açude Curral Velho, onde será construída uma tomada d'água com características semelhantes às da existente no Perímetro de Irrigação Tabuleiro de Russas. Desenvolve-se no seu

trecho inicial paralelo ao canal adutor do Projeto de Irrigação Tabuleiro de Russas, transpõe o rio Palhano através de um sifão com 5,5 km e deflete na direção sul/norte até atingir as imediações do ponto de sela da Serra do Félix. Como obras principais figuram, ainda, mais três sifões para travessia dos riachos Boa Vista, Mão Ruiva e Melancias, que juntos perfazem 4,7 km de tubulação.



TRECHO 3: Serra do Félix / Açude Pacajús

O Trecho 3 tem início na travessia da Serra do Félix, estendendo-se até o açude Pacajús. Com extensão total de 66,3 km, este trecho pode dividir-se em dois sub-trechos: o primeiro com 22,6 km de extensão até o leito do rio Pirangí; e o segundo com 43,7 km de extensão até o açude Pacajús. Conterá com quatro sifões para a travessia dos talwegues do rio Pirangi e dos riachos Serrote, Juazeiro e Marambaia, totalizando 6,2 km de tubulações, restando, portanto, 36,7 km de canal a céu aberto. O Trecho 3 termina no emboque de montante do sifão do rio Choró, localizado imediatamente a jusante da barragem do açude Pacajús.

TRECHO 4: Açude Pacajús / Açude Gavião

O Trecho 4, com 33,9 km de extensão, tem início a montante do sifão do rio Choró e termina ao atingir o açude Gavião,



através do qual é alimentada a estação de tratamento d'água que abastece a RMF. Tem como objetivo principal efetuar o "by pass" ao atual sistema elevatório Pacajús/Ererê/Pacoti. Aparecem como obras de relevância neste trecho, o sifão do rio Choró (2,6 km), cujo traçado é condicionado pela proximidade do açude Pacajús e necessidade de

TRECHO 1 (Foto 2)



travessia a jusante do vertedouro dessa barragem; a travessia da BR-116; o cruzamento com o Sistema Pacajús/Ererê/Pacoti; a travessia do divisor Choró/Pacoti; a descarga no açude Pacoti, constituída por uma estrutura de dissipação de energia em degraus; a ampliação do canal de ligação entre os açudes Pacoti e Riachão (0,8 km), além da ampliação e recuperação do túnel e do canal de ligação entre os açudes Riachão e Gavião, com uma extensão em túnel de 1,1 km e de 4,5 km em canal.

TRECHO 5: Sistema Adutor Gavião/pecém

O quinto trecho corresponde ao Trecho Oeste, denominado como Sistema



7-INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA

Adutor Gavião/Pecém (Mapa 7.2). Desenvolve-se no sentido leste-oeste, a partir da captação flutuante no açude Gavião, através de sistemas adutores constituídos por tubulações em recalque ou gravitárias com extensão de 55,16 km. O traçado estende-se paralelamente ao litoral, cruzando o território dos municípios de Pacatuba, Maracanaú, Caucaia e São Gonçalo do Amarante. Acompanha, no seu trecho final, a Via Estruturante (CE-085), com derivação a direita no km 33,35, para alimentação do sistema de abastecimento das Praias Oeste e do Complexo Turístico, e prosseguindo rumo oeste até atingir à área de reserva da ETA-Pecém do CIPP, com possibilidade de funcionar de forma reversível em seu trecho final.

Na concepção do sistema o mesmo foi dividido em Captação e em três trechos principais: T1, T2 e T3. O sistema é composto, ainda, por dois trechos complementares TC1 e TC2. O primeiro trecho complementar TC1 corresponde ao sistema de adução de água tratada que atenderia as Praias Oeste e parte do Complexo Turístico. O trecho complementar TC2 é constituído pela obra de interligação do açude Anil ao Sistema Adutor Sítios Novos/Pecém.

Além do sistema adutor principal e dos trechos complementares, se integram no contexto do planejamento global do projeto as estações de tratamento ETA-Oeste (5 m³/s) e ETA-Praias (0,5 m³/s).

A ETA-Oeste se localizará no final do Trecho T1 do sistema adutor de água bruta, mais precisamente nas proximidades do km 19, na região de Urucutuba, onde existe atualmente um reservatório apoiado que está associado ao sistema de distribuição do Toco. A ETA será

executada em duas etapas, sendo cada uma correspondente a metade da capacidade final de 5 m³/s. A implantação dessa ETA inclui ainda a construção da primeira etapa da estação de bombeamento EE2B, que levaria água bruta do reservatório R2 para ETA, com potência instalada total de 1.000 CV.

A ETA-Praias será localizada no final do trecho T2 do sistema adutor, à margem da Rodovia Estruturante (CE-085), nas proximidades do loteamento Garrote Village. Essa estação será construída integralmente na primeira etapa com a capacidade de 0,5 m³/s.

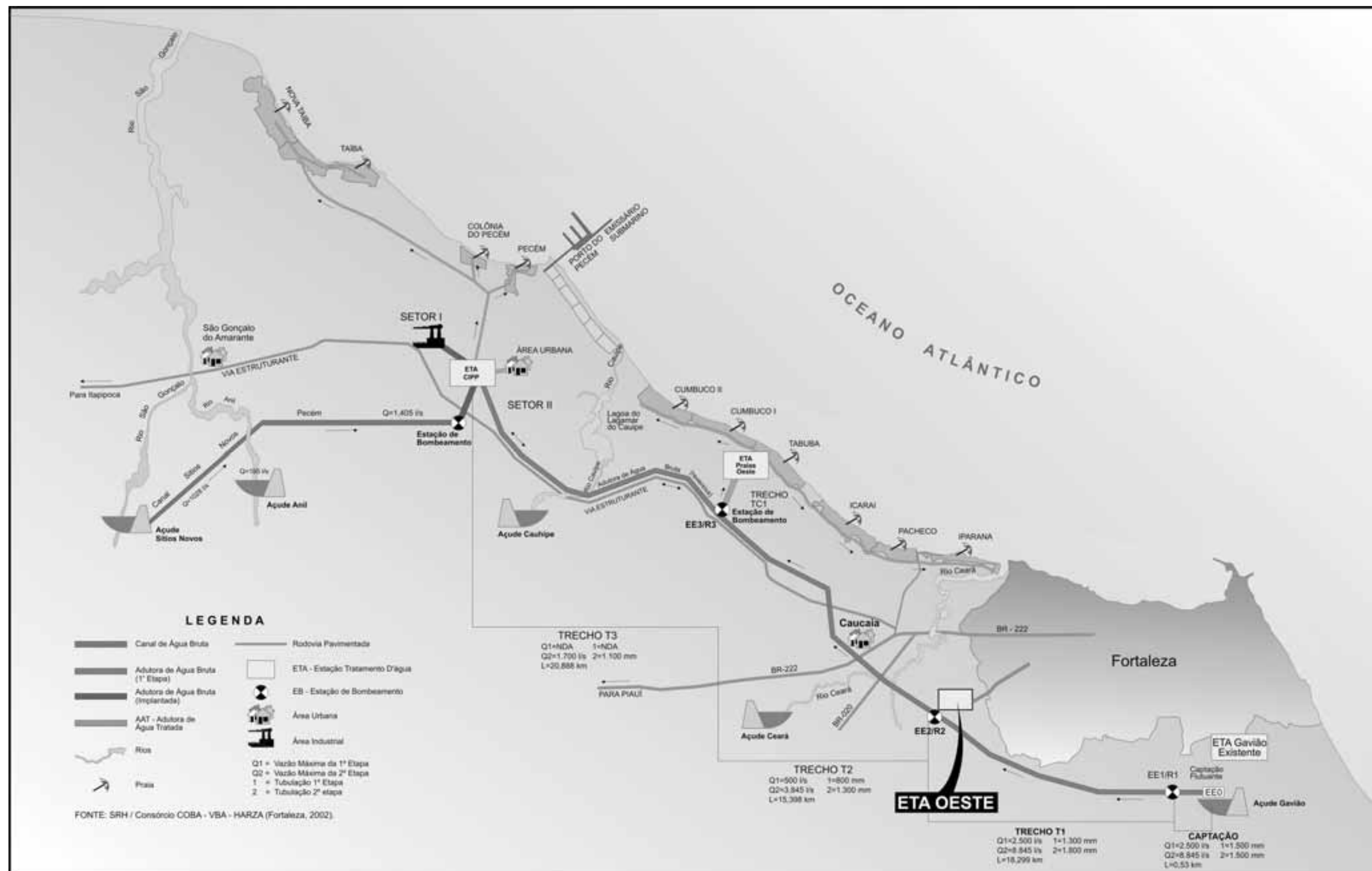
A) Captação

A estrutura de captação no Açude Gavião será implantada a montante da ombreira esquerda do barramento do referido açude. É composta basicamente de uma estação com oito bombas (denominada EE0), montadas sobre dois flutuantes de onde partem oito tubulações flexíveis em PEAD, com diâmetro externo de 900 mm, que transferem a água bombeada para duas adutoras em aço com diâmetro de 1.500 mm, aduzindo as vazões para o reservatório apoiado R1, de onde partirá o Trecho T1.

O sistema de bombeamento da captação será composto por 8 (oito) bombas ativas, em final de plano, montadas sobre dois flutuantes na bacia hidráulica do açude Gavião, sendo 1 (uma) de reserva não montada nos flutuantes. A estação apresentará as seguintes características em final de plano: $Q = 8.845$ l/s; $q = 1.106$ l/s; altura manométrica total = 11,22 m.c.a.; potência unitária = 200 CV; e potência total instalada = 1.600 CV.



Mapa 7.2 - Sistema Adutor Gavião / Pecém Desenho Esquemático





A implantação da captação dar-se-á em três etapas:

- 1ª Etapa - Ano 0 (2003): prevista a implantação da primeira linha de adutora com diâmetro de 1.500 mm, extensão de 548 m e vazão de 2.500 l/s, e da execução da primeira etapa da estação de bombeamento EE0, com 2 bombas e potência instalada de 400 CV;
- 2ª Etapa - Ano 10 (2013): deverá ser implantada, paralela a primeira, a segunda linha adutora com diâmetro de 1.500 mm e extensão de 548 m, além de mais quatro unidades de bombeamento na EE0, chegando a uma potência instalada de 1.200 CV e uma vazão máxima de 7.000 l/s;
- 3ª Etapa - Ano 15 (2018): conclusão da estação de bombeamento com a instalação de mais duas unidades de bombeamento, chegando a vazão e potência de projeto, correspondentes a 8.845 l/s e 1.600 CV, respectivamente.

B) Trecho T1

O trecho principal T1 se estende da estação de bombeamento EE1, às margens do açude Gavião, até o reservatório apoiado R2. Destina-se ao abastecimento da futura ETA-Oeste, da ETA-Praias e do CIPP. Será composto por 02 (duas) adutoras em recalque, implantadas em etapas distintas, apresentando as seguintes características:

- 1ª Etapa - Ano 0 (2003): prevista a implantação da primeira adutora com diâmetro de 1.300 mm,

extensão de 18,3 km e vazão de 2.500 l/s, e execução da primeira etapa da estação de bombeamento EE1, com 2 bombas e potência instalada de 1.400 CV;

- 2ª Etapa - Ano 10 (2013): deverá ser implantada, paralela a primeira, a segunda linha adutora com diâmetro de 1.800 mm e extensão de 18,3 km, além de mais duas unidades de bombeamento na EE0, chegando a uma potência instalada de 2.800 CV e uma vazão máxima de 7.200 l/s;
- 3ª Etapa - Ano 15 (2018): conclusão da estação de bombeamento com a instalação de mais quatro unidades de bombeamento, chegando a vazão e potência de projeto, correspondentes a 8.845 l/s e 5.600 CV, respectivamente.

O sistema de bombeamento do Trecho T1, denominado EE1, será composto por 8 (oito) bombas ativas e 1 (uma) de reserva, em final de plano, e apresentará as seguintes características: $Q = 8.845$ l/s; $q = 1.106$ l/s; altura manométrica total = 36,1 m.c.a.; potência unitária = 700 CV; e potência total instalada = 5.600 CV.

C) Trecho T2

O trecho principal T2, com uma extensão total de 15,4 km, inicia-se na estação de bombeamento EE2, de onde parte, além do trecho T2 (EE2A), a adução para a futura ETA-Oeste.

Desenvolve-se até o reservatório apoiado R3, no km 34,3, onde se localizarão as derivações para ETA-Praias Oeste, para o Complexo Turístico e para o CIPP

7-INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA

(trecho T3). O sistema de adução será composto por 2 (duas) adutoras que funcionarão, inicialmente, em regime gravitatório até meados do ano 14 (2017), quando as vazões necessárias a serem aduzidas implicarão na necessidade de instalação da estação de bombeamento.

As adutoras deverão ser implantadas em etapas distintas, apresentando as seguintes características:

- 1ª Etapa - Ano 0 (2003): Prevista a implantação da primeira adutora com diâmetro de 800 mm, extensão de 15,40 km e vazão inicial de 200 l/s, alcançando 426 l/s ao final da 1ª etapa no ano 9 (2012);
- 2ª Etapa - Ano 10 (2013): Prevista a implantação da segunda linha de adutora, paralela à primeira, com diâmetro de 1.300 mm e extensão de 15,40 km. O sistema continua gravitatório até o ano 2017;
- 3ª Etapa - Ano 15 (2018): implantação da estação de bombeamento EE2A, atingindo a capacidade máxima do sistema de 3.845 l/s.

O sistema funcionará gravitariamente até o ano 14 (2017), quando será iniciada a implantação da estação elevatória EE2A que terá as seguintes características: $Q = 3.845$ l/s; número de bombas = $3A + 1R$; $q = 1.282$ l/s; altura manométrica total = 28,85 m.c.a.; potência unitária = 600 CV; e potência total instalada = 1.800 CV.

A estação EE2B não integra o escopo do presente projeto, estando incluído no projeto da ETA-Oeste, a ser elaborado pela CAGECE.

D) Trecho T3

O trecho principal T3 tem o seu início na estação elevatória EE3, desenvolvendo-se por 20,89 km, até alcançar o reservatório apoiado do Pecém que corresponde ao ponto final do trecho e do sistema adutor de água bruta.

O Trecho T3 apresenta a possibilidade de operar com fluxo reversível, em função das necessidades e disponibilidades hídricas do sistema de reservatórios Cauhipe/Anil/Sítios Novos, e será composto por uma adutora a ser implantada somente na segunda etapa do projeto, ano 10 (2013), com as seguintes características hidráulicas:

- 1ª Etapa - Ano 1 (2003): para esse trecho não será implantada nenhuma adutora nessa etapa;
- 2ª Etapa - Ano 10 (2013): Implantação de uma adutora com diâmetro de 1.100 mm, extensão de 20,89 km, e execução da primeira etapa da estação de bombeamento EE3B, compreendendo a instalação de 3 unidades de bombeamento (potência instalada de 1.350 CV e vazão máxima de 1.500 l/s);
- 3ª Etapa - Ano 15 (2018): conclusão da estação de bombeamento EE3B com a instalação da última unidade de bombeamento, chegando a uma vazão de 1.700 l/s e potência de 1.800 CV.

A estação elevatória EE3A atingirá sua capacidade máxima no ano 2018 apresentando as seguintes características: $Q = 1.700$ l/s; número de bombas = $4A + 1R$; $q = 425$ l/s; potência unitária = 450 CV; e potência total instalada = 1.800 CV.



7.3-OBRAS PONTUAIS (POÇOS)

A Tabela 7.15 mostra os poços cadastrados e construídos no Estado, distribuídos por região hidrográfica.

Alguns pontos devem ser destacados em relação aos números apresentados. O maior número de poços encontra-se na área das Bacias Metropolitanas, os quais têm atendido a população de Fortaleza nos momentos de crises do abastecimento da rede pública.

Nas outras regiões do Estado, a construção de poços visa, principalmente,

ao atendimento pontual da população, em função da baixa vazão média dos poços (em torno de 2 m³/h) e da qualidade da água (em sua maior parte, com teores de sais acima de 1.000 ppm).

Deve-se, entretanto, destacar a Bacia do Salgado, com poços de maior vazão média, embora tenham grandes profundidades.

O atendimento com abastecimento através de poços à população beneficia mais de 352.000 famílias, ou seja algo em torno de 1,7 milhão de pessoas.



EQUIPAMENTO DE PERFURAÇÃO DE POÇOS PROFUNDOS

7-INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA

Tabela 7.1 - Açudes da Bacia do Alto Jaguaribe

Nome do Açude	Município	Capacidade de Acumulação (m³)
01 Arneiroz II	Arneiroz	197.060.000
02 Benguê	Aiuaba	19.560.000
03 Canoas	Assaré	69.250.000
04 Do Coronel	Antonina do Norte	1.770.000
05 Espírito Santo	Parambu	3.390.000
06 Favelas	Tauá	30.100.000
07 Faé	Quixelô	23.400.000
08 Forquilha II	Tauá	3.400.000
09 Muquém	Cariús	47.643.000
10 Orós	Orós	1.940.000.000
11 Parambu	Parambu	8.530.000
12 Pau Preto	Potengi	1.770.000
13 Poço da Pedra	Campos Sales	52.000.000
14 Quincoé	Acopiara	7.130.000
15 Rivaldo de Carvalho	Catarina	19.520.000
16 Trici	Tauá	16.500.000
17 Trussu	Iguatu	301.000.000
18 Valério	Altaneira	2.020.000
19 Várzea do Boi	Tauá	51.910.000
TOTAL	19 açudes	2.795.953.000

FONTE: COGERH (<http://www.cogerh.com.br>). Informação capturada em 24/05/2005.

Tabela 7.2 - Açudes da Bacia do Salgado

Nome do Açude	Município	Capacidade de Acumulação (m³)
01 Atalho II	Brejo Santo	108.250.000
02 Cachoeira	Aurora	34.330.000
03 Estrema	Lavras da Mangabeira	2.900.000
04 Gomes	Mauriti	2.390.000
05 Lima Campos	Icó	66.380.000
06 Manoel Balbino	Juazeiro do Norte	37.180.000
07 Olho D'água	Várzea Alegre	21.200.000
08 Prazeres	Barro	32.500.000
09 Quixabinha	Mauriti	31.780.000
10 Rosário (1)	Lavras da Mangabeira	47.200.000
11 Tatajuba	Icó	2.720.000
12 Thomás Osterne	Crato	28.780.000
13 Ubaldinho	Cedro	31.800.000
TOTAL	13 açudes	447.410.000

FONTE: COGERH (<http://www.cogerh.com.br>). Informação capturada em 24/05/2005.

NOTA: Consta no Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe (SRH/COGERH/Engesoft, 2000) que a capacidade desse reservatório é de 62,98 hm



Tabela 7.3 - Açudes da Bacia do Banabuiú

Nome do Açude	Município	Capacidade de Acumulação (m³)
01 Banabuiú	Banabuiú	1.601.000.000
02 Capitão Mor	Pedra Branca	6.000.000
03 Cedro	Quixadá	126.000.000
04 Cipoada	Morada Nova	86.090.000
05 Fogareiro	Quixeramobim	118.820.000
06 Jatobá	Milhã	1.070.000
07 Monsenhor Tabosa	Monsenhor Tabosa	12.100.000
08 Patu	Senador Pompeu	71.829.000
09 Pedras Brancas	Quixadá	434.040.000
10 Pirabibu	Quixeramobim	74.000.000
11 Poço do Barro	Morada Nova	52.000.000
12 Quixeramobim	Quixeramobim	54.000.000
13 São José I	Boa Viagem	7.670.000
14 São José II	Piquet Carneiro	29.140.000
15 Serafim Dias	Mombaça	43.000.000
16 Trapiá II	Pedra Branca	18.190.000
17 Vieirão (Boa Viagem)	Boa Viagem	20.960.000
TOTAL	17 açudes	2.758.919.000

FONTES: COGERH (<http://www.cogerh.com.br>). Informação capturada em 24/05/2005.

Tabela 7.4 - Açudes da Bacia do Médio Jaguaribe

Nome do Açude	Município	Capacidade de Acumulação (m³)
01 Adauto Bezerra	Pereiro	5.250.000
02 Canafistula	Iracema	13.110.000
03 Castanhão (1)	Alto Santo	6.700.000.000
04 Ema	Iracema	10.390.000
05 Jenipapeiro	Dep. Irapuan Pinheiro	17.000.000
06 Joaquim Távora	Jaguaribe	26.772.800
07 Madeiro	Pereiro	2.810.000
08 Nova Floresta	Jaguaribe	7.610.000
09 Potiretama	Potiretama	6.330.000
10 Riacho do Sangue	Solonópole	61.424.000
11 Santa Maria	Ererê	5.866.800
12 Santo Antônio	Iracema	832.000
TOTAL	12 açudes	6.857.395.600

FONTES: COGERH (<http://www.cogerh.com.br>). Informação capturada em 24/05/2005

NOTA: (1) O volume de 6.700 hm³ refere-se a capacidade total para o nível d'água máximo (cota 106 m). Há de se destacar que o volume (4.451 hm³) considerado no Capítulo 6 deste Diagnóstico, está compatível com o valor utilizado na simulação da operação do reservatório - realizada para o cálculo da vazão regularizada (SRH/COGERH/Engesoft. Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe, 2000).

7-INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA

Tabela 7.5 - Açudes da Bacia do Baixo Jaguaribe

Nome do Açude	Município	Capacidade de Acumulação (m³)
01 S. Antônio de Russas	Russas	24.000.000
TOTAL	1 açude	24.000.000

FONTE: COGERH (<http://www.cogerh.com.br>). Informação capturada em 24/05/2005.

Tabela 7.6 - Açudes da Bacia do Acaraú

Nome do Açude	Município	Capacidade de Acumulação (m³)
01 Acaraú Mirim	Massapé	52.000.000
02 Araras	Varjota	891.000.000
03 Arrebíta	Forquilha	19.600.000
04 Ayres de Souza	Sobral	104.430.000
05 Bonito	Ipu	6.000.000
06 Carão	Tamboril	26.230.000
07 Edson Queiroz	Santa Quitéria	254.000.000
08 Farias de Souza	Nova Russas	12.230.000
09 Forquilha	Forquilha	50.130.000
10 São Vicente	Santana do Acaraú	9.840.000
11 Sobral	Sobral	4.675.000
12 Carmina	Catunda	13.628.000
TOTAL	12 açudes	1.443.763.000

FONTE: COGERH (<http://www.cogerh.com.br>). Informação capturada em 24/05/2005.

Tabela 7.7 - Açudes da Bacia do Coreaú

Nome do Açude	Município	Capacidade de Acumulação (m³)
01 Angicos	Coreaú	56.050.000
02 Diamante	Coreaú	13.200.000
03 Gangorra	Granja	62.500.000
04 Itaúna	Chaval	77.500.000
05 Martinópole	Martinópole	23.200.000
06 Premuoca	Uruoca	5.200.000
07 Trapiá III	Coreaú	5.510.000
08 Tucunduba	Senador Sá	41.430.000
09 Varzea da Volta	Moraújo	12.500.000
TOTAL	9 açudes	297.090.000

FONTE: COGERH (<http://www.cogerh.com.br>). Informação capturada em 24/05/2005.



Tabela 7.8 - Açudes da Bacia do Curu

Nome do Açude	Município	Capacidade de Acumulação (m³)
01 Caracas	Canindé	9.630.000
02 Caxitoré	Umirim	202.000.000
03 Desterro	Caridade	5.010.000
04 Frios	Umirim	33.020.000
05 General Sampaio	General Sampaio	322.200.000
06 Jerimum	Irauçuba	20.500.000
07 Pentecoste	Pentecoste	395.630.000
08 Salão	Canindé	6.040.000
09 São Domingos	Caridade	3.035.000
10 São Mateus	Canindé	10.330.000
11 Souza	Canindé	30.840.000
12 Tejuçuoca	Tejuçuoca	28.110.000
13 Trapiá I	Caridade	2.010.000
TOTAL	13 açudes	1.068.355.000

FONTE: COGERH (<http://www.cogerh.com.br>). Informação capturada em 24/05/2005.

Tabela 7.9 - Açudes da Bacia do Parnaíba

Nome do Açude	Município	Capacidade de Acumulação (m³)
01 Barra Velha	Independência	99.500.000
02 Carnaubal	Crateús	87.690.000
03 Colina	Quiterianópolis	3.250.000
04 Cupim	Independência	4.550.000
05 Flor do Campo	Novo Oriente	111.300.000
06 Jaburu I	Ubajara	210.000.000
07 Jaburu II	Independência	116.000.000
08 Realejo	Crateús	31.550.000
09 Sucesso	Tamboril	10.000.000
TOTAL	9 açudes	673.840.000

FONTE: COGERH (<http://www.cogerh.com.br>). Informação capturada em 24/05/2005.

7-INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA

Tabela 7.10 - Açudes das Bacias Metropolitanas

Nome do Açude	Município	Capacidade de Acumulação (m³)
01 Acarape do Melo	Redenção	31.500.000
02 Amanary	Maranguape	11.010.000
03 Castro	Itapiúna	63.900.000
04 Cauhipe	Caucaia	12.000.000
05 Gavião	Pacatuba	32.900.000
06 Hipólito	Aracape	6.540.000
07 Pacajus	Pacajus	240.000.000
08 Pacoti	Horizonte	380.000.000
09 Penedo	Maranguape	2.414.000
10 Pompeu Sobrinho	Choró	143.000.000
11 Riachão	Itaitinga	46.950.000
12 Sítios Novos	Caucaia	126.000.000
13 Catucinzena	Aquiraz	27.130.000
14 Aracoiaba	Aracoiaba	170.700.000
15 Malcozinhado	Cascavel	37.840.000
TOTAL	15 açudes	1.331.884.000

FONTE: COGERH (<http://www.cogerh.com.br>). Informação capturada em 24/05/2005.

Tabela 7.11- Açudes das Bacias Litorâneas

Nome do Açude	Município	Capacidade de Acumulação (m³)
01 Mundaú	Uruburetama	21.300.000
02 Patos	Sobral	7.550.000
03 Poço Verde	Itapipoca	13.650.000
04 Quandú	Itapipoca	4.000.000
05 Santo Antônio de Aracatiaçu	Sobral	24.340.000
06 Santa Maria de Aracatiaçu	Sobral	8.200.000
07 São Pedro da Timbaúba	Miraíma	19.250.000
TOTAL	7 açudes	98.290.000

FONTE: COGERH (<http://www.cogerh.com.br>). Informação capturada em 24/05/2005.



Tabela 7.12 - Capacidade de Acumulação dos Principais Açudes do Estado do Ceará

Região Hidrográfica	Quantidade	Capacidade de Acumulação (m³)
Alto Jaguaribe	16	2.795.953.000
Salgado	13	447.410.000
Banabuiú	17	2.758.919.000
Médio Jaguaribe	12	6.857.395.600
Baixo Jaguaribe	01	24.000.000
Acaraú	12	1.443.763.000
Coreaú	09	297.090.000
Curu	13	1.068.355.000
Parnaíba	09	673.840.000
Metropolitanas	15	1.331.884.000
Litorâneas	07	98.290.000
TOTAL	123	17.796.899.600

FONTE: COGERH (<http://www.cogerh.com.br>). Informação capturada em 24/05/2005.

Tabela 7.13 - Açudes em Construção no Estado do Ceará (Situação em MAIO/2005)

Açude	Município	Capacidade (m³)	Situação	% Realizada	Previsto conclusão (Ano)
Arneiroz II	Arneiroz	197.100.000	Em Andamento	99%	2005
Batente	Morada Nova	52.700.000	Paralisada	60%	2006
Candeias	Aracoiaba	4.700.000	Paralisada	15%	2007
Diamantino	Marco	17.100.000	Paralisada	40%	2006
Itapebussu	Maranguape	9.000.000	Paralisada	80%	2005
Macacos	Ibaretama	12.400.000	Paralisada	12%	2005
Manoel Lopes	Jaguaribe	34.000.000	Paralisada	40%	2006
Pedra D'água	Pereiro	3.200.000	Paralisada	40%	2007
Pesqueiro	Capistrano	8.200.000	Paralisada	40%	2005
TOTAL		141.300.000			

FONTE: SRH/CE (<http://atlas.srh.ce.gov.br>). Informação capturada em 24/05/2005.

Tabela 7.13(b) - Açudes Recentemente Concluídos (2003/2004)

Açude	Município	Capacidade (m³)	População Beneficiada (hab)	Conclusão (ano)
Castanhão (1)	Alto Santo	6.700.000.000	Rio Jaguaribe	2003
Faé	Quixelô	23.400.000	Riacho Faé	2004
Total		6.723.400.000		

FONTE: SRH/CE (<http://atlas.srh.ce.gov.br>). Informação capturada em 24/05/2005.

NOTA: (1) O açude Castanhão foi inaugurado em 23 de dezembro de 2003 pelo então Presidente Fernando Henrique Cardoso e pelo então Governador Beni Veras, com 98% da barragem concluída e 85% do Complexo do Castanhão construído. Finalmente, em 29 de agosto de 2003, foi concluída a barragem principal.

7-INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA

Tabela 7.14 - Adutoras Construídas

ORD	DENOMINAÇÃO	MUNICÍPIO(S)	FONTE HÍDRICA	EXTENSÃO (km)	POPULAÇÃO BENEFICIADA (hab.)
1	Aiuaba	Aiuaba	Açude Bengué	2,64	3.551
2	Alcântaras	Alcântaras	Açude Pinga	1,14	2.300
3	Andreza/Itapeim/Aratoca	Beberibe	Rio Pirangi	11,20	3.050
4	Aracoiaba/Baturité	Aracoiaba e Baturité	Açude Aracoiaba	24,75	50.719
5	Araripe/Campos Sales/Salitre	Araripe, Campos Sales e Salitre	Poços Pioneiros (PP4/PP1)	103,00	34.257
6	Assaré	Assaré	Açude Canoas	10,82	15.702
7	Aurora	Aurora	Açude Cachoeira	6,31	8.820
8	Baixo do Ererê	Iguatu	Açude Trussu	0,56	2.017
9	Bastões	Iracema	Açude Bastões	3,50	1.200
10	BERMAS	Cascavel	Açude Pacajús	12,13	-
11	Betânia	Deputado Irapuan Pinheiro	Açude Municipal	0,65	2.500
12	Boa Viagem	Boa Viagem	Açude Vieira	3,00	27.712
13	Bom Princípio	Poranga	Fontes Naturais	6,00	1.800
14	Brito	Cascavel e Horizonte	Canal do Trabalhador	0,50	1.092
15	Cabeça Preta	Limoeiro do Norte	Canal do DIJA	2,52	1.626
16	Cangati (Nenelândia)	Quixeramobim	Rio Banabuiú	6,10	6.000
17	Canindé	Canindé	Açude Souza	7,08	30.115
18	Capistrano	Capistrano	Açude Castro	1,40	4.459
19	Caraubas	Aracati	Canal do Trabalhador	0,15	423
20	Caridade	Caridade	Açude São Domingos	11,05	3.018
21	Cariús	Cariús	Açude Muquém	0,10	5.881
22	Cascavel	Cascavel	Açude Pacajús	8,84	49.261
23	Castanhão Novo	Alto Santo	Rio Jaguaribe	2,66	500
24	Catolé da Pista	Piquet Carneiro	Açude São Miguel	0,96	1.500
25	Catolé dos Timóteos	Iguatu	Açude Trussu	2,00	700
26	Cedro	Cedro	Açude Ubalzinho	5,92	13.763
27	Chaval/Barroquinha	Chaval e Barroquinha	Açude Itaúna	30,47	21.932
28	Comunidades Rurais de Apuiarés	Apuiarés	Rio Curu	16,28	3.828
29	Comunidades Rurais de Palhano	Itaiçaba e Palhano	Canal do Trabalhador	20,79	2.786



Tabela 7.14 - Adutoras Construídas

ORD	DENOMINAÇÃO	MUNICÍPIO(S)	FONTE HÍDRICA	EXTENSÃO (km)	POPULAÇÃO BENEFICIADA (hab.)
30	Córrego do Machado	Jaguaruana	Rio Jaguaribe	4,15	1.830
31	Crateús	Crateús	Açude Carnaubal	13,12	46.935
32	Cuncas	Barro	Açude Prazeres	1,61	500
33	DAKOTA	Iguatu	Poço Profundo	0,85	-
34	Emergencial de Inhuporanga	Caridade	Açude Novo	1,40	800
35	Engenheiro João Tomé	Ipueritas	Rio Góes	4,20	4.097
36	Engenheiro José Lopes	Senador Pompeu	Açude Umari	0,92	750
37	Estação Ecológica de Aiuaba	Aiuaba	ETA da Adutora de Aiuaba	6,30	40
38	Feiticeiro	Jaguaribe	Poço Amazonas	4,27	4.500
39	Frei Jorge	Porteirais	Fontes Naturais	1,00	1.000
40	Hidrolândia/Irajá	Hidrolândia	Açude Araras	19,24	8.580
41	Iara	Barro	Açude Prazeres	3,53	2.192
42	Ibaretama	Ibaretama	Poço Amazonas	2,68	2.004
43	Ibiapaba	Carnaubais, Guaraciaba do Norte, Ibiapina, São Benedito, Tianguá,	Açude Jaburu	150,50	313.000
44	Ibicuã	Ubajara e Viçosa do Ceará	Açude Mundo Novo	6,52	4.000
45	Ibicuitinga	Piquet Carneiro	Rio Banabuiú	33,07	6.280
46	Icó	Morada Nova e Ibicuitinga	Açude Lima Campos	12,00	35.620
47	Ideal/Capivara/Ocara	Icó	Açude Castro	11,14	5.911
48	Iguatu	Itapiuna	Açude Trussu	19,98	53.956
49	Independência	Iguatu	Açude Barra Velha	9,54	9.300
50	Ingazeira	Independência	Açude Mocê	7,40	1.500
51	Ipaguassu Mirim/Arraial	Aurora	Açude Acaraú Mirim	3,18	1.000
52	Ipú	Massapé	Açude Araras	25,77	20.400
53	Irauçuba	Ipú	Açude Jerimum	17,01	11.060
54	Itacima/Água Verde	Irauçuba	Açude Acarape do Meio	6,68	6.179
55	Itaguá	Guaiúba	Açude Poço da Pedra	4,22	1.350
56	Itamaracá	Campos Sales	Rio Groairas	5,22	1.000

7-INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA

Tabela 7.14 - Adutoras Construídas

ORD	DENOMINAÇÃO	MUNICÍPIO(S)	FONTE HÍDRICA	EXTENSÃO (km)	POPULAÇÃO BENEFICIADA (hab.)
57	Itapajé	Itapajé	Açude Jerimum	17,94	32.379
58	Itapipoca	Itapipoca	Açude Quandú	10,74	15.150
59	Itapiúna/Caio Prado	Itapiúna	Açude Castro	11,76	7.545
60	Jardim	Jardim	Poço Amazonas	3,00	1.364
61	Jardim de São José	Russas	Rio Jaguaribe	1,00	2.500
62	Jordão/Uruoca/Senador Sá	Sobral, Uruoca e Senador Sá	Açude Angicos	33,23	10.000
63	Jucás	Cariús e Jucás	Açude Muquém	4,14	11.342
64	Km 20	Senador Pompeu	Açude Patú	9,23	1.626
65	Km 27	Senador Pompeu	Poço Profundo	1,26	461
66	Lima Campos/Cascudo/Lajedo /Varzea da Conceição	Cedro	Açude Lima Campos	10,52	1.742
67	Manituba	Quixeramobim	Açude Tourão	2,16	430
68	Martinópole	Martinópole	Açude Martinópole	10,74	9.678
69	Monsenhor Tabosa	Monsenhor Tabosa	Monsenhor Tabosa	4,46	5.652
70	Mumbaba	Massapê	Açude Acaraú Mirim	6,95	3.366
71	Novo Oriente	Novo Oriente	Açude Flor do Campo	14,80	10.650
72	Olho D'água	Várzea Alegre	Poço Amazonas próximo a Agrovila do Olho D'água	0,20	728
73	Horizonte/Pacajús/Chorozinho	Horizonte, Pacajús e Chorozinho	Açude Pacoti	29,83	17.200
74	Palestina do Cariri	Mautiti	Rio Quixabinha	2,95	4.720
75	Palhano	Itaiçaba e Palhano	Rio Jaguaribe	22,69	8.012
76	Palmácia	Palmácia	Poço Amazonas	1,00	1.000
77	Palmatória	Itapiúna	Açude Castro	12,00	2.000
78	Paramoti e Comunidades	Paramoti	Açude General Sampaio	31,20	9.852
79	Pau D'arco/Pedra de Fogo/ Ponta da Serra/Aprazível/Aroeira	Sobral	Açude Jaibaras	16,85	2.510
80	Pereiro	Pereiro	Açude Sítio dos Lopes	1,54	4.576
81	Piquet Carneiro	Piquet Carneiro	Açude São José	7,40	8.306
82	Pitombeiras	Caucaia	Barra do Cauhupe	1,20	1.200



Tabela 7.14 - Adutoras Construídas

ORD	DENOMINAÇÃO	MUNICÍPIO(S)	FONTE HÍDRICA	EXTENSÃO (km)	POPULAÇÃO BENEFICIADA (hab.)
83	Pitombeiras/Cistais	Cascavél	Canal do Trabalhador	15,54	3.232
84	Placas	Quixeramobim	Riacho Uruquê perenizado pelo Açude Uruquê	1,54	1.750
85	Planalto Cauhipe	Caucaia	Poço Profundo no local da ETA	1,35	1.742
86	Primavera	Caucaia	Rio Cauhipe	3,62	-
87	Quixadá	Quixadá	Açude Pedras Brancas	23,71	14.000
88	Quixadá	Quixadá	Açude Pedras Brancas	23,50	65.000
89	Redenção	Redenção, Acarape e Barreira	Açude Acarape do Meio	38,29	19.439
90	Roldão	Morada Nova	Riacho Santa Rosa (Açude Cipoada)	0,84	793
91	Saco Verde/Pedra Preta	Tabuleiro do Norte	Canal do Dija (Chapada do Apodi)	15,60	1.681
92	Santa Cruz do Banabuiú	Pedra Branca	Açude Forquilha II	13,67	4.842
93	Santa Maria	Limoeiro do Norte	Canal do Dija	6,40	600
94	Santa Quitéria	Santa Quitéria	Açude Edson Queiroz	16,87	14.000
95	Santa Rosa	Caucaia	Rio Cauhipe	5,53	1.967
96	Santo Antonio dos Alves/Currais	Tabuleiro do Norte	Canal do Dija	14,38	1.000
97	Santuário/Rainha dos Sertões	Quixadá	Açude Pedras Brancas	5,47	1.400
98	São Gonçalo do Amarante	São Gonçalo do Amarante	Poços profundos na Lagoa das Cobras	12,50	9.678
99	São Gonçalo do Amarante	Caucaia e São Gonçalo do Amarante	Canal Sítios Novos/Pecém	12,96	14.949
100	Siupé	São Gonçalo do Amarante	Lagoa das Cobras	5,50	4.224
101	São Jerônimo	Guaiúba	Adutora de Acarape	1,95	1.500
102	São João do Aruaru	Morada Nova	Rio Pirangi	1,71	6.265
103	São Joaquim	Senador Pompeu	Açude Umari	0,29	750
104	São José do Torfo	Sobral	Açude Jaibaras	10,46	1.406
105	São Miguel dos Amâncios	Quixeramobim	Açude São Miguel	0,49	1.806

7-INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA

Tabela 7.14 - Adutoras Construídas

ORD	DENOMINAÇÃO	MUNICÍPIO(S)	FONTE HÍDRICA	EXTENSÃO (km)	POPULAÇÃO BENEFICIADA (hab.)
106	São Pedro	Caucaia	Rio Cauhaibe	4,31	3.556
107	Tabuleiro Grande (Jacurutu)	Caucaia	Rio Cauhaibe	2,58	658
108	Tamboril	Iguatu	Açude Trussu	0,94	100
109	Tejuçuoca	Tejuçuoca	Açude Tejuçuoca	6,81	2.561
110	Timbaúba dos Marinheiros/ Triângulo de Quixadá	Chorozinho	Poço do Choró	11,57	6.919
111	Tomé	Limoeiro do Norte	Canal do Dija (Chapada do Apodi)	3,65	1.620
112	Trapá	Forquilha	Açude Arrebita	2,68	5.030
113	Trici - Tauá	Tauá	Açude Trici	19,60	26.000
114	Tururu	Tururu	Açude Mundaú	10,10	4.780
115	Umarituba	São Gonçalo do Amarante	Adl. de S.G. do Amarante	0,39	
116	Uruburetama	Uruburetama	Açude Mundaú	1,82	15.200
117	Uruquê	Quixeramobim	Riacho Uruquê perenizado pelo Açude Uruquê	1,06	1.295
118	Varjota	Reriutaba	Açude Araras	16,37	7.200
119	Varjota/Reriutaba	Varjota e Reriutaba	Açude Araras	16,37	7.200
120	Várzea Alegre	Várzea Alegre	Açude Olho D'água	10,04	33.648
121	Vila do Peixe	Russas	Poço Amazonas no Rio Jaguaribe	10,00	1.500
122	Vila Prazeres	Barro	ETA da Adutora de Cuncas	7,19	3.500
123	NUTRILITE	Tianguá	Açude Jaburu	0,64	-
124	TERMELÉTRICA MPX	São Gonçalo do Amarante	Canal Sítios Novos/Pecém	5,30	-
125	USIBRÁS		Lagoa	1,20	-
126	D.I. de Maracanaú	Maracanaú	Açude Gavião	6,00	-
TOTAL				1.317,60	1.311.076

FONTE: Pessoa, Edson. Obras Construídas pela SRH - Período 1987 - 2002 (SRH, 2002)

NOTA: ADUTORAS INDUSTRIAIS



Tabela 7.15 - Poços no Estado por Região Hidrográfica

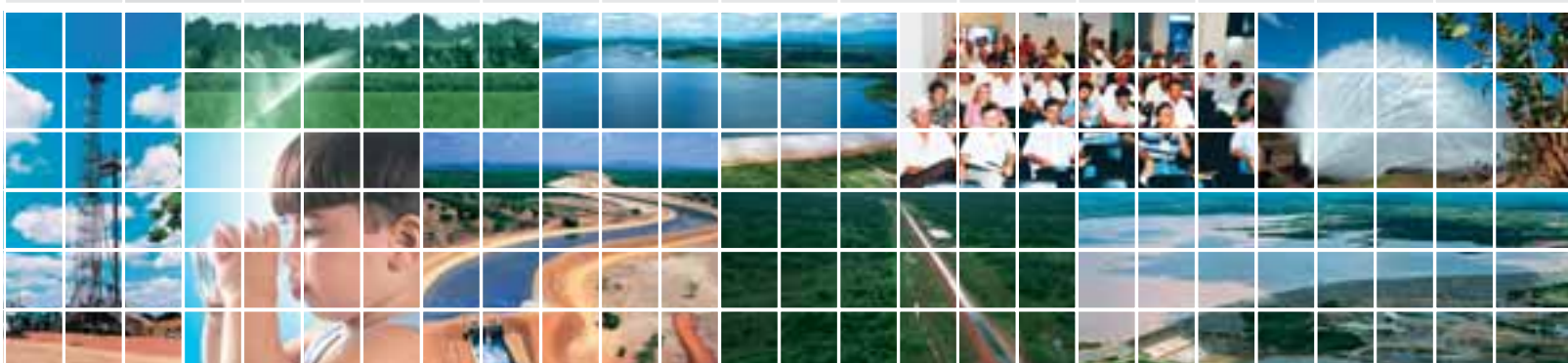
REGIÃO HIDROGRÁFICA	QUANTIDADE DE POÇOS	PROFUNDIDADE MÉDIA (M)	VAZÃO MÉDIA (L/H)	FAMÍLIAS BENEFICIADAS
Acaraú	1.446	57,9	2.567,8	36.619
Alto Jaguaribe	1.278	50,3	1.773,6	35.421
Banabuiú	1.904	50,6	1.556,1	51.330
Coreaú	438	55,3	3.339,8	14.873
Litoral	821	54,4	2.119,9	23.217
Metropolitanas	2.935	54,0	2.416,9	101.072
Parnaíba	1.122	52,5	2.274,5	46.189
Salgado	1.758	84,8	20.879,3	43.978
TOTAL	11.702			352.699

FONTE: Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH, 2002).



8

ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS





8- ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS

GESTÃO AMBIENTAL NO SETOR HÍDRICO

Recursos hídricos e questões ambientais são temas tão próximos e relacionados entre si que na realidade deveria ser impossível considerá-los separadamente. No mundo inteiro, quaisquer preocupações referentes à água são vistas primordialmente como problemas ambientais. Apesar disto, a gestão dos recursos hídricos tem sido historicamente uma responsabilidade das agências do setor hídrico, enquanto as questões ambientais são tratadas por órgãos autônomos ligados ao meio ambiente. Essas instituições não têm incentivos de trabalhar em conjunto de forma a garantir níveis eficientes de uso dos recursos e ao mesmo tempo incorporar temas ambientais.

MARGULIS, Sergio et al. (**Brasil: A Gestão da Qualidade da Água - Inserção de Temas Ambientais na Agenda do Setor Hídrico**. Brasil: Banco Mundial, 2002. p. 47.)

8.1-AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE PROJETOS HÍDRICOS

O aparecimento de verdadeira consciência pública quanto aos problemas ambientais gerados pelo desenvolvimento econômico e pela implantação de atividades produtivas, pode ser situado no final da década de 80, no Estado do Ceará. A partir de então definiu-se nitidamente as demandas sociais por uma qualidade ambiental melhor, provocando significativas mudanças nas políticas de governo, em especial na Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH), que passaram a incluir os fatores ambientais na aprovação de programas de investimentos e de projetos de grande porte.

Os métodos tradicionais de avaliação de projetos, baseados, tão-somente, em critérios econômicos, passaram a ser questionados quanto a sua inadequação como instrumento de decisão. Quase sempre limitados à Análise de Custo-Benefício sem considerar as questões ambientais, os estudos de viabilidade conduziam à apro-

vação de projetos, cuja implementação resultava, freqüentemente, em efeitos adversos sobre a saúde, o bem-estar e a segurança da população, bem como sobre os recursos naturais.

A implantação de obras hídricas, dada a sua evidente importância econômica no processo de desenvolvimento do Estado do Ceará, devido à escassez de água nos períodos de estiagens, e a sua inerente ação modificadora das condições naturais, foram os primeiros alvos desta integração dos efeitos ecológicos na avaliação de projetos. No entanto, este tipo de obra é influenciado pelo meio ambiente, sofrendo restrições não só do ambiente natural, como também das atividades antrópicas.

Desta forma, a inclusão de estudos ambientais que permitissem avaliar, de modo mais aproximado a verdadeira amplitude dos impactos possíveis de serem gerados por este tipo de projeto, tornou-se de suma importância para sua avaliação. Tal procedimento tem em vista não só o

8- ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS

atendimento aos preceitos preconizados pela Política Nacional de Meio Ambiente, como o fato de a ocorrência destes impactos poder vir a comprometer a vida útil do projeto.

Assim sendo, foi definido pela SRH um conjunto de procedimentos capazes de assegurar, desde o início do processo de planejamento e/ou de tomada de decisão, um exame sistemático do projeto ou programa proposto, sob os pontos de vista técnico, econômico e ambiental. Inicialmente, as avaliações ambientais empreendidas eram efetuadas quando o projeto já se encontrava definido ao nível de projeto básico ou executivo, por ocasião da elaboração dos estudos requeridos para o licenciamento ambiental das obras de engenharia, o que restringia o seu campo de atuação. Atualmente, a avaliação de impacto ambiental é adotada logo nos estágios iniciais do processo de planejamento, na fase de estudo de alternativas tecnológicas e locacionais do empreendimento, onde podem ser consideradas diversas alternativas e geradas diferentes estratégias.

São identificados os principais impactos ambientais inerentes a cada alternativa, bem como as medidas mitigadoras requeridas e suas estimativas de custos, permitindo juntamente com os fatores técnicos e econômico-financeiros uma avaliação comparativa entre alternativas.

Posteriormente, elabora-se, para a alternativa selecionada, um Estudo Ambiental, onde os impactos identificados são analisados e valorados, e as medidas mitigadoras preconizadas são detalhadas em planos específicos, contendo objetivos, estratégias de ações, agente responsável por sua implementação, cronograma e custos a serem incorridos. Os custos das medidas mitigadoras propostas, por sua vez, devem ser, obrigatoriamente, inclusos no orçamento do projeto de engenharia, para fins de avaliação econômico-financeira do empreendimento. O Estudo Ambiental efetuado é utilizado pela SRH para atender às exigências do processo de licenciamento ambiental requerido pelo órgão ambiental competente, bem como para obtenção da outorga do direito de uso da água.

ÁGUA PARA O DESENVOLVIMENTO: ÁGUA PARA O POVO

As populações rurais do Nordeste são as mais pobres do País, e o seu sustento e bens dependem em grande parte dos recursos naturais, especialmente da água. A maioria das bacias hidrográficas que atendem áreas urbanas está muito poluída, o que acarreta graves problemas de saúde para os pobres, danos ambientais e custos cada vez maiores para o tratamento da água. O progresso nessa área depende de reformas e inovações nas estruturas institucionais e reguladoras dos recursos hídricos, de reabilitação e melhor aproveitamento da infra-estrutura existente, e da construção de novas infra-estruturas adequadas que se apóiem em critérios sociais, ambientais, econômicos, financeiros e institucionais equilibrados.

Banco Mundial (**O Banco Mundial no Brasil: Uma Parceria de Resultados**. Banco Mundial: Brasil, 2003)



8.2-IMPLEMENTAÇÃO DE AÇÕES MITIGADORAS AMBIENTAIS

A implementação de obras hídricas, em geral, apresenta em contrapartida a ampla dispersão de benefícios econômicos e sociais decorrentes de seus usos, uma extrema concentração espacial dos impactos negativos incidindo, principalmente, sobre o meio antrópico da área do empreendimento. Com efeito, a relocação de um número significativo de famílias constitui impacto localizado de grande intensidade, o qual dependendo da efetivação das medidas a serem tomadas para minimização e reparação dos transtornos causados à população atingida, poderá constituir focos de dúvidas quanto ao mérito do empreendimento.

8.2.1-Reassentamento Involuntário da População Rural Afetada

Diante desta constatação, a SRH desenvolveu uma estratégia de reassentamento rural, cujas normas e procedimentos estão pautados na Política de Reassentamento do Estado do Ceará e nas diretrizes do Banco Mundial. Tem como princípios básicos evitar o máximo possível o reassentamento involuntário de populações, analisando todas as alternativas de projeto, e, caso isto seja impossível, procurar oferecer uma oportunidade razoável para a população afetada mantendo e melhorando o seu atual padrão de vida. Além disso, a transferência deverá ser prevista para um local o mais próximo possível da área de origem, a fim de minimizar os impactos negativos sobre a população atingida. Deve ser, também, considerada a participação da população alvo ou de suas lideranças legítimas ao longo das fases de elabora-

ção do projeto efetivo de reassentamento, como forma de evitar rejeições às medidas adotadas.

Com base na caracterização socioeconômica da população alvo, é formulada a sua agregação em grupos homogêneos do ponto de vista da natureza do impacto sofrido, e cujos integrantes deverão receber tratamento análogo para efeito de reassentamento. Para tanto, deverão ser adotados os procedimentos preconizados no Manual Operativo de Reassentamento da SRH, o qual define os tipos de benefícios a serem contemplados pela população afetada, conforme apresentado na Tabela 8.1. São levados em conta os seguintes critérios:

- **Condições do Atingido** - diz respeito ao vínculo com o imóvel desapropriado e à condição de residência do beneficiado, abrangendo cinco categorias (proprietários ou posseiros residentes no local; proprietários ou posseiros não residentes; moradores com benfeitorias ou sem benfeitorias, benfeitores e transitórios, estes últimos considerados apenas durante o período de implantação das obras);
- **Condição do Imóvel** - refere-se ao percentual de terras desapropriadas em relação à área total do imóvel, abrangendo três categorias: imóvel totalmente atingido, imóvel com menos de 2/3 da área atingida e imóvel com mais de 2/3 da área abrangida pelo projeto.
- **Avaliação dos Bens Desapropriados** - são os valores das indenizações a serem pagas por terras

8- ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS

e benfeitorias, abrangendo duas categorias (valores da indenização superior e inferior a R\$ 14.000,00. No caso específico dos moradores com benfeitorias, analisa-se apenas o valor da indenização das habitações, também, abrangendo duas categorias (valor da habitação superior a R\$ 7.000,00 e valor da habitação inferior a R\$ 7.000,00).

Entre as alternativas de reassentamento que deverão ser discutidas com as famílias dos proprietários afetados, estão a indenização total, e indenização parcial com reassentamento em áreas remanescentes. Aos moradores são oferecidas duas opções: o reassentamento feito em agrovilas, com lotes agrícolas de 4 a 5 ha ou em núcleos urbanos próximos, existe também o auto-reassentamento com compensação monetária, adotando os valores mínimos indenizatórios.

O sítio a ser selecionado para reassentamento deverá ser uma área agrícola ou com vocação pecuária. A agrovila deve contemplar, além das obras de edificações destinadas às habitações, a rede viária urbana, escolas, postos de saúde, eletrificação e saneamento básico. Na escolha das áreas potenciais para implantação dos lotes agrícolas deverão ser analisados parâmetros pertinentes à topografia adequada; potencialidade agrícola dos solos; posicionamento da área em relação às fontes hídricas; infra-estrutura de transporte e energia existente e planejada e a proximidade aos núcleos urbanos. Deverá ser dada preferência pela desapropriação de grandes propriedades de modo que evite problemas fundiários.

A organização social da população afetada pela implantação de obras hídricas assume primordial importância na garantia do êxito e da eficiência do projeto de reassentamento proposto. Desta forma, já nas etapas preliminares da implementação do reassentamento da população atingida, a Secretaria dos Recursos Hídricos, através da sua equipe de mobilização social e reassentamento, procura motivar o engajamento da população alvo no processo, esclarecendo-a sobre os aspectos vinculados às indenizações e ao próprio reassentamento, dirimindo problemas, dúvidas e possíveis ocorrências de conflitos através da troca de conhecimentos, criando espaços democráticos para encaminhamento de soluções e tomadas de decisões mais coerentes com as aspirações dos sujeitos do projeto em desenvolvimento.

Para tanto, são efetuadas inicialmente visitas por um monitor de campo a cada família a ser relocada. Posteriormente, são efetuadas reuniões coletivas nas quais além dos esclarecimentos anteriormente especificados, é articulada a formação do Comitê de Apoio ao Reassentamento e à Proteção Ambiental (CARPA), colegiado formado por representantes da SRH, da sociedade civil organizada, da população diretamente impactada e dos poderes executivo e legislativo da região atingida pela obra hídrica. Os CARPAs foram instituídos pelo Governo do Estado, através do Decreto n 24.336, de 9 de janeiro de 1997, tendo por finalidade o acompanhamento das obras de engenharia, bem como dos processos desapropriatório e de reassentamento da população deslocada, permitindo o encaminhamento de suas reivindicações e preocupações. São



CONDIÇÃO DO ATINGIDO	CONDIÇÃO DO IMÓVEL	FORMAS DE INDENIZAÇÃO (TERRAS E BENFEITORIAS)	OPÇÕES DOS ATINGIDOS
1 - Proprietário ou posseiro residente no local	a - Propriedade totalmente atingida	a1 - ind > R\$ 14.000,00	Indenização total de terras e benfeitorias.
		a2 - ind < R\$ 14.000,00	Indenização total de terras e benfeitorias ou auto-reassentamento com compensação financeira ou permuta por lote e casa na agrovila.
	b - Propriedade parcialmente atingida (> 2/3)	b1 - ind > R\$ 14.000,00	Indenização parcial (2/3) mais área remanescente ou total, se o proprietário desejar.
		b2 - ind < R\$ 14.000,00	Indenização total de terras e benfeitorias ou indenização parcial (2/3) ou casa e lote na agrovila, se a área remanescente for improdutivo.
	c - Propriedade parcialmente atingida (< 2/3)	c1 - ind > R\$ 14.000,00	Indenização parcial de terras e benfeitorias.
		c2 - ind < R\$ 14.000,00	Indenização parcial de terras e benfeitorias ou permuta por lote e casa na agrovila, se a área remanescente for improdutivo.
2 - Proprietário ou posseiro não residente	a - Propriedade totalmente atingida	a1 - ind > R\$ 14.000,00	Indenização total de terras e benfeitorias.
		a2 - ind < R\$ 14.000,00	Indenização total com compensação financeira.
	b - Propriedade parcialmente atingida (> 2/3)	b1 - ind > R\$ 14.000,00	Indenização total de terras e benfeitorias ou indenização parcial mais área remanescente.
		b2 - ind < R\$ 14.000,00	Indenização parcial de terras e benfeitorias com compensação financeira.
	c - Propriedade parcialmente atingida (< 2/3)	c1 - ind > R\$ 14.000,00	Indenização parcial de terras e benfeitorias.
		c2 - ind < R\$ 14.000,00	Indenização parcial de terras e benfeitorias com compensação financeira.
3 - Morador (parceiro ou meeiro, arrendatário, rendeiro)	a - Com benfeitoria	a1 - casa > R\$ 7.000,00	Indenização total de benfeitorias ou auto-reassentamento.
		a2 - casa < R\$ 7.000,00	Indenização parcial de benfeitorias mais lote agrícola ou permuta por casa na agrovila ou área urbana.
	b - Sem benfeitoria (residente pelo menos 1 ano)	-	Lote agrícola e casa na agrovila ou auto-reassentamento com compensação financeira.
4 - Benfeitor (*)	a - Com benfeitoria	-	Indenização dos bens atingidos.
5 - Transitório	Atingido durante a construção do açude	-	Aluguel temporário de casa mais transporte p/ mudança (ida e volta), mais compensação monetária devida pela interrupção da produção.

FONTE: SRH, Manual Operativo de Reassentamento, 2005.

(*) Benfeitores são aqueles que não residem mais no imóvel mas lá deixaram alguma benfeitoria, principalmente uma casa.

Tabela 8.1 - Critérios e Procedimento para Reassentamento Rural

8- ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS



regulamentados por um regimento interno e tem duração restrita ao período de implantação das obras e do reassentamento da população.

Quanto ao planejamento operacional da relocação da população, este envolve desde o preparo da documentação pessoal para viabilizar a obtenção e posse definitiva do lote ou casa rural até a preservação dos laços de vizinhança e parentesco da população nos locais de origem; a contratação de veículos e a mudança propriamente dita. As atividades desta etapa são efetuadas pela SRH, tendo o acompanhamento efetivo do CARPA.

O projeto de reassentamento estabelece, ainda, estratégias que assegurem a subsistência e ascensão social das famílias que serão desalojadas das suas atividades atuais. Dentro deste contexto, a SRH procura definir modelos de produção (irrigação, pesca, etc.) capazes de melhorar as condições de vida da população a

ser reassentada, de modo que fortaleça a comunidade e facilite seu processo de emancipação. É também nesta fase que o setor de reassentamento da SRH passa a trabalhar na organização formal definitiva dos reassentados. Para tanto, foi criada a Instituição Sociocomunitária da Agrovila (ISCA), entidade civil, de direito privado, sem fins lucrativos, que além de representar seus associados junto a instituições governamentais e não-governamentais, visa estimular o caráter comunitário e associativo dos reassentados, promover atividades de capacitação para a produção, comercialização e gestão dos recursos disponíveis, e favorecer a captação de recursos para implementação de projetos voltados para o desenvolvimento da produção, entre outros. Cada ISCA conta com um estatuto de criação e com um regimento interno, sendo formada por um corpo de associados, uma diretoria e um conselho fiscal. Tem como órgão superior a Assembléia



Geral, que é constituída pelos sócios que estiverem em pleno gozo de seus direitos, com direito a palavra e a voto.

8.2.2- Relocação de Núcleos Urbanos - O Caso da Cidade de Nova Jaguaribara (*)

Com o advento da implantação do açude Castanhão, o município de Jaguaribara teve cerca de 62% de seu território submerso, bem como a sua sede municipal e a do distrito de Poço Comprido, razão pela qual foi projetada e construída a cidade de Nova Jaguaribara, dentro dos princípios modernos da engenharia e do urbanismo, com destaque para os aspectos ambientais. Esta nova cidade, inaugurada em 25 de setembro de 2001, abriga a população destes dois núcleos urbanos.

A área escolhida para a construção da cidade encontra-se totalmente assente sobre o tabuleiro sedimentar localizado na

margem esquerda do rio Jaguaribe, situando-se a cerca de 1 km a noroeste da barragem do Castanhão. Apresenta solos profundos, com textura arenosa/média, bem drenados, com características propícias à locação de sistemas de esgotos, cemitérios e aterros sanitários. O terreno é elevado, não sujeito a riscos de inundações, com vista panorâmica belíssima, tanto em relação ao vale do rio Jaguaribe, como ao próprio espelho d'água formado pelo açude Castanhão.

O abastecimento d'água será facilitado pela localização do referido manancial nas suas proximidades. Além disso, a área conta com alto potencial econômico representado pela exploração da atividade pesqueira no lago e pelo desenvolvimento da agricultura irrigada no perímetro Xique-Xique (560 ha) e no futuro Projeto Chapa-dão do Castanhão (5.000 ha).



8- ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS

A cidade abrange uma área de 3.128 hectares (área do perímetro urbano, segundo o Decreto n.º 24.709/97), por ocasião da sua plena ocupação, quando contará com 15.000 residências, nascendo no cruzamento da principal via estruturante que dá acesso à BR-116, com a via secundária que dá acesso ao açude Castanhão. Outros eixos viários delimitam o espaço central, considerado como núcleo de ocupação. Em 2002 a cidade contava com 787 residências, já tendo sido efetivado o processo de relocação de seus habitantes.

No platô central da área foi instalado o setor comercial e de serviços, estando aí concentrada a maior parte dos estabelecimentos. A área institucional foi aposta na retaguarda do setor comercial, onde se acha localizado o centro administrativo do município.

Foram instaladas três escolas, um Centro Vocacional Tecnológico (CVT), duas creches, um hospital, um posto de saúde, um mercado público, uma delegacia e um posto policial, dispersos pela malha urbana. Na área de lazer, a cidade conta com uma quadra de esporte e outra poliesportiva, devendo ser contemplada, ainda, com um campo de futebol, um clube recreativo, um parque de vaquejada e um balneário, cujas localizações encontram-se concentradas na porção sudoeste do núcleo urbano. Constitui exceção apenas o balneário que se localizará ao sul, às margens do açude Castanhão.

Na extremidade sudeste da área, próximo à borda do tabuleiro, foi localizada a praça Tristão Gonçalves, onde será posto o marco histórico da cidade.

O núcleo urbano contará ainda com um parque ecológico e mais treze áreas verdes espalhadas na malha urbana, das quais quatro já foram implementadas. No que se refere aos templos religiosos, a cidade conta atualmente com três igrejas católicas e uma evangélica, sendo os prédios das igrejas de Santa Rosa de Lima e de São Vicente Férrer réplicas dos edifícios originais, da antiga cidade e povoado submersos.

O matadouro público, o aterro sanitário e a estação de tratamento de esgotos situam-se na encosta leste da cidade, nas imediações da área destinada à implantação do futuro distrito industrial. Foram projetados de maneira adequada em relação aos recursos hídricos, respeitando a legislação ambiental vigente. O cemitério-parque, por sua vez, situa-se ao lado da área prevista para o parque ecológico, num terreno elevada, com permeabilidade média e nível freático baixo, guardando distância das fontes hídricas da região.

O sistema viário, isento de revestimento asfáltico, é composto por vias arteriais, secundárias e locais, tendo sido construída uma rodovia, a CE-269, interligando o núcleo urbano à BR-116. O acesso aéreo é permitido através de um aeroporto construído a sudoeste da cidade, um projeto de arborização, em todas as vias públicas e praças, visando à amenização climática, está sendo iniciado.

Todo o processo de construção do núcleo urbano e a atividade de reassentamento teve a participação efetiva da população alvo, através de suas lideranças legítimas, que integram o Grupo de Trabalho Multiparticipativo do Castanhão.



8.2.3-Grupos Multiparticipativos de Acompanhamento das Obras de Engenharia e Ações Correlatas

A experiência em projetos de obras hídricas tem indicado que a falta de sistema adequado de organização social da população envolvida constitui-se um grave obstáculo ao sucesso das atividades previstas. Nesse contexto, a definição de uma política de participação comunitária, a qual permite reduzir a dispersão dos grupos sociais e fortalecer o envolvimento da população, apresenta-se como uma das tarefas mais importantes nos projetos das grandes obras hídricas de acumulação de água.

A participação é um processo dinâmico que deve envolver as pessoas na concretização de uma atividade. Se o problema é comum, atinge a todos, todos devem buscar as soluções comuns. Cada um com sua idéia, sua presença, engajando-se ativamente em todas as etapas do processo, que vai da tomada de decisão do que deve ser feito, ao como se fazer e quando se fazer, além de avaliações permanentes do que está ocorrendo, das falhas, acertos, correções e ajustes necessários.

A dinâmica comunitária exige muito mais do que uma simples aceitação de realizar tarefas ou um trabalho não remunerado. Deve-se procurar motivar a comunidade a se envolver, a se organizar, sempre no sentido de dinamizar as ações existentes e suscitar novas ações. As pessoas só permanecerão juntas se descobrirem que suas idéias, gestos e presenças são respeitados e levados em consideração. Os principais benefícios trazidos pela participação efetiva da comunidade podem ser sintetizados da seguinte forma: o fato de

agirem juntos produz uma comunidade mais unida; a participação serve como catalisador para novos esforços de desenvolvimento, além de favorecer o senso de responsabilidade em relação ao projeto, permitir a valorização e utilização dos conhecimentos e competências locais, tornar as pessoas menos dependentes da ação dos técnicos e constituir fator de conscientização.

Assim, como forma de facilitar o desenvolvimento das ações a serem desencadeadas com a implantação de projetos de obras hídricas, a SRH vem implementando um programa de gerenciamento ambiental, fundamentado na descentralização do gerenciamento da implantação das obras de engenharia e ações correlatas, com a inclusão de representantes da sociedade civil organizada e comitês de bacias no processo, permitindo a participação social nas consultas e deliberações dos projetos. Tal atividade constitui antes de tudo exercício de cidadania.

Para a formação de um grupo de trabalho multiparticipativo para o acompanhamento de uma obra hídrica, faz-se necessário inicialmente a sua instituição através de um decreto de criação. Como exemplo deste tipo de intervenção tem-se o Grupo de Trabalho Multiparticipativo para o Acompanhamento das Obras da Barragem do Castanhão, que começou a funcionar a partir de 1995, quando foi instituído através do Decreto n.º 23.752, de 18 de julho de 1995, e que vem sendo apontado tanto pela sociedade civil como pela classe técnica como uma iniciativa bem sucedida e que deve ser perpetuada. Recentemente foi instituído o Grupo de Trabalho Multiparticipativo para o Acom-

8- ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS

panhamento do Planejamento, Implantação e Aproveitamento do Eixo de Integração da Bacia do Rio Jaguaribe e Bacias Metropolitanas, através do Decreto n.º 27.176/03, de 3 de setembro de 2003.

A formação de grupos de trabalho multiparticipativos tem como objetivo o acompanhamento das obras de engenharia e ações correlatas pertinentes à implantação de determinado empreendimento, com destaque para o reassentamento da população desalojada e para o acompanhamento dos processos de desapropriação, servindo de porta-voz dos anseios da sociedade civil impactada pelas obras, no encaminhamento e controle de suas reivindicações e preocupações.

Os grupos de trabalho instituídos são constituídos por representantes das prefeituras municipais e da comunidade dos municípios afetados pela implementação dos empreendimentos, representantes do Governo Estadual, representante do poder legislativo, representantes da sociedade civil organizada e dos comitês de bacias hidrográficas envolvidas, entre outros.

Os grupos de trabalho funcionam na forma de colegiado, sendo presididos por um representante da Secretaria de Recursos Hídricos, no âmbito da qual fica criada uma secretaria executiva, que é composta de quatro membros, sendo um coordenador, um assistente jurídico, um assistente técnico e um secretário, designados por ato do Chefe do Poder Executivo.

Qualquer discordância que, a critério da maioria simples do colegiado, seja levantada sobre o bom desenvolvimento das obras, poderá o mesmo, em primeira instância, reportar-se ao Secretário dos Recursos Hídricos, tendo como instância superior o Governador do Estado.

Para assessorar os grupos e realizar o acompanhamento das ações de controle e sustentabilidade ambiental, é criada uma Câmara Técnica Especial (CTE), constituída por representantes da SEMACE, ABES e Ministério Público. A CTE participa das reuniões ordinárias e das extraordinárias do grupo, quando convocadas, para tratar de assuntos pertinentes ao meio ambiente. As despesas decorrentes da execução dos

O PROBLEMA HIDROAMBIENTAL

De forma geral podemos afirmar que a erosão hídrica e o desmatamento indiscriminado da cobertura vegetal são os principais problemas em recursos hidroambientais no Estado do Ceará. Como se trata de um Estado onde a economia é muito dependente do setor agrícola, o convívio com tais problemas, significa aceitar o empobrecimento gradativo do solo a médio e longo prazo.

Na realidade a erosão não é o único problema em recursos naturais, porém outros, apesar de muito importantes, não atingem o seu nível de magnitude, mesmo porque esses problemas, no todo ou parte, são efeitos decorrentes do processo erosivo.

CEARÁ. Secretaria dos Recursos Hídricos (**Manual Técnico Operativo do PRODHAM**. Fortaleza, 2001. p.9)



trabalhos previstos correm por conta da dotação orçamentária própria da SRH.

Cada grupo de trabalho conta com um regimento interno, no qual são definidas a estrutura operacional e as competências atribuídas à Presidência, ao Colegiado e à Secretaria Executiva, além das formas de funcionamento do colegiado.

Os grupos de trabalho realizam reuniões mensais, nas quais são abordadas pelo colegiado todas as questões envolvendo desde as obras de engenharia até as desapropriações, e outras de interesse comum, sendo apresentado um relatório do andamento das mesmas. Podem ser convocadas, quando necessário, reuniões extraordinárias do grupo.

A base física de reunião dos grupos é a sede da Secretaria dos Recursos Hídricos, que se encarrega do apoio administrativo para o bom desempenho dos trabalhos do colegiado. Todas as reuniões são documentadas por meio de atas, relatórios sínteses e gravações, sendo postas à disposição dos interessados, servindo subsídio e garantia ao fiel andamento das obras e negociações efetuadas entre as partes.

Os Grupos de Trabalho (GTs) deverão permanecer até a fase de conclusão das obras. Posteriormente, quando da fase de operação dos empreendimentos, haverá a necessidade da criação de grupos gestores dos recursos hídricos, os quais já poderão ser preliminarmente concebidos pelos colegiados atuais. Os GTs de gestão dos recursos hídricos e de desenvolvimento dos usos múltiplos deverão ser implantados pela COGERH e pelos Grupos Co-Gestores.

8.2.4-Planejamento Conservacionista em Nível de Microbacias

Localizado numa região semi-árida, sujeita aos rigores das secas, o que resulta na fragilização da sua economia, principalmente das atividades agropecuárias, é de primordial importância para o território cearense a adoção de um projeto hidroambiental que preserve as nascentes dos canais hidrográficos, e permita o uso e o manejo conservacionista do solo, da água e da vegetação nas áreas de altas vertentes, reduzindo as perdas de solos agricultáveis e o aporte de sedimentos aos cursos d'água, evitando os seus assoreamentos. Além disso, a adoção de técnicas simples de contenção de solo e de água nas microbacias hidrográficas permite a sustentabilidade necessária para a subsistência do homem no campo e a promoção de subsídios materiais que resultam numa economia mais fortalecida.

Com base nesta premissa, a SRH estabeleceu o Projeto de Desenvolvimento Hidroambiental (PRODHAM), o qual visa, através da adoção de práticas hidroambientais e de conservação dos solos, no âmbito dos microbacias, recuperar áreas degradadas posicionadas nas cabeceiras dos canais hidrográficos, desacelerando os processos erosivos e de assoreamento de cursos e mananciais d'água desencadeados na quadra invernal, reduzindo as perdas de solos nas altas vertentes das bacias. Além disso, objetiva proporcionar uma atividade agropastoril mais racional, equilibrada e sustentável a longo prazo.

No combate aos problemas associados ao uso, manejo e conservação dos recursos naturais (solo e água) no

8- ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS

Estado do Ceará, faz-se necessário o estabelecimento de ação global, que os contemple em toda sua extensão e complexidade, garantindo a utilização de técnicas eficientes em toda as fases do processo. Assim sendo, as ações de manejo e conservação do solo e da água, no referido programa estão centralizadas em três pontos básicos:

- **Aumento da cobertura vegetal e recuperação da mata ciliar:** objetiva a redução do desmatamento indiscriminado e desencadeamento de processos de desertificação, além da estabilização das margens dos cursos d'água e redução do aporte de sedimentos e poluentes;
- **Aumento da infiltração de água no perfil do solo:** objetiva reduzir o escoamento superficial da água no solo, reduzindo os riscos de desencadeamento de processos erosivos e aumentando a disponibilidade de água para a atividade agrícola, elevando o nível de sua produção;
- **Controle do escoamento superficial:** objetiva reduzir os danos da erosão por desagregação e transporte, regular o regime hídrico na microbacia hidrográfica e evitar a sedimentação nos mananciais.

O planejamento é executado em nível de microbacias, tendo como base um diagnóstico fisiográfico e socioeconômico da sua área, com identificação dos principais referenciais topográficos e pontos críticos no que se refere a solos, água, cobertura vegetal, sistema viário, uso e manejo da água, dos solos e da vegetação, presença de processos erosivos, áreas pe-

riurbanas, etc. Posteriormente procede-se à priorização dos problemas em nível da área envolvida e à proposição de medidas conservacionista a serem implementadas.

As principais práticas conservacionistas de caráter hidroambiental preconizadas estão representadas pela construção de barramentos sucessivos com pedras em "arco romano" e de barragens subterrâneas, recuperação da mata ciliar e de áreas degradadas, implantação de poços profundos com dessalinizadores, construção de cisternas e adequação de estradas vicinais. Dentre as práticas conservacionistas de caráter edáfico figuram o terraceamento, cordões em contorno com pedras, descompactação do solo, plantio em curvas de nível ("dry-farming"), cobertura morta ("mulch"), adubação orgânica, cultivo mínimo e manejo de áreas de pastoreio.

O projeto procura fortalecer os processos participativo, associativo e cooperativo dentro das comunidades rurais da sua área de atuação. Visa, também, proporcionar a conscientização destas sobre a importância das obras hidroambientais e edáficas previstas, capacitando-os nas práticas de uso e manejo conservacionista do solo e da água, através de oficinas de mobilização e sensibilização quanto aos problemas da região.



CORDÕES DE PEDRA EM CONTORNO



É estabelecido um grupo gestor para o projeto com representantes da sociedade civil, o qual tem a seu cargo a promoção e acompanhamento do desenvolvimento da execução do projeto, através de visitas semanais aos produtores e reuniões em áreas definidas, orientando-os na hora de realizar a adaptação de seus terrenos e aplicação das novas tecnologias, treinando-os em seus próprios imóveis rurais. Por fim, é estabelecido um monitoramento hidrológico e edáfico da

microbacia com base na tipificação das obras implementadas.

Em termos espaciais, o programa abrange a longo prazo a região de alto curso das bacias hidrográficas do território cearense, mais especificamente as cabeceiras da rede de drenagem natural, com destaque para as vertentes da Serra do Baturité, cuja área foi alvo de estudo preliminar visando à seleção de quatro microbacias para implementação de um projeto piloto.

8- ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS

A implementação das microbacias piloto em áreas selecionadas nas vertentes da Serra de Baturité teve como prerrogativa o fato de a mesma situar-se mais próximo de Fortaleza, o que facilita o deslocamento de equipes técnicas para a execução do monitoramento, além de abranger parte do território de mais de uma bacia hidrográfica e por apresentar dois ecossistemas distintos do ponto de vista edáfico:

- Na zona de sotavento (bacia do Curu), os solos são rasos e de baixa fertilidade natural, predominando a atividade agropastoril, associada a cultivos de subsistência e vegetação de caatinga hiperxerófila;
- Na zona de barlavento, região de alto curso das bacias Metropolitanas, os solos são de alta fertilidade natural, apresentando intensa atividade agrícola com culturas anuais/fruticultura e vegetação de caatinga hiperxerófila e transição floresta/caatinga;
- A área a ser trabalhada por microbacia deverá ficar restrita a uma superfície variável de 20 a 50 km², sendo dada ênfase a áreas onde haja predomínio de pequenas e médias propriedades rurais. O projeto piloto tem um prazo de seis anos para implementação do planejamento conservacionista das quatro microbacias.

8.2.5-Monitoramento da Qualidade dos Recursos Hídricos Superficiais

Atualmente, um dos maiores problemas enfrentados pelo Estado do Ceará é o

comprometimento da qualidade dos seus recursos hídricos superficiais, o que adquire maior significância quando se considera o caráter intermitente da maioria dos seus cursos d'água, cuja capacidade de autodepuração é praticamente nula. No caso específico dos reservatórios, aparece como fator agravante o regime lântico, que é propulsor de fenômenos como a eutrofização e salinização das águas represadas.

Ainda mais grave é que tal problema tem origem antrópica, decorrente do uso e ocupação do meio físico de forma desordenada, figurando como principais fontes de poluição o lançamento de efluentes sanitários e industriais a céu aberto, ou a sua canalização direta para os cursos d'água sem tratamento prévio. Outro fator preocupante a se considerar consiste no crescimento de alguns núcleos urbanos em direção aos reservatórios que servem de fonte hídrica para abastecimento humano, ou o seu posicionamento numa distância relativamente pequena de suas bacias hidráulicas, contribuindo para aumentar os riscos de contaminação das águas aí represadas por efluentes sanitários.

A despeito desta realidade, o Estado do Ceará contava, até meados de 2001, com dados sobre a qualidade dos seus recursos hídricos provenientes apenas de estudos acadêmicos isolados e de programas de monitoramentos não sistemáticos.

Como órgão responsável pelo gerenciamento dos recursos hídricos superficiais do Estado do Ceará, a COGERH precisava respaldar suas ações de controle da qualidade da água, razão pela qual estabeleceu um Programa de Monitoramento da Qualidade dos Recursos Hídricos Superficiais, cuja rede já se encontra em operação, ten-



do como objetivos fornecer informações que orientem as atividades econômicas que utilizam água bruta como insumo nos seus processos produtivos e que não exigem resultados em tempo real; subsidiar a elaboração de uma proposta definitiva de enquadramento dos corpos d'água gerenciados, visando à manutenção ou melhoria da qualidade da água aos usos pré-estabelecidos e criar um banco de dados sobre a qualidade dos recursos hídricos, condição básica para a tomada de decisão.

A rede de monitoramento implementada foi compartimentada em função dos objetivos pretendidos, da frequência de amostragem e do interesse estratégico de cada manancial hídrico, conforme discriminado a seguir:

1. Monitoramento intensivo da qualidade da água ofertada pelos principais açudes das bacias Metropolitanas e pelas transferências hídricas para abastecimento de Fortaleza (RMF) - É realizado com frequência mensal e contempla oito açudes localizados nas bacias metropolitanas (Pacajus, Pacoti, Riachão, Gavião, Acarape do Meio, Ererê, Sítios Novos e Castro), sete pontos no Canal do Trabalhador, e um ponto no Canal do Pecém. As análises realizadas são: Físico-Química completa, clorofila-a, coliformes fecais e DBO. Esta modalidade de monitoramento tem como objetivo rodutir informações relacionadas com a qualidade da água ofertada para o abastecimento da Região Metropolitana de Fortaleza, incluindo os principais açudes e as transposi-

ções realizadas desde o início do canal do Trabalhador até o açude Gavião. O eixo de integração do açude Castanhão à Região Metropolitana de Fortaleza será inserido na RMQA progressivamente por trechos, conforme conclusão das obras em curso.

2. Monitoramento biológico – tem como objetivo produzir informações que subsidiem as ações de gerenciamento dos recursos hídricos empreendidas pela COGERH no sentido de garantir a sustentabilidade do uso das águas dos açudes Gavião e Acarape do Meio, que fazem parte do Sistema de Abastecimento de Água Bruta da Região Metropolitana de Fortaleza. Alguns pontos são realizados com a frequência semanal e outros com frequência mensal. É realizado análise de fitoplâncton, nutrientes e nitrogênio;
3. Monitoramento da bacia hidráulica dos principais açudes do estado – é realizado com o objetivo produzir informações relacionadas com o estado trófico e o nível de salinidade da bacia hidráulica dos açudes gerenciados pela COGERH. A frequência de realização desta modalidade de monitoramento é diferenciada de acordo com a importância de cada açude, podendo ser mensal, trimestral ou semestral. São realizadas análises de nutrientes, clorofila-a e físico-química;
4. Monitoramento dos principais vales perenizados - é realizado com

8- ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS

o objetivo de produzir informações relacionadas com a qualidade da água ofertada pelos principais vales perenizados do Estado do Ceará, bem como levantar o impacto dos conglomerados urbanos localizados ao longo dos ditos vales. A frequência desta modalidade de monitoramento é semestral, sendo realizadas análises de DBO, coliformes fecais, físico-química e de nutrientes;

5. Monitoramento do nível de contaminação hídrica por pesticidas – esta modalidade de monitoramento ainda não foi implementada, mas terá como objetivo produzir informações relacionadas com o nível de contaminação hídrica por agrotóxicos nas proximidades da foz dos principais vales perenizados. As análises deverão ser realizadas não só em amostras de água, mas também em tecidos de peixes, macroalgas e macrófitas aquáticas para avaliar a bioacumulação. A frequência será semestral;
6. Monitoramento de metais pesados – esta modalidade de monitoramento ainda não foi implementada, mas terá como objetivo produzir informações relacionadas com o nível de contaminação hídrica por metais pesados nos principais corpos hídricos gerenciados pela COGERH. A frequência será semestral.

8.2.6-Regras Ambientais para Construção de Reservatórios

Boa parte dos impactos ambientais decorrentes da construção de reserva-

tórios tem ocorrência restrita à fase de implantação das obras, podendo ser evitados ou minorados pela adoção de métodos e técnicas de engenharia adequados. Tais impactos decorrem, em geral, dos desmatamentos localizados, dos cortes, aterros e desmontes necessários, das explorações de jazidas de empréstimos e da locação inadequada do canteiro de obras.

As principais degradações impostas ao meio ambiente por estas atividades são: erradicação da flora e expulsão da fauna; perda da qualidade dos solos através do desencadeamento de processos erosivos, com conseqüente geração de turbidez e assoreamento dos cursos d'água; redução na recarga dos aquíferos; riscos de poluição dos recursos hídricos por efluentes sanitários; danos aos patrimônios arqueológico e paleontológico e riscos de acidentes envolvendo o contingente obreiro. Há, também, emissão de material particulado, poluição acústica e pequenos abalos sísmicos provocados pelas detonações de explosivos.

Procurando reduzir a incidência destes impactos, a SRH elaborou uma coletânea de regras ambientais a serem adotadas na construção de reservatórios, passando a exigir que empreiteiras contratadas para execução de obras hídricas cumpram as normas preconizadas neste documento, as quais versam basicamente sobre:

- Controle médico na contratação de trabalhadores, adoção de normas de segurança no trabalho/ criação de uma Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA), estabelecimento de padrões de comportamento para o contingen-





- te obreiro e proibição da caça, pesca e captura de animais;
- Adoção de regras nas fases de implantação e de operação das lavras, controle de ruídos, controle de deposição de rejeitos (bota-foras) e reconstituição paisagística das áreas de empréstimo e estradas de serviços após o término das lavras;
- Disposição adequada da infra-estrutura do canteiro de obras, adoção do uso de fossas sépticas para tratamento dos efluentes sanitários, destinação final dos resíduos sólidos (lixo) e tratamento paisagístico da área do canteiro de obras após a sua desmobilização;
- Remoção e tratamento adequado da infra-estrutura pública e/ou privada existente nas áreas das bacias hidráulicas dos reservatórios; e
- Adoção de procedimentos para salvar, caso haja, patrimônios arqueológico e paleontológico.

No caso específico dos materiais de empréstimos, a SRH elaborou, também, termos de referência para um Plano de Controle e Recuperação de Áreas de Jazidas de Empréstimos, o qual apresenta, de forma detalhada, as principais medidas a serem adotadas pelas empreiteiras, abrangendo desde os processos de desmatamento e decapeamento das áreas a serem exploradas até recomendações sobre os métodos a serem adotados na recuperação das áreas degradadas.

8.2.7-Ações Relacionadas com a Segurança de Obras Hídricas

O Ceará conta com considerável número de açudes no seu território, os

quais têm papel fundamental a economia do Estado e na qualidade de vida da sua população. A ausência de um sistema integrado de operação, manutenção e controle destas obras hídricas, até tempos recentes, resultou na deterioração de parte das infra-estruturas implantadas, o que aumenta os riscos de ocorrência de acidentes com danos materiais e perdas de vidas humanas.

Com o intuito de operar os açudes de forma mais adequada e segura, foi posto em prática, inicialmente pela COGERH, o Programa de Manutenção e Recuperação dos Açudes Estaduais, o qual abrange as fases de levantamento de dados técnicos, diagnóstico, elaboração e implementação do projeto de recuperação, elaboração de manuais e rotinas operacionais e capacitação das equipes de campo. O referido programa vem sendo executado desde 1997, já tendo contribuído para a recuperação das estruturas do maciço e do vertedouro de dezenove açudes estaduais, para a recuperação e modernização dos conjuntos hidromecânicos de outros dezesseis açudes e para recuperação de diversas infra-estruturas dos reservatórios que integram o Sistema Hídrico da RMF.

Integram, ainda, as ações relacionadas com a segurança de obras hídricas que vêm sendo executadas pela COGERH, o desenvolvimento de um arcabouço institucional, tendo sido montados a princípio um acervo bibliográfico sobre segurança de obras hídricas e um acervo técnico sobre os principais reservatórios do Estado do Ceará, com o intuito de subsidiar o diagnóstico e a tomada de decisão sobre eventuais problemas observados. Estes acervos técnicos são atualizados continuamente.

8- ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS

Foram elaboradas listas de inspeção, considerando as principais anomalias observadas nos açudes do Estado, para orientar as equipes técnicas na inspeção e no diagnóstico das condições da infraestrutura física das barragens e equipamentos hidromecânicos. Encontra-se em fase de formação um banco de dados com base nas informações fornecidas pelas referidas listas, permitindo melhor acompanhamento da evolução, diagnóstico e encaminhamento das soluções e anomalias detectadas.

Foram disponibilizados Diários de Ocorrências nos locais das obras, os quais contribuirão para complementação do histórico do açude a longo prazo, além de subsidiarem as atividades de operação e manutenção. Foram elaborados, ainda, dossiês dos açudes, que ficam disponíveis no local da obra e nas sedes das gerências das bacias, os quais contêm os desenhos de projeto e as principais características técnicas dos açudes.

A COGERH vem executando a leitura e análise dos instrumentos de alguns açudes, atividade que ajuda a monitorar o desempenho e fornece indicativos de situações de perigo. Também intrínseca ao programa de instrumentação está a pronta notificação ao pessoal responsável quando as observações forem atípicas ou divergirem dos critérios de projeto.

Constitui compromisso permanente da COGERH a capacitação dos técnicos e gerentes engajados na vistoria dos reservatórios, fazendo com que haja, por parte destes, entendimento sobre as responsabilidades relacionadas à segurança das obras hídricas. Para tanto, os gerentes têm obrigatoriamente de contar com conheci-

mentos sobre sinais visuais de problemas, normas e procedimentos para operação adequada dos equipamentos eletromecânicos e princípios de monitoramento das obras, além de estarem aptos a apresentar respostas emergenciais, incluindo alertas. Esta capacitação é estimulada através de treinamentos internos e elaboração de material didático para cada gerência. Além disso, os técnicos da COGERH têm participado de eventos nacionais e internacionais na área de segurança de obras hídricas, e em intercâmbios com instituições como a CESP e o Bureau of Reclamation (BUREC).

A COGERH procura, ainda, participar de reuniões onde apresenta sugestões sobre detalhes técnicos das obras em projeto ou construção, visando à melhoria das condições de operação e manutenção na futura gestão. Participa, ainda, de reuniões específicas com o Painel de Inspeção e Segurança de Barragens (PISB), com o objetivo de avaliar as condições das obras pós-construção e discutir aspectos de sua segurança.

Foi elaborada pela COGERH, com o apoio do PISB, uma Metodologia de Avaliação do Potencial de Risco, que avalia as condições físicas das estruturas e perigos delas advindos, visando priorizar a aplicação de recursos associados às futuras ações de segurança nos locais onde estes se fazem mais necessários.

Por fim, foi elaborado pela COGERH um modelo de Plano de Ações Emergenciais definindo responsabilidades e contendo procedimentos de emergência e de notificação das autoridades responsáveis e da população em geral para salvaguardar vidas e reduzir danos materiais na eventu-



alidade de uma ruptura da barragem. Foram mantidos contatos com a Defesa Civil do Estado do Ceará para implementação do referido plano.

8.2.8-Desmatamento Racional das Áreas das Bacias Hidráulicas dos Reservatórios

A decomposição da vegetação submersa pela formação do lago de um reservatório provoca o rápido consumo do oxigênio presente na água represada, contribuindo para o desencadeamento de um processo de eutrofização da água, com conseqüências negativas para o bioma aquático do reservatório, bem como da área de jusante do curso d'água barrado.

São comuns os casos em que o afogamento da vegetação das áreas das bacias hidráulicas de represas tem resultado na sua putrefação, tornando a água imprópria para determinados usos, devido à redução do oxigênio dissolvido, formação de lodo orgânico, coloração acentuada, desprendimento de gases fétidos e proliferação de microorganismos indesejáveis e de vegetação aquática, entre outros problemas. Embora muitas destas alterações sejam temporárias, perdurando durante a fase de enchimento e por alguns anos subsequentes, a depender das características de cada reservatório, certos problemas podem se tornar permanentes, ou de solução muito lenta, como é o caso da eutrofização das águas represadas.

Além disso, de acordo com a Lei Federal nº 3.824, de 23 de novembro de 1960, é obrigatório o desmatamento e conseqüente limpeza da bacia hidráulica de reservatórios, devendo ser reservadas áreas, que a critério dos técnicos, sejam

consideradas necessárias à proteção da ictiofauna e das reservas indispensáveis à garantia da piscicultura.

Tendo em vista um trabalho programado que visa à melhoria da qualidade ambiental das áreas de influência dos reservatórios, a SRH passou a exigir a execução do desmatamento zoneado das áreas a serem inundadas pelos açudes implementados dentro do seu programa de investimentos, objetivando, além do atendimento à legislação vigente, atingir as seguintes metas: limpeza da área a ser inundada, tendo em vista a conservação da água represada; salvamento da fauna e sua condução para locais de refúgio; preservação da faixa de proteção do reservatório definida pela Resolução CONAMA nº 004/85; aproveitamento dos recursos florestais gerados pelo desmatamento e proteção dos trabalhadores e da população circunvizinha contra o ataque de animais, principalmente os peçonhentos. Para tanto, estabeleceu um termo de referência a ser adotado pelas consultoras contratadas para elaboração dos projetos de desmatamento das bacias hidráulicas/manejo da fauna dos reservatórios licitados por esta secretaria.

Contudo, para a concepção de um projeto de desmatamento racional da área de um reservatório, deve ser elaborado, a princípio, um diagnóstico florístico e faunístico da área, visando, não só à identificação e caracterização destes recursos, como à verificação da necessidade de adoção de medidas que minimizem os impactos potenciais incidentes sobre estes, sendo executadas as seguintes tarefas: elaboração de perfis representativos de cada fácies vegetal identificada na área;

8- ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS

elaboração de um mapa da composição florística da área da bacia hidráulica e cercanias, identificando as áreas de proteção ambiental, corredores de escape e zonas de refúgio para a fauna; identificação das espécies da fauna, definindo as espécies de maior importância ecológica; e identificação dos locais de pouso e reprodução de aves, de desova dos répteis, além de refúgios e caminhos preferenciais da fauna.

A área a ser desmatada é delimitada pela cota de máxima inundação, ou seja, o desmatamento será realizado apenas dentro da bacia hidráulica do reservatório. É ressaltado, no entanto, que devem ser resguardadas áreas para criar e posteriormente proteger o habitat paludícola/aquático para a ictiofauna e demais comunidades lacustres. As áreas a serem preservadas estão restritas à faixa de proteção do reservatório, conforme dita o artigo 3º da Resolução CONAMA nº 004/85, e as ilhas que porventura se formarem após o enchimento do lago. Antes que sejam iniciados os trabalhos de desmatamento, são estimuladas as atividades de pesquisa florística por entidades científicas e a coleta de material para a formação de um herbário.

Na determinação das técnicas e do tipo de equipamento a serem empregados no desmatamento de determinada área são levados em conta os fatores negativos que afetam a capacidade de trabalho das máquinas (topografia, tipo de solo, clima, afloramentos rochosos, etc.) e a tipologia vegetal (densidade da vegetação, diâmetro dos troncos das árvores, tipos de madeiras: duras ou moles, número de árvores por hectare, etc.).

O desmatamento deve ser iniciado a partir do barramento em direção à montante, de forma que possibilite um espaço de tempo necessário à fuga da ornitofauna e da fauna terrestre de maior mobilidade. Deve-se atentar, ainda, para a formação de corredores de escape da fauna, além da implementação de uma operação de salvamento para a fauna de menor mobilidade e do estabelecimento de uma fiscalização que proíba a caça durante os trabalhos de desmatamentos.

Deverá ser promovido o aproveitamento dos recursos florestais aproveitáveis, bem como a proteção do contingente obreiro e da população periférica contra o ataque de animais, principalmente dos peçonhentos. A equipe engajada no resgate da fauna deverá receber treinamento sobre identificação e técnicas de capturas de animais, especialmente dos peçonhentos, além de estar adequadamente trajada e usando botas e luvas de cano longo feitas de couro ou de outro material resistente. Deverão compor a equipe, indivíduos treinados na prestação de primeiros socorros.

Os responsáveis pelas operações de desmatamento e de manejo da fauna deverão, antes do início desta última atividade, manter contato com os postos de saúde da região, certificando-se da existência de pessoal treinado no tratamento de acidentes ofídicos, bem como de estoque de soros antiofídicos e outros. Deverão ainda ser divulgadas, junto à população local, as principais medidas de prevenção de acidentes com animais peçonhentos através da distribuição de cartilhas. É recomendada a execução do desmatamento durante o período de estiagem, dado a



maior disponibilidade de mão-de-obra na região, principalmente, no caso de adoção do método manual.

8.2.9 -Administração das Faixas de Proteção dos Reservatórios

O estabelecimento de uma faixa de proteção periférica à bacia hidráulica dos açudes visa, além da preservação do meio natural, com reflexos positivos sobre a vida silvestre, impedindo atividades prejudiciais aos reservatórios, servir de anteparo natural ao carreamento de sedimentos causado pela erosão laminar das encostas, bem como ao aporte de poluentes. Além disso, constitui-se uma exigência da legislação ambiental vigente (Resolução CONAMA nº 004/85), que estabelece a necessidade de manutenção de uma faixa de proteção com largura mínima de 100 m, ao redor de reservatórios de água naturais ou artificiais situados em áreas rurais, cuja vegetação natural deve ser considerada como reserva ecológica.

A proteção da reserva ecológica periférica aos reservatórios, por sua vez, exige o controle dos usos múltiplos dos reservatórios, principalmente os exercidos nas áreas periféricas aos lagos formados, atividade que assume primordial importância para a preservação da qualidade das águas represadas, visto que muitos destes são conflitantes entre si, resultando na poluição dos mananciais hídricos, cujas águas têm como destinação principal o abastecimento humano e a irrigação. Com efeito, com a formação dos lagos, a pesca e a piscicultura serão desenvolvidas, as margens empraçadas favorecerão o lazer e haverá estímulos à captação d'água para consumo humano e dessedentação animal,

além da exploração da agricultura de vazantes, atividade típica do sertão nordestino. Em vista disso, não faz sentido a pretensão de manter a reserva marginal criada, absolutamente intocada. Porém é necessário que sejam estabelecidos limites rigorosos para a prática dessas atividades.

Assim sendo, a COGERH, órgão responsável pelo gerenciamento dos recursos hídricos do Estado do Ceará, procurou estabelecer normas a serem seguidas pela população periférica aos reservatórios gerenciados por este órgão, além de ter efetivado a constituição de polícias florestais, que têm a seu cargo considerável tarefa educativa, sendo engajada nesta atividade a própria população local.

Toda a área das faixas de proteção é cercada. Ancoradouros, entrepostos de pesca e balneários têm suas áreas confinadas por cercas e são acompanhadas de um policiamento educativo, tendo em vista orientar para que haja uma correta disposição de dejetos inerentes a essas atividades. Nos domínios das faixas de proteção não é tolerado o exercício de atividades pecuárias de quaisquer espécie, sendo, no caso específico de pontos de bebida para o gado, recomendado aos pecuaristas a construção de valas que conduzam a água para fora da reserva, mesmo que seja preciso bombeamento. É também expressamente proibida a salga de peixe nas margens do lago, haja vista o risco de salinização das águas represadas.

Quanto à prática agrícola, esta questão ainda se apresenta bastante polêmica. Por um lado, há os riscos de degradação da vegetação das faixas de proteção e de aporte de agrotóxicos aos reservatórios,

8- ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS

razão pela qual alguns ambientalistas optam simplesmente pela proibição desta prática, por outro, deve-se atentar que a grande maioria dos reservatórios implementados pela SRH estão posicionados em regiões semi-áridas, onde a escassez de recursos hídricos e de solos propícios à agricultura induz a ampla difusão da denominada agricultura de vazantes, sendo incongruente a proibição desta prática pelos agricultores locais, sob pena de se estar contribuindo para a ocorrência de problemas sociais vinculados à questão secular das secas. Assim sendo, vislumbram-se duas opções para as faixas de proteção dos reservatórios:

- Permissão de usos controlados nos açudes onde for possível o controle efetivo do uso de fertilizantes e pesticidas e a adoção de práticas conservacionistas na agricultura de vazantes; e
- Proibição do acesso e de qualquer utilização da terra nos açudes onde os riscos associados ao uso inadequado de suas margens forem muito fortes, como é o caso dos reservatórios que integram o Sistema Hídrico da Região Metropolitana de Fortaleza.

O zoneamento de usos nos reservatórios é outra prática adotada, procurando afastar dos pontos de captação d'água para abastecimento doméstico aqueles usos que são incompatíveis com este fim. Nesse contexto, não são permitidos, num raio de no mínimo 500 m em torno de áreas destinadas a captação d'água para consumo humano, certos usos tais como banhos, lavagens de roupas, etc.

É proibido, ainda, o uso de lanchas e de outros equipamentos náuticos motorizados, com vistas a evitar a poluição dos reservatórios por óleos e resíduos de graxas. Além disso, as hélices dos motores contribuem para desestruturar a constituição física dos componentes planctônicos (fito e zooplâncton), ocasionando desequilíbrio na cadeia alimentar do ecossistema aquático. Por fim, é terminantemente proibido o lançamento de papéis, garrafas, latas, vidros ou outros resíduos na água, ou nas margens dos reservatórios, pois além de causarem poluição, prejudicam os valores paisagísticos e estéticos dos mananciais.

8.2.10 - Plano de Manejo Ambiental

A SRH vem, ainda, estudando o desenvolvimento de diversos programas ambientais a serem implementados durante a execução do Projeto de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos (PROGERIRH), os quais integram o Plano de Manejo Ambiental preconizado por esta secretaria. Dentre estes programas figuram:

- **Fortalecimento de Unidades de Conservação:** Concebido para atender a Política de Habitat's Naturais do Banco Mundial e as exigências da legislação ambiental vigente (Resolução CONAMA nº 010/87). O programa estabelece como forma de compensação ambiental para os projetos do PROGERIRH, o fortalecimento de unidades de conservação existentes, através do fornecimento de recursos financeiros para implemen-





tação de planos de gestão e/ou investimentos em infra-estrutura. Contatos mantidos com o IBAMA e a SEMACE referendaram os objetivos do programa, tendo sido propostas por estes órgãos a implementação do Plano de Gestão da Floresta Nacional do Araripe, integrante da APA da Chapada do Araripe, e a dotação de infra-estrutura física nas áreas das APAs das serras do Baturité, Aratanha e Maranguape, propiciando condições para a administração destas unidades de conservação.

- **Diagnóstico e Monitoramento de Áreas Estuarinas e Manguezais:**

Dentre os empreendimentos preconizados no âmbito do PROGERIRH, três reservatórios (açudes Malcozinhado, Catucinzenta e Itaúna) e o Sistema Adutor Castanhão/RMF acarretam alterações no regime hídrico natural dos cursos d'água barrados, com reflexos sobre seus estuários.

Como forma de avaliar as repercussões das implementações destas obras sobre os referidos ecossistemas estuarinos, é executado inicialmente pela SRH um diagnóstico dos fatores bio-geo-físicos e socioeconômicos destas unidades ambientais, bem como de outros dois estuários, que estejam submetidos a condições semelhantes, mas que não sofram influência dos empreendimentos, para que possam servir de parâmetro. Posteriormente é implementado, durante um período de quatro anos,

um monitoramento ambiental e socioeconômico destes estuários, o qual procura identificar os principais impactos incidentes sobre estes ecossistemas e sobre as atividades econômicas a estes vinculadas, bem como propor medidas mitigadoras, no caso de detecção de alterações relevantes.

- **Apoio ao Monitoramento e Controle da Esquistossomose:**

Algumas áreas de intervenção do PROGERIRH, com destaque para as regiões onde se localizam o açude Aracoiaba, recentemente construído, e o Sistema Adutor Castanhão/RMF, cujo Trecho 1 encontra-se em fase de implantação, interceptam áreas consideradas focais ou indenes com potencial de transmissão de esquistossomose. As características físicas apresentadas por estas obras, entretanto, não são propícias à propagação do caramujo, hospedeiro intermediário da esquistossomose. Além disso, nenhuma destas intervenções irá resultar em atividades adicionais de vigilância e controle desta endemia, já que o Programa de Controle da Esquistossomose posto em prática pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) está executando sistematicamente, nestas áreas, os cuidados necessários.

Apesar disto, a SRH optou por estabelecer, junto com a Secretaria de Saúde do Estado do Ceará/FUNASA, um convênio voltado para o reforço às ações de combate à esquistossomose, atualmente desenvolvidas no Estado do Ceará. O

8- ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS

referido convênio envolve o custeio de ações na área preventiva, que vão desde o fornecimento de suporte às campanhas de educação sanitária e mobilização comunitária à construção de módulos sanitários nas residências localizadas próximo às áreas de intervenção do PROGERIRH e de poços profundos agregados a sistemas de abastecimento simplificado (chafarizes) em comunidades de risco.

Identificação e Resgate de Patrimônio Cultural: Numa primeira linha de ação o programa pretende ressaltar a importância de se considerar no âmbito dos projetos de proteção ambiental preconizados para obras hídricas a presença de comunidades humanas que vivem na área há muitas gerações, de modo que preservem e gerenciem o patrimônio cultural. Desta forma, deve ser posto em prática um programa de identificação e resgate prévio do patrimônio cultural e de implantação de núcleos de referências culturais, além da implementação de ações de sensibilização do público através da divulgação dos trabalhos em execução. Deverão ser engajados nesta atividade profissionais das áreas de história, arquitetura, arqueologia, paleontologia e antropologia social.

Tendo em vista que o território do Estado do Ceará é relativamente rico em ocorrências arqueológicas e paleontológicas, deverão ser efetuados, ainda, estudos científicos na área de implantação de obras hídricas visando identificar inicialmente as evidências ou não da presença de tais ocorrências, sendo posteriormente executadas prospecções arqueológicas ou paleontológicas e o resgate e encaminhamento do material resgatado para instituições científicas.

Deverão ser engajados nestas atividades, profissionais das áreas de arqueologia e paleontologia, devidamente habilitados, os quais deverão contar com a autorização do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) e do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), respectivamente.

Ressalte-se que, mesmo com a efetuação de prospecções na área de influência direta da obra, sempre é possível a descoberta ao acaso de uma nova ocorrência, principalmente nas atividades que envolvem movimentação de terra, como escavações e terraplenagem. Nesse caso, o procedimento necessário consiste na paralisação parcial das atividades naquele local, até a chegada dos profissionais especializados para o resgate do material, dentro dos critérios científicos.

O material resgatado nos levantamentos de campo deverá ser encaminhado para instituições científicas apropriadas, visando ao seu armazenamento e à disponibilização para pesquisa. Nessas instituições deverá, se possível, ser implantado um ecomuseu para guarda, proteção e exposição da coleção resgatada.

- **Manual de Procedimentos e Critérios Ambientais para Projetos e Construção de Empreendimentos Hídricos:** Tem como finalidade a formulação de procedimentos e critérios ambientais para projetos de obras hídricas, envolvendo os critérios a serem adotados para a classificação ambiental destes projetos de acordo com o seu tipo e porte, metodologia de avaliação ambiental, procedimentos de licenciamento junto ao órgão com-



petente e termos de referências específicos para estudos de viabilidade, projetos básicos e projetos executivos, versando sobre o conteúdo das avaliações ambientais necessárias para o licenciamento das obras.

Por sua vez, o manual de normas e especificações ambientais para a construção de obras hídricas visa à divulgação e discussão das regras ambientais para construção de reservatórios que vêm sendo postas em prática pela SRH, através de seminários e reuniões específicas com a participação de organismos de recursos hídricos estaduais, federais, entidades ambientais, organizações civis que atuam no setor, construtoras e empresas de consultoria, entre outras. São previstas, ainda, a complementação e a consolidação das regras ambientais que estão sendo atualmente adotadas para obras hídricas no Estado.

- **Capacitação e Treinamento em Gestão Ambiental:** Objetiva a capacitação e o treinamento em gestão ambiental do pessoal técnico vinculado à SRH e suas empresas coligadas (SOHIDRA e COGERH), e à SEMACE, além de empresas de consultoria, com vistas a assegurar que a dimensão ambiental seja adequadamente incorporada ao desenvolvimento das atividades de planejamento de recursos hídricos, na implantação de obras hídricas e na operação de sistemas hidráulicos.
- **Programa de Proteção de Reservatórios:** Visa garantir a preservação da qualidade das águas represadas

nos reservatórios, sendo composto por duas linhas de ação: a primeira, voltada para o controle do uso e ocupação do solo nas bacias de contribuição dos reservatórios, através do mapeamento de solos propícios à liberação de sais e daqueles com aptidão ao desenvolvimento de atividades hidroagrícolas, com a identificação das atividades poluidoras (indústrias, núcleos urbanos, atividades agropecuárias) e da quantificação dos resíduos líquidos e sólidos gerados por estas atividades causando a poluição.

Com base nas informações levantadas será definido um conjunto de ações mitigadoras, capaz de garantir que os impactos sobre a qualidade das águas dos reservatórios sejam mínimos ou em nível suportável em função dos seus usos previstos. Será efetuada uma gestão junto aos órgãos competentes e à sociedade civil para a tomada de decisões e o encaminhamento de soluções, no que se refere à regulamentação do uso e à ocupação do solo urbano/rural.

A segunda linha de ação, voltada para o controle do uso do solo às margens dos reservatórios, já vem sendo implementada pela COGERH, através do programa de administração das faixas de proteção dos reservatórios, anteriormente comentado.

- **Programa de Operação de Reservatórios:** Tem como objetivo evitar o estabelecimento progressivo de processos de salinização e eutrofização nos reservatórios geridos pela COGERH, através do acom-

8- ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS

panhamento da evolução temporal dos teores de sais nas vazões afluentes e nas águas acumuladas dos reservatórios, e da definição de regras operacionais para propiciar, quando possível, a renovação das águas represadas. Tais regras devem ser alvo de discussão junto aos comitês de usuários dos reservatórios para tomada de decisão, tendo em vista os riscos de se liberar água na incerteza da afluência futura de volumes suficientes para reposição, confrontando-os com os riscos de se ter uma deterioração progressiva das águas do reservatório.

Visa, ainda, ao estabelecimento de um plano operativo e de divulgação de informações, que compatibilize as vazões afluentes aos reservatórios/volumes acumulados e o atendimento dos seus usos múltiplos, estabelecendo critérios para o atendimento dos usos considerados prioritários por ocasião da ocorrência de estiagens.



9

A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO SETOR DE RECURSOS HÍDRICOS





9- A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO SETOR DE RECURSOS HÍDRICOS

A recente política governamental que trata dos recursos hídricos no Brasil vem incorporando modernos princípios e padrões de administração já praticados em diversos países. O Estado do Ceará, nestes últimos anos, destacou-se e, muitas vezes, antecipou-se à própria União, com ações pioneiras e inovadoras, criando uma legislação e implementando instrumentos considerados modelos para os demais Estados. Conseqüentemente, cresceu a necessidade de maior conhecimento qualitativo e quantitativo, não somente no tocante aos recursos hídricos disponíveis, mas abrangendo os ambientes físico, político e social. A permanente avaliação e gestão dos recursos hídricos passaram a exigir, nesta nova realidade, a incorporação de tecnologias e a urgente requalificação de parcela considerável dos recursos humanos disponíveis. Todos estes objetivos, para serem alcançados, demandam grande inovação tecnológica nas práticas e nos costumes que caracterizavam o ambiente de trabalho da SRH. Esta inovação tecnológica se deu em três direções: disseminando no público as informações produzidas pelo setor de recursos hídricos, fomentando a participação da sociedade nas ações desta secretaria e aumentando a eficiência da gestão da infra-estrutura hídrica já instalada.

9.1-CICLOS TECNOLÓGICOS ASSOCIADOS AOS RECURSOS HÍDRICOS NO CEARÁ

A história do desenvolvimento dos recursos hídricos em nosso país é também a história do desenvolvimento técnico de toda a infra-estrutura material construída

para atender às diversas políticas públicas formuladas para o setor. No início do século, o problema da poluição não estava ainda colocado e, portanto, para as regiões Sul e Sudeste, as ações públicas eram voltadas prioritariamente para o abastecimento urbano e para a deposição dos esgotos. Num segundo momento, a engenharia dos recursos hídricos voltou-se fortemente para a geração de energia, com a construção de grandes obras civis e barragens associadas às usinas hidrelétricas. Foi no Nordeste que a engenharia voltou-se, desde o início, para a acumulação de água cujo uso seria eminentemente social. Existe, portanto, na nossa região, uma sucessão de ciclos tecnológicos ligados aos recursos hídricos, que remontam à época do império e que se desdobram, na atualidade, na recente ênfase dada à gestão e ao monitoramento da água.

Sucinta e esquematicamente, estes ciclos iniciam-se no final do século XIX, com os primeiros diagnósticos sobre a seca, culminando com a criação da Inspeção de Obras Contra as Secas (IOCS), em 1909. Posteriormente, em 1919, este órgão passou a ser chamado de Inspeção Federal de Obras Contra as Secas (IFOCS).

Do ponto de vista da engenharia, no Estado do Ceará, o fato pioneiro foi a construção do açude Cedro, que marca o início de uma nova fase para a implantação de obras hídricas, a qual se estende até meados dos anos 40, com a transformação da IFOCS no atual Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS). Acontece então a época de ouro da engenharia civil, principalmen-

9- A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO SETOR DE RECURSOS HÍDRICOS

te no governo Juscelino Kubistcheck, com as grandes obras de açudagem, das quais o marco para os cearenses foi a construção do açude Orós. A engenharia passa a ser, declaradamente, um instrumento do desenvolvimento econômico, e isto foi politicamente demarcado com a criação e atuação da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE).

É possível assinalar-se uma próxima fase de transição, que marca o aparecimento das grandes empresas de consultoria, que vieram firmar, posteriormente, a competência internacional da engenharia brasileira. Esta época, que se inicia no final dos anos 60, caracteriza-se por um novo tipo de empreendimento tecnológico, que são os projetos de irrigação, os quais, no Ceará, consolidam-se com a vinda de missões estrangeiras, notadamente a missão francesa, cuja atuação impulsionou a realização da concepção e da implantação do Projeto Morada Nova.

A fase atual caracteriza-se pela necessidade da criação de nova plataforma tecnológica que consagra a informação como insumo básico dos processos de gestão e monitoramento. A política tecnológica praticada pela SRH nos últimos anos visou, essencialmente, à modernização do ambiente de trabalho e à reciclagem dos recursos humanos existentes, de modo que esta nova etapa possa ser enfrentada com sucesso.

9.1.1-0s Programas Especiais de Recursos Hídricos


Em 1988, a SRH encomendou a um grupo de empresas de consultoria (SIRAC/AGUASOLOS/VBA) um Plano Estadual dos Recursos Hídricos (PLANERH, 1992),

cujos estudos e diagnósticos nortearam a definição, o planejamento e a execução das obras ora empreendidas pelo Governo do Estado do Ceará. A execução deste grande número de obras apontava para a necessidade de recursos significativos, originários tanto do orçamento do Estado como de agências internacionais. Os programas PROURB-RH e PROGERIRH, decorreram de contratos firmados com o BIRD, e o PROÁGUA/Semi-Árido, assinado com o Governo Federal, viabilizaram financeiramente todo este processo. Inicialmente, o PROURB-RH já tinha viabilizado o aparelhamento tecnológico da SRH e da COGERH, principalmente através da aquisição de microcomputadores e programas produtos. Posteriormente, o PROGERIRH, tanto na sua versão piloto como na definitiva, teve o mérito de destacar os aspectos institucionais e tecnológicos como requisitos básicos para o êxito das ações que no futuro iriam consolidar todo o processo relativo aos recursos hídricos do Estado. Além do mais, estes programas criaram a cultura de estudo e projeto integrados, como instrumentos básicos de planejamento e implementação das novas ações para o setor de recursos hídricos. Isto teve uma notável e benéfica influência na formação de novos quadros técnicos e na modernização das empresas de consultoria do Ceará.

9.2-DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO TECNOLÓGICA DA SRH

Com a vigência dos programas PROURB-RH e PROGERIRH, a SRH, em parceria com o BIRD, passou a buscar mecanismos eficazes de acompanhamento e controle dos projetos contratados. Ao mes-





mo tempo, sentiu-se a necessidade de dar visibilidade e ampliar a disponibilidade das informações sobre recursos hídricos existentes no acervo da SRH, COGERH, FUNCEME e SOHIDRA. Tal acervo constituía, e ainda constitui, valioso patrimônio, cujo processo de integração possibilitará aos órgãos da administração, aos agentes de desenvolvimento, às empresas privadas e aos cidadãos em geral, acesso a vasta gama de informações organizadas por grupos temáticos, estudos específicos, projetos, mapas, séries históricas de dados técnicos, etc.

Para suprir minimamente as condições de infra-estrutura tecnológica e administrativa que assegurassem acompanhamento das políticas e a implementação de projetos para a área de Recursos Hídricos, fez-se necessário:

- Conhecer os processos e agentes de geração, manipulação e utilização das informações referentes ao setor;
- Determinar as iniciativas de caráter técnico, administrativo e legal, necessárias para alcançar o objetivo desejado.

No seu projeto piloto, o PROGERIRH previu ações iniciais para a futura implementação de um Sistema de Informações, entre as quais se incluía a obtenção de um diagnóstico da situação da infra-estrutura de informações disponível na SRH, COGERH, FUNCEME e SOHIDRA. No início de 1998, foram contratados o diagnóstico e um primeiro conjunto de especificações e propostas para a implementação do Sistema de Informações dos Recursos Hídricos e Meteorológicas do Ceará (SIRH/CE)

Estes estudos, consubstanciados em um relatório, contendo o diagnóstico e as especificações do SIRH/CE, definiram as linhas gerais que orientaram a política e as ações de inovação tecnológica seguidas pela SRH nestes últimos anos.

9.3-SISTEMA DE INFORMAÇÕES DOS RECURSOS HÍDRICOS E METEOROLÓGICOS DO CEARÁ (SIRH/CE)

O planejamento, a gestão e a própria administração do setor de recursos hídricos no Brasil foram tratados pela Lei Federal nº 9.433/97. Ali estão previstos cinco instrumentos essenciais à gestão do uso das águas, entre as quais figura o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), definido no artigo 25 desta lei como: “um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão.”

A lei também estabelece no seu artigo 27 que os objetivos do SNIRH são:

- I. Reunir, dar consistência e divulgar os dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos no Brasil;
- II. Atualizar permanentemente as informações sobre disponibilidade e demanda de recursos hídricos em todo o território nacional;
- III. Fornecer subsídios para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos.

No âmbito estadual, a Lei nº 11.996/92, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos no Ceará, não preconiza explicitamente a criação de um sistema de informações sobre recursos hídricos. No entanto, toda a experiência acumulada, desde a promulgação

9- A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO SETOR DE RECURSOS HÍDRICOS

desta norma, tem reforçado a necessidade da existência deste instrumento de gestão para a realização de todas as ações e diretrizes ali contidas.

Particularmente, o Conselho de Recursos Hídricos do Ceará (CONERH) e o Comitê Estadual de Recursos Hídricos (COMIRH), órgãos colegiados criados por aquela lei, não podem prescindir de um sistema de informações como instrumento que proporcione apoio e suporte para o cumprimento de suas atribuições legais, o melhor andamento dos seus trabalhos e a tomada de decisões.

9.3.1-Conceituação do SIRH/CE

A Lei Federal nº 9.433/97 estabelece, no seu artigo 26, três princípios básicos para o funcionamento do SNIRH:

- I. Descentralização para a obtenção e a produção de dados e informações;
- II. Coordenação unificada do sistema;
- III. Acesso aos dados e informações garantido à toda a sociedade.

O SIRH-CE deverá seguir estes princípios e ainda apresentar as seguintes características técnicas:

- Possuir um sistema referencial das informações existentes na SRH e empresas vinculadas, replicando informações e sistemas somente quando estritamente necessário;
- Proporcionar visão integrada, agregada e atualizada dos processos e das informações, em face da diversidade, da dispersão geográfica dos tipos de dados gerados, e da variedade de suas aplicações

em cada entidade, apontando uma solução que preserve e inclua cada subsistema existente;

- Não ser confundido com nenhum dos sistemas internos da SRH e empresas vinculadas, que continuarão, de forma autônoma, a atender seus objetivos específicos;
- Seguir o princípio “atualiza a informação quem gera a informação”. O sistema referencial, portanto, deverá ter permissão apenas para ler as informações dos sistemas internos da SRH e vinculadas, jamais podendo alterá-las.

A partir destas características pode-se então definir: SIRH/CE é o resultado do acoplamento lógico e referencial dos Sistemas Operativos capaz de integrar e pesquisar todas as informações disponíveis na SRH e vinculadas.

9.3.2-Modelo geral do SIRH/CE

As funções mais detalhadas e específicas do SIRH/CE deverão ser preenchidas pelos sistemas operativos existentes na SRH e vinculadas. O diagnóstico, já referido, especificou um modelo geral para o SIRH/CE, cuja estrutura e componentes estão apresentados na Figura 9.1.

Alguns destes sistemas já existem, mas não estão integrados ao SIRH/CE. Outros ainda não foram implementados.

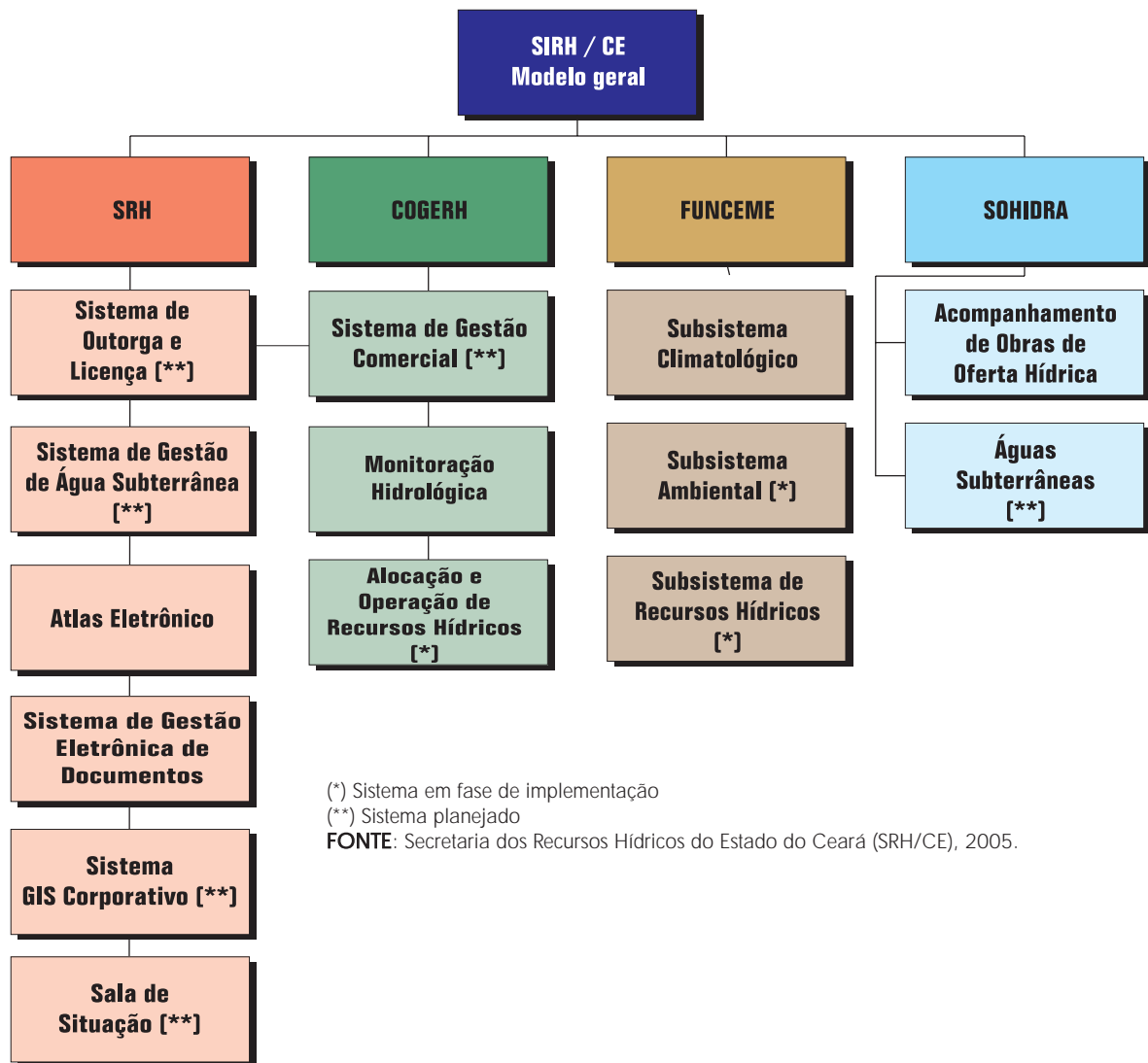
9.3.3 -Versão atual do SIRH/CE

As etapas iniciais de implementação do SIRH/CE foram a elaboração do Atlas Eletrônico dos Recursos Hídricos e Meteorológicos do Ceará (<http://atlas.srh.ce.gov.br>) e a Página Internet da SRH (<http://www.srh.ce.gov.br>), inicialmente



9- A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO SETOR DE RECURSOS HÍDRICOS

Figura 9.1 - Modelo Geral do SIRH/CE



denominada de Instalação Eletrônica de Comunicação e Participação. O Atlas foi, certamente, o projeto mais ambicioso, e sua finalidade inicial era armazenar, numa base de dados, todo o conteúdo de parte do Plano Estadual dos Recursos Hídricos, denominada Atlas. Durante o desenvolvimento desse projeto, a idéia evoluiu, dando lugar a uma base de dados mais ampla e permanentemente atualizada, com todas as informações sobre a infra-estrutura de recursos hídricos. Atualmente, o seu conteúdo, a menos de algumas funções atendidas pela Página da SRH, confunde-se com o próprio SIRH/CE.

A implementação do SIRH/CE contém algumas variações em relação ao modelo geral previsto. Dois módulos, o Fórum da Cidadania e o Módulo Institucional, foram acrescentados. O primeiro para apresentar a organização da SRH, e o segundo destinado a divulgar as ações de participação e organização desenvolvidas pela secretaria.

A antiga denominação da Página Eletrônica foi suprimida e hoje ela é considerada a principal interface do SIRH/CE.

Vários projetos previstos no SIRH/CE ainda não foram implementados, e outros, mesmo funcionando nas empresas vincu-

9- A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO SETOR DE RECURSOS HÍDRICOS

ladas, ainda não foram a ele integrados, alguns, por motivos técnicos, e outros, por decisão administrativa.

As Figuras 9.2 e 9.3 apresentam a estrutura das informações da atual versão do referido sistema.

9.4-ATLAS ELETRÔNICO DOS RECURSOS HÍDRICOS E METEOROLÓGICOS

A partir do diagnóstico elaborado sobre a situação tecnológica da SRH e suas vinculadas, foram tomadas, de imediato, algumas providências para superar deficiências e preencher lacunas consideradas graves para a referida secretaria, a qual, naquela ocasião, enfrentava enorme desafio de implantar um programa de governo e cumprir os compromissos estabelecidos pelos contratos de financiamento firmados com o BIRD.

A primeira providência adotada foi o desenvolvimento de uma versão do Atlas do PLANERH, a qual foi realizada com recursos do PROGERIRH Piloto e cujos principais objetivos foram:

- Elaborar uma versão eletrônica do Atlas do PLANERH, a partir das informações ali contidas, acrescidas de outras consideradas estratégicas;
- Criar um instrumento mais completo de divulgação pública da SRH, via Internet;
- Realizar uma simulação dos problemas potenciais de agregação de dados e informações com a eliminação de redundâncias dos diversos Bancos de Dados existentes na SRH e empresas coligadas, além da introdução de correções e melhoria na qualidade e eficiência dos sistemas existentes.

O Atlas Eletrônico deveria propiciar acesso via Internet e ser um sistema que, preferencialmente, referenciasse informações armazenadas nas várias entidades fontes. Para garantir a atualização das informações foi assinado um convênio com as seguintes entidades:

- SRH, COGERH, FUNCEME e SO-HIDRA;
- Secretaria da Agricultura e Pecuária (SEAGRI);
- Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE);
- Serviço Geológico do Brasil (CPRM);
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

A Figura 9.4 apresenta as informações que constam da atual versão do Atlas, enquanto a Figura 9.5 mostra sua abrangência administrativa, assinalando-se com bordas tracejadas os blocos cujas funções, apesar de planejadas, não foram ainda implementadas no sistema.

O Atlas Eletrônico apresenta, atualmente, suas informações em duas modalidades, tabular e cartográfica. As informações tabulares estão armazenadas em base de dados relacional, e as informações cartográficas possibilitam a elaboração dinâmica de mapas georreferenciados. O Atlas foi desenvolvido por uma empresa privada, segundo especificações elaboradas pela SRH, e sua hospedagem e manutenção são atualmente terceirizadas.

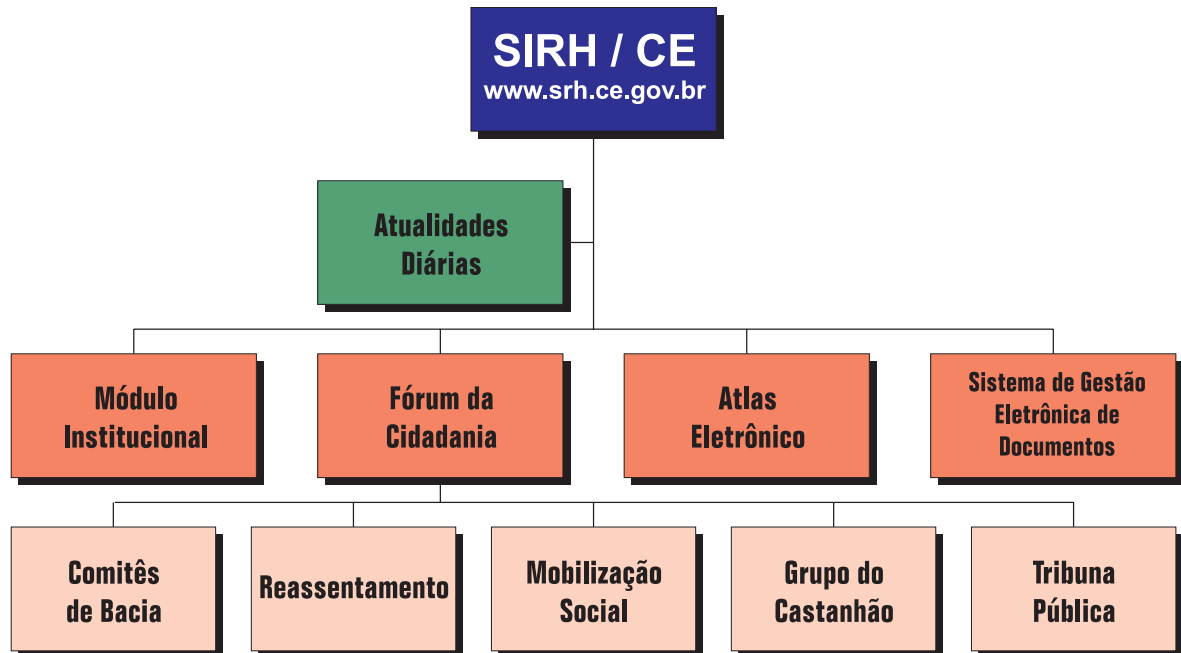
9.5-REDE LOCAL DA SRH

Modernizar o ambiente de trabalho e reciclar a qualificação do pessoal técnico, foram dois objetivos estabelecidos pela política tecnológica posta em prática



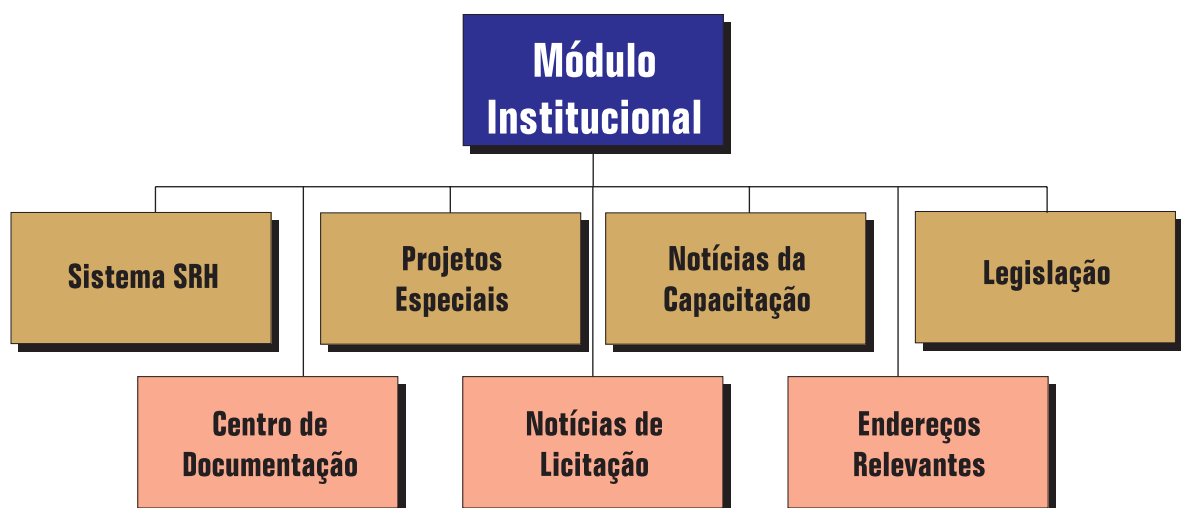
9- A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO SETOR DE RECURSOS HÍDRICOS

Figura 9.2 - Versão Atual do SIRH/CE (I)



FONTE: Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH/CE), 2005

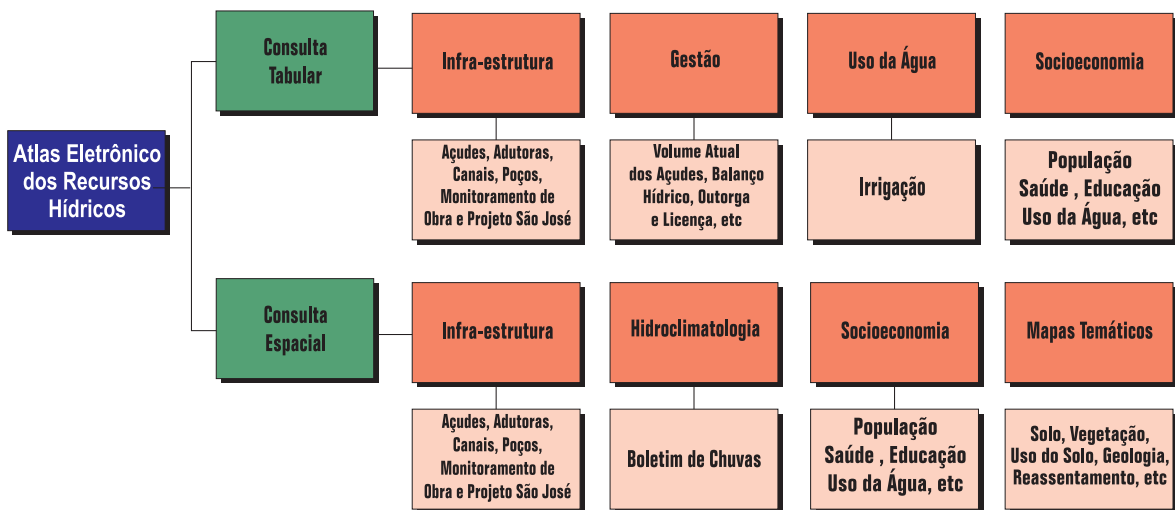
Figura 9.3 - Versão Atual do SIRH/CE (II)



FONTE: Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH/CE), 2005

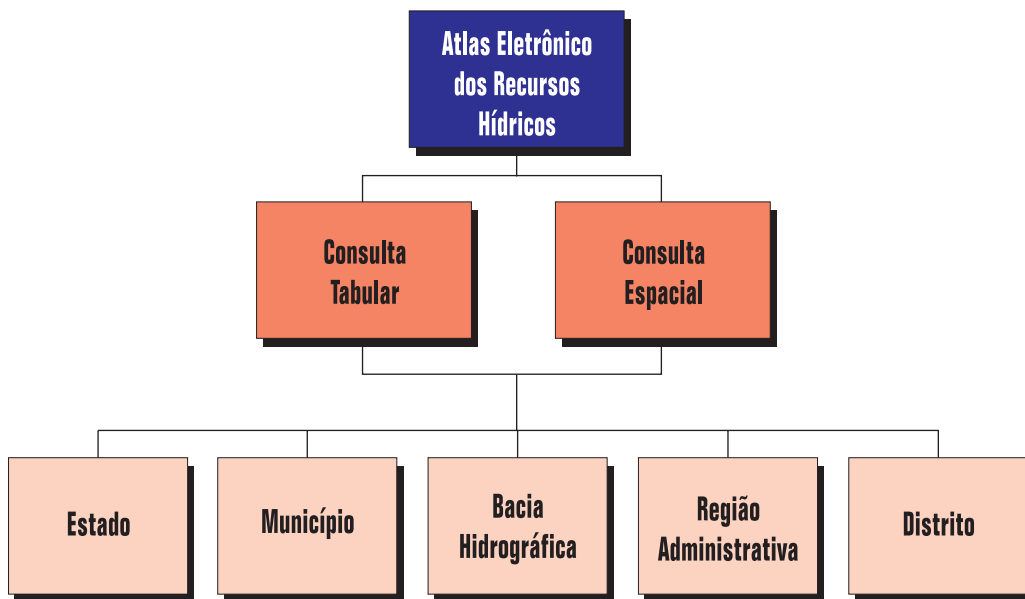
9- A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO SETOR DE RECURSOS HÍDRICOS

Figura 9.4 - Estrutura Atual das Informações do ATLAS ELETRÔNICO



FONTE: Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH/CE), 2005

Figura 9.5 - Distribuição Espacial Atual das Informações do ATLAS ELETRÔNICO



FONTE: Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH/CE), 2005



pela SRH nestes últimos anos. O diagnóstico sobre a infra-estrutura de informações constatou uma necessidade de ser intensificada a utilização de ferramentas de informática na execução das tarefas técnicas e administrativas do dia-a-dia da Secretaria e de suas vinculadas.

A Internet, e, em particular, o correio eletrônico, eram usados de forma precária e por poucos técnicos. A integração e a troca de informações entre estes órgãos eram também incipientes. Universalizar o conhecimento e o uso destas ferramentas tornou-se, portanto, um objetivo a ser atingido urgentemente.

Para resolver estes problemas, foram contratadas, com recursos do PROGERIRH Piloto, a elaboração e implantação de uma rede local para a SRH, com características técnicas de uma rede Intranet. Atualmente, com a Intranet em pleno funcionamento, há notável mudança nos hábitos de trabalho dos técnicos, os quais, não somente aceitaram o novo ambiente, mas passaram a depender fortemente dele para desempenhar suas funções. Os profissionais (engenheiros, geólogos, administradores e etc.), que pouco ou nunca tinham usado um microcomputador, que eram acostumados a rotinas manuais de trabalho, rapidamente adaptaram-se e atualizaram-se. A Internet e o correio eletrônico passaram a fazer parte do dia-a-dia destes técnicos.

As secretárias e o pessoal administrativo também aderiram rapidamente a estas novas ferramentas de trabalho. Desde sua implantação, a rede já foi ampliada e existe atualmente uma relação de quase um microcomputador por técnico de nível superior. Por tudo isto, pode-se deduzir que

a repercussão e a influência da Intranet, no ambiente de trabalho da SRH, foram extraordinariamente positivas.

Com base no projeto elaborado, foi implantada uma rede Intranet com as características técnicas apresentadas na Tabela 9.1 a seguir.

9.6-GERENCIAMENTO ELETRÔNICO DE DOCUMENTOS (GED)

A produção intensiva, do setor de recursos hídricos, de documentos técnicos, como relatórios, estudos, planos, editais, termos de referência, fotos e imagens diversas, cria a necessidade de um sistema que possa digitalizar, armazenar, reproduzir e, principalmente recuperar, no todo ou parcialmente, qualquer um destes documentos. O que é importante, é que a produção intelectual armazenada nestes acervos possa ser transferida e transformada em conhecimento, não somente para a instituição, mas para toda a sociedade. Um outro requisito importante é que seja possível controlar o processo de geração, modificação e armazenamento dos diversos documentos numa instituição, garantindo-se assim que a informação não se perca e seja convenientemente tratada segundo sua importância, sigilo e temporalidade.

A Página Internet da SRH contém um módulo, chamado de Centro de Documentação, que organiza e torna disponível todos os relatórios, estudos e documentos técnicos, em geral, produzidos pelos diversos setores e programas especiais da secretaria. Este módulo, no entanto, somente armazena documentos no formato texto (formato Word, principalmente) e de tamanho pequeno ou mé-

9- A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO SETOR DE RECURSOS HÍDRICOS

Tabela 9.1 - Características Gerais da Rede Intranet da SRH

CARACTERÍSTICAS	DESCRIÇÃO
Área Física Coberta	Edifício SEDUC, sub-solo, térreo e dois andares
Número de Estações Clientes	90
Servidores	01 Arquivo 01 Correio eletrônico 01 Aplicação 01 Banco de Dados 02 Aplicativos de internet 02 Firewall / Proxy / Controle de conteúdo 01 Intranet
Arquitetura	Cliente/Servidor com topologia estrela
Sistema Operacional de Rede	Windows NT 2000 e Linux
Velocidade de Transmissão	Nominal de 100Mbps, saindo do servidor
Ligação Servidor / Provedor	Rede Rigav de altavelocidade - 155 ATM
Pacote de Escritório	MS Office
Navegador de Internet	Internet Explorer, uso preferencial/majoritário
Aplicativo de Correio Eletrônico	Lotus Notes
Aplicativo de Colaboração Corporativa ("Groupware")	Lotus Domino / Notes
Servidor da Intranet	Localizado fisicamente na SRH
Servidor de Correio	Localizado e administrado na SRH
Provedor Internet	SEAD
Segurança Contra Invasão	01 Firewall / Proxy / Controle de conteúdo
Estabilização Elétrica	Rede estabilizada centralmente por estabilizador de 20KVA, servidores usam Nobreaks individuais

dio. Grandes relatórios, como um projeto de uma barragem, não fazem parte do Centro de Documentação. A SRH, COGERH, FUNCEME e SOHIDRA, no entanto, possuem um grande e valioso acervo de projetos que precisa ser preservado e liberado aos pesquisadores, consultores e estudiosos em geral.

A SRH contratou, com recursos do PROGERIRH, um projeto objetivando a implantação do Sistema de Gerenciamento Eletrônico de Documentos para a constituição da Base de Conhecimentos em Recursos Hídricos, como parte integrante do Sistema de Informações de Recursos Hídricos e Meteorológicos do Estado do Ceará.

Descrição do Projeto

Coleta, organização, digitalização em meio magnético tecnologicamente atualizado, do acervo fonte, impresso em papel, constituído prioritariamente de estudos e projetos existentes na SRH, COGERH, FUNCEME e SOHIDRA, acrescidos de outros tipos de documentos técnicos (excluídos: memorandos, ofícios e qualquer documento de cunho administrativo) e viabilização de acesso ao acervo digitalizado, via INTERNET. Este trabalho foi desenvolvido segundo os seguintes componentes e fases:

- Especificação, levantamento e categorização do acervo de documentos fonte objeto deste tra-





- balho, onde foram incorporados os documentos já gravados em algum meio magnético. A categorização do acervo incluiu sua classificação, segundo o tipo de documento, tempo de guarda, nível de acesso, etc. para fins de estabelecimento de tabela de temporalidade, permitindo a definição de critérios de preservação e descarte, identificação de documentos cuja microfilmagem fosse recomendada, antes mesmo da digitalização, além da definição de critérios de acesso aos documentos, classificando-os quanto ao nível (acesso público, acesso restrito, sigiloso, etc);
- Coleta e digitalização do acervo de estudos e projetos existentes na SRH, e eventual conversão do acervo já existente em meio magnético, com especificação detalhada e documentada do formato utilizado, tudo compatível e adequado a se incorporar à Base de Gerenciamento Eletrônico de Documentos a ser especificada;
 - Especificação e implantação completa da Base de Gerenciamento Eletrônico de Documentos, compreendendo todos os componentes de arquivamento, indexação, edição, recuperação local e remota, reprodução de documentos, plano de manutenção e atualização, conexão e compatibilidade com sistemas pré-existentes e política de segurança física e de dados;
 - Especificação, fornecimento e implantação de todos os componen-

tes de programas relativos à solução apresentada, incluídos aqui planos de licença de usos e treinamento para operadores, desenvolvedores e usuários, bem como suporte para o sistema;

- Especificação, fornecimento e implantação de todos os equipamentos necessários à solução apresentada, incluindo um sistema abrangente de garantia, plano de suporte ao(s) sistema(s), manutenção aos equipamentos e treinamento para os operadores.

Com a implantação deste projeto, a SRH consolidou uma estrutura de informações abrangendo dados tabulares, cartográficos e documentais, necessária para construir uma Base de Conhecimentos em Recursos Hídricos de grande utilidade para os órgãos de governo, universidades, empresas e usuários do setor.

9.7 -OUTRAS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS

9.7.1-Sistemas de Bombeamento com Fontes de Energia Alternativa

9.7.1.1-Bomba Solar, Eólica E Mista

A política de oferta d'água subterrânea através de poços, por ser pontual e difusa, é a forma de abastecimento de inúmeras e pequenas comunidades situadas na zona cristalina do território cearense. A exploração hídrica do subsolo constitui uma reserva de pouco volume, e com 50% de probabilidade de possuir elevado teor salino. É, no entanto, a fonte mais adequada para aplicação de tecnologias alternativas de geração de energia (sustentáveis, de baixo custo e não-agressivas ao meio ambiente) voltadas para sua captação e suprimento.

9- A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO SETOR DE RECURSOS HÍDRICOS

Ela comporta a energia solar, eólica e processos mistos. É oportuno salientar que, em regiões remotas, as únicas coisas com as quais você realmente pode contar são: o ar e a luz do dia.

Baseando-se neste princípio a SRH introduziu, a nível piloto, um sistema de bombeamento misto (solar e/ou eólico) para derivar água dos canais de integração, visando o abastecimento rural e a pequena irrigação. Este sistema não



precisa necessariamente que se escolha somente uma fonte de energia, pois o mesmo é dotado de painéis solares para geração de força quando o sol brilha,

e uma turbina eólica para gerar energia quando o vento sopra.

9.7.1.2-Turbobombas

Outra inovação aplicada à política



de água, foi a implantação de turbobombas, para aproveitar a energia hidráulica potencial armazenada nos açudes, na saída da tomada d'água, elevando e aduzindo água para aproveitamento hidroagrícola nas áreas de reassentamento.

9.7.2-Projeto Salinidade: A Bacia Experimental de Inhamuns

O objetivo deste projeto foi identificar os processos que levaram à salinização do açude Favelas, usando como comparação a bacia hidrográfica do açude Trici, já que este manancial apresenta índices de salinidade aceitáveis, e encontra-se num mesmo contexto regional.

9.7.3-Projeto Perdas de Água em Trânsito: A Bacia Experimental do Açude Angicos



O objetivo deste projeto foi definir um modelo para avaliação de perdas de água em trânsito, ou seja, uma vez liberada a água pela tomada d'água de um reservatório, determinar o quanto é perdido ao longo do seu curso até o usuário.

O projeto foi instalado em um trecho de aluvião do rio Juazeiro, à jusante da barragem Angicos. Após a seleção dos trechos para estudo e instalação dos equipamentos, foram realizadas a caracterização hidráulica/geométrica do aluvião, coleta de dados e modelagem matemática. Posteriormente, foi possível estabelecer alguns critérios para avaliação das perdas e determinar as variáveis mais importantes que influenciam no fenômeno.

9.7.4-A Bacia Experimental do Açude Medeiros

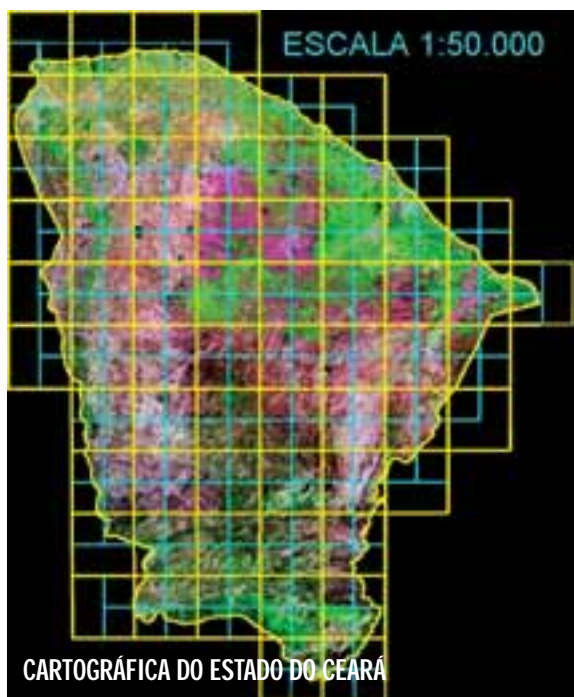
Buscando demonstrar a importância da descarga da galeria de fundo dos açudes foi implantado um projeto pioneiro, aduzindo água do canal do trabalhador, desobstruindo e operando a comporta da barragem, de modo a melhorar a qualidade da sua água.

Assim, açudes como o Bixopá (próximo ao Canal de Tabuleiro de Russas), Queimadas (próximo ao Eixo de Integração Castanhão/RMF) e outros poderão integrar-se ao sistema de gerenciamento da COGERH.

9.7.5-Projeto Base Cartográfica do Estado do Ceará

O objetivo deste projeto é executar o levantamento aerofotogramétrico de todo o território do Estado do Ceará, para a obtenção da Base Cartográfica em formato digital e em

9- A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO SETOR DE RECURSOS HÍDRICOS



papel na escala 1:50.000, foto-índices, Modelo Digital do Terreno (MDT) e ortofotocartas, geradas a partir de fotografias aéreas na escala 1:30.000 e execução de todas as fases envolvidas na construção das folhas do mapeamento sistemático, a partir do emprego de modernas técnicas aerofotogramétricas digitais.

A situação atual da base cartográfica compreende 68 cartas (escala 1:100.000) do território cearense, baseadas num voo já desatualizado, datado de 1968. O novo projeto conterà 236 folhas e voo atualizado.



9.7.6-Zoneamento Geoambiental do Estado do Ceará

O zoneamento geoambiental tem o propósito de caracterizar os sistemas físico-naturais e o padrão predominante de uso do solo, que atua como fator econômico qualificador dos lugares.

Os principais objetivos a serem alcançados são:

- Identificar e caracterizar os sistemas físico-bióticos, com base em proposta metodológica geossistêmica, considerando as principais variáveis ambientais relativas ao suporte (condições geológicas e geomorfológicas), ao envoltório (condições hidroclimáticas) e à cobertura (solos e recobrimento vegetal);
- Avaliar as condições ecodinâmicas com base no balanço entre os processos morfogenéticos e pedogenéticos, tendo em vista o grau de estabilidade do ambiente e sua vulnerabilidade aos impactos.

9.7.7-Estudo da Degradação Ambiental

O objetivo deste estudo é classificar e mapear as áreas degradadas susceptíveis aos processos de desertificação nos municípios do Estado do Ceará, através de análises físicas e biológicas, utilizando processos de geotecnologias, a fim de permitir o equacio-



namento desta problemática com a adoção de políticas de utilização dos recursos naturais, compatíveis com a exploração economicamente satisfatória e autosustentada.

Os resultados são apresentados em mapa temático na escala 1:250.000, obtida a partir da análise automática da imagem de satélite TM-LANDSAT 7, e servirão de subsídio para o planejamento de atividades, sejam a nível municipal, estadual ou regional, visando estancar ou mesmo reverter, quando possível, os efeitos deletérios dos processos degradacionais.

As ações já executadas foram:

- Estudos já realizados nos municípios de Jaguaribe, Jaguaratama e Jaguaribara;
- Identificadas áreas potenciais para estudos, e que já sofrem com os processos de degradação ambiental, na localidade de Bonito, no município de Canindé;
- Elaboração de um diagnóstico das áreas em processo de degradação nas microbacias do Cangati e Varzante, respectivamente, nos municípios de Canindé e Aratuba.

9.7.8-Sistema de Previsão Climática Regionalizada

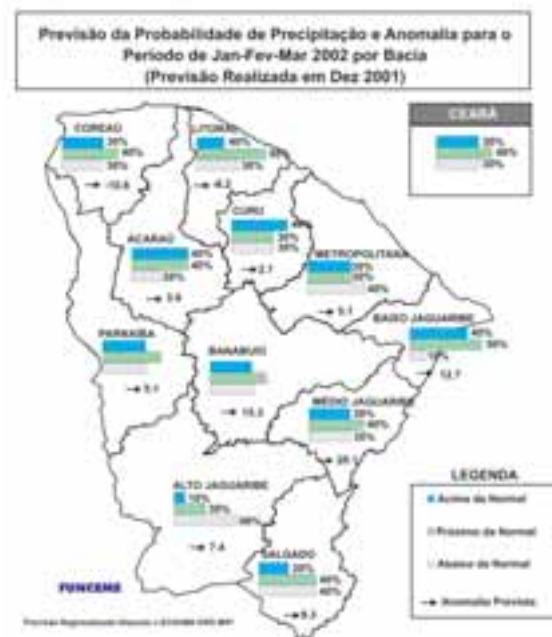
As demandas atuais da sociedade cearense requerem informações meteorológicas, com crescente grau de precisão e confiabilidade. Cada vez mais, na administração pública moderna e no setor privado, é preciso um planejamento estratégico com a finalidade de estabelecer metas e minimizar custos, pois os efeitos meteorológicos e climáticos afetam a economia dos Estados e do País.

Atualmente, existem diversas técnicas de previsão climática. Uma delas utiliza os

Modelos Globais de Circulação Atmosférica (MGCA), que geralmente dão a informação climática em uma grade de 300 x 300 km, ou seja, tem-se uma informação a cada 300 km.

Desta maneira, a aplicação da técnica de “downscaling” (ampliação da resolução ou redução da escala espacial) torna-se uma ferramenta importante para o usuário poder utilizar a previsão climática em um nível mais compatível com o seu processo de tomada de decisão.

O sistema de previsão climática regionalizada utilizando a técnica “downscaling” implantado na FUNCEME em parceria com o International Research



Institute for Climate Prediction (IRI) é uma ferramenta importante, por fornecer maior detalhamento sobre as características climáticas encontradas no Estado do Ceará e Nordeste do Brasil.

9.7.9-Estudos de Modelagem Hidrogeológica em Araripe

Estes estudos prevêem uma modelagem hidrogeológica 3-D de fluxo de aquí-



MODELAGEM HIDROGEOLÓGICA EM ARARIPE

íferos, visando descrever os sistemas de aquíferos da parte nordeste da Bacia do Araripe e melhor estimar as potencialidades hidrogeológicas daquela região.

Antecedem a realização de um grande projeto naquela área, onde novos dados coletados em campo permitirão o aprimoramento do modelo: monitoramento de poços produtores; informações de novos poços exploratórios; e novos levantamentos hidrológicos e geofísicos.

O modelo gerado poderá ser utilizado como uma valiosa ferramenta de apoio ao desenvolvimento de um Sistema de Gestão de Água Subterrânea da Parte Nordeste da Bacia do Araripe.

9.7.10-Rede de Plataformas Automáticas de Coleta de Dados do Estado do Ceará

Embora as características adversas do clima semi-árido, e a oferta irregular de seus recursos hídricos apresentem-se, à primeira vista, como fatores limitantes à conquista do desenvolvimento sustentável

em boa parte da região Nordeste do Brasil, e no Ceará em particular, o trabalho de gestão hídrica realizado pela SRH, tem sido fundamental para garantir a sustentabilidade do setor produtivo no Estado.

Assim, com o intuito de ampliar o conhecimento sobre as condições ambientais no território cearense, melhorando consequentemente os resultados das ações de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos, a SRH, através da FUNCEME, está implantando em todo o Estado uma rede de monitoramento automática, baseada em Plataformas de Coleta de Dados



Hidrometereológicos e Ambientais. Esta rede, composta por 70 estações de coleta automatizada e telemetria apoiada em satélites, permitirá o conhecimento mais detalhado sobre as condições ambientais do Ceará em tempo real.

9.7.11-Sistemas de Suporte à Decisão

9.7.11.1-Sistema de Alerta de Enchentes para Bacias Hidrográficas Urbanas

O sistema de alerta de enchentes para bacias hidrográficas urbanas foi implantado em caráter piloto na bacia do rio Cocó. Este sistema visa auxiliar a defesa civil, na antecipação de suas ações diante da ocorrência de uma possível enchente e reduzir os prejuízos materiais e humanos dela decorrentes.





9.7.11.2-Modelo de Umidade do Solo para Atividades Agrícolas (MUSAG)

O Governo do Estado do Ceará implementou um programa de distribuição de sementes selecionadas aos pequenos agricultores, desde 1989. No início da implantação do programa verificou-se a necessidade de desenvolver-se um critério técnico-científico para a definição das datas de distribuição de sementes, e conseqüentemente do plantio.

O MUSAG, desenvolvido pela FUNCEME, é utilizado, desde 1992, pela Secretaria de Desenvolvimento Rural (SDR)³ na definição da data de distribuição de sementes do programa "Hora de Plantar". O programa está sendo também utilizado pelos núcleos estaduais do Projeto Nordeste/Ministério de Ciência e Tecnologia.

9.7.11.3-Sistema de Informações Meteorológicas para Irrigação no Ceará (SIMIC)

O Sistema de Informações Meteorológicas para Irrigação do Ceará (SIMIC) é um projeto piloto, cujo objetivo principal é estabelecer um programa de conservação de água e energia na agricultura irrigada, utilizando-se, para tanto, de sensores eletrônicos automáticos de grandezas hidroclimatológicas e de modelos matemáticos.

Os dados das estações hidroclimatológicas são utilizados para estimativa da evapotranspiração potencial (ETP) pelo método Penman-Monteith/FAO. A partir desta estimativa e das informações sobre o coeficiente de cultura (Kc), calcula-se a evapotranspiração real (ETR) das culturas, o que juntamen-

3- Com a promulgação da Lei n.º 13.297/03, esta passou a ser denominada de Secretaria da Agricultura e Pecuária (SEAGRI).

9- A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO SETOR DE RECURSOS HÍDRICOS

te com as informações sobre eficiência do sistema de irrigação em uso determina a lâmina bruta a ser aplicada e o tempo de irrigação.

Em 18 de julho de 2002, foi celebrado o convênio entre a FUNCEME e a Prefeitura Municipal de Sobral (PMS), marcando

o início das atividades deste projeto.

Foi instalada uma estação hidroclimatólogica no Centro de Agropecuária e Recursos Hídricos da PMS, que fornecerá os dados a serem utilizados no cálculo das necessidades hídricas das culturas do Vale do Acaraú.





1 - INTRODUÇÃO

CEARÁ CIDADANIA: CRESCIMENTO COM INCLUSÃO SOCIAL

O Ceará Cidadania, que é o título deste Plano, tem um significado especial, pois implica abrir perspectivas ainda mais promissoras para um Ceará que foi conduzido, pela liderança dos que recentemente nos antecederam, à condição de Estado brasileiro que muito avançou nos últimos dez anos na conquista de melhores condições de vida para o seu povo. Não obstante, esse avanço apenas serve de incentivo para que se continue cada vez mais perseguindo metas sociais desejáveis, já que o Estado ainda tem muito a conquistar.

Este Plano também traduz a consciência do Governador de que é sua tarefa desenvolver uma gestão pública capaz de apresentar um conjunto o mais amplo possível de ações que venham ao encontro das expectativas da população. Assim, além da ênfase no Crescimento com Inclusão Social, projetos de grande impacto, tais como o apoio à luta da sociedade cearense pela refinaria e siderúrgica, entre outros projetos, são indispensáveis para um maior crescimento sustentável do Ceará, em torno dos quais devemos procurar promover a união dos cearenses, colocando o interesse público acima das diferenças partidárias.

Lúcio Alcântara. Governador do Estado do Ceará (**CEARÁ CIDADANIA: Crescimento com Inclusão Social. Plano de Governo 2003-2006. Administração Lúcio Alcântara.** Fortaleza, 2003).

O Estado do Ceará possui como fator determinante à condição de vida de seus habitantes a oferta de água em todo o seu território, a qual nem sempre é assegurada com a garantia adequada.

O suprimento em quantidade e qualidade de água às populações é ainda a mais grave questão a ser enfrentada pela administração pública do Estado, causa de entraves a seu desenvolvimento e indiretamente responsável pelas baixas condições socioeconômicas de milhões de seus habitantes.

Inserido na região nordestina, o Ceará tem quase toda sua área situada no chamado "Polígono das Secas", o qual se caracteriza pela aleatoriedade da pluviometria em cada ano, e ainda pela má distribuição espacial das chu-

vas em seu território. Estes fenômenos, que freqüentemente se traduzem por longas estiagens as secas têm sido responsáveis por verdadeiras calamidades, que ao longo dos anos têm-se abatido sobre o Estado, fazendo com que haja periodicamente grande convergência de recursos para as ações relativas ao setor de recursos hídricos, em detrimento de outras áreas, desequilibrando os orçamentos e causando distorções nas prioridades das ações governamentais.

Por isso, desde seus primórdios, os habitantes do Ceará têm sempre presente em seus sentimentos a lembrança de que o trato das questões hídricas é indispensável à estabilidade das condições sociais e ao processo indutor de melhor condição de vida.

1-INTRODUÇÃO

Nos últimos dezessete anos, o Estado do Ceará passou a enfrentar a escassez de água, através de uma política que conta com instrumentos permanentes para a execução de programas com medidas estruturais e não-estruturais, voltadas para o setor dos recursos hídricos. Os primeiros anos foram dedicados à implementação dos meios necessários ao desenvolvimento do setor. Etapas marcantes deste processo foram a criação da Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH), a elaboração do Plano Estadual dos Recursos Hídricos (PLANERH) e a ênfase na formação de pessoal especializado, principalmente através dos Centros de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará (UFC) e da Universidade de Fortaleza (UNIFOR).

Atualmente, o Estado acha-se empenhado na execução de um abrangente programa de construção, que complementar a sua infra-estrutura hídrica, atividade que anteriormente era de exclusiva competência do Governo Federal.

Entre as várias ações desenvolvidas pelo Governo do Estado, que têm o propósito de ajudar na solução dos problemas relacionados com os recursos hídri-

cos, a implantação de barramentos nas áreas denominadas vazios hídricos tem sido reforçada.

Constata-se que já foram construídas cerca de duas dezenas de açudes de grande e médio portes, e outros encontram-se em fase de projeto e/ou de construção. Estes deverão elevar substancialmente o volume de água estocável no território cearense, o qual passará dos atuais 17,6 bilhões de metros cúbicos para algo em torno de 22,6 bilhões de metros cúbicos, até o ano 2020.

Entre os reservatórios programados, destacam-se oito grandes açudes (Figueiredo, Taquara, Trairi, Missi, Gameleira, Ceará, Amarelas e Jenipapeiro), os quais perfazem uma capacidade total de acumulação de cerca de 1,1 bilhão de metros cúbicos.


A interligação de bacias, através dos Eixos de Integração (conjunto de obras que permitem a transferência de vazões de uma bacia para outra, ou mesmo a movimentação de volumes no interior de uma mesma bacia hidrográfica), deverá também ter grande impulso nos próximos anos. Em fase de construção encontra-se o Eixo de Integração Castanhão/Região

A ÁGUA E A INCLUSÃO SOCIAL

A água é elemento indispensável na promoção do crescimento sustentável, e crucial na organização de uma sociedade inclusiva e mais equitativa. Apesar de o Brasil ter uma das maiores reservas de água doce do mundo, 70% desse total está na Bacia Amazônica. Na região nordeste-árida e pobre, abalada por secas constantes - vive 28% da população, mas ela concentra apenas 5% dos recursos hídricos do País. As regiões úmidas do sul e sudeste, que abriga cerca de 60% da população, também já enfrentam o desafio do aumento da escassez de água, causado basicamente pela alta densidade demográfica e pela poluição.

Banco Mundial (**O Banco Mundial no Brasil: Uma Parceria de Resultados. 2003**).





Metropolitana de Fortaleza, o qual, com capacidade de transportar uma vazão máxima de 22 m³/s, assegurará o pleno abastecimento da RMF pelos próximos trinta anos.

Uma rede de adutoras ligando as fontes de água aos núcleos habitacionais (sedes municipais e distritos) vem sendo implementada e prevê-se a intensificação desse sistema nos próximos anos.

Todas estas ações enquadram-se em programas que visam resolver, de forma definitiva, o problema do abastecimento de água às populações do Estado.

No entanto, o elenco de medidas que vêm sendo adotadas não se restringe às obras destinadas a acumulação de água e a sua movimentação. Ao contrário, medidas não-estruturais, tais como o aperfeiçoamento da legislação inerente aos recursos hídricos, com destaque para os instrumentos de gestão, também têm-se constituído prioridade na política hídrica estadual.

Estudos setoriais estão sendo realizados acerca do Sistema de Informação de Recursos Hídricos (SIRH) e Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGERH), dos quais resultarão medidas que racionalizarão a estrutura atual dos órgãos envolvidos, entre outras, tais como: o disciplinamento das outorgas e licenciamentos, e a implementação da cobrança de tarifas para os diversos tipos de consumo de água. Também deve ser destacado o projeto relacionado à realização de nova cobertura aerofotogramétrica para todo o território cearense, a qual permitirá a confecção de mapas na escala de 1:50.000. Outro avanço tecnológico digno de nota é

a implantação de plataformas automáticas de coleta de dados hidrometeorológicos pela SRH/FUNCEME.

Estes, entre outros itens, são o objeto deste volume.