

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 (Aracatiáçu)	-	-	-
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 (hm³)	Vazão Q90 (m³/s)	Vazão Q90+ (m³/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

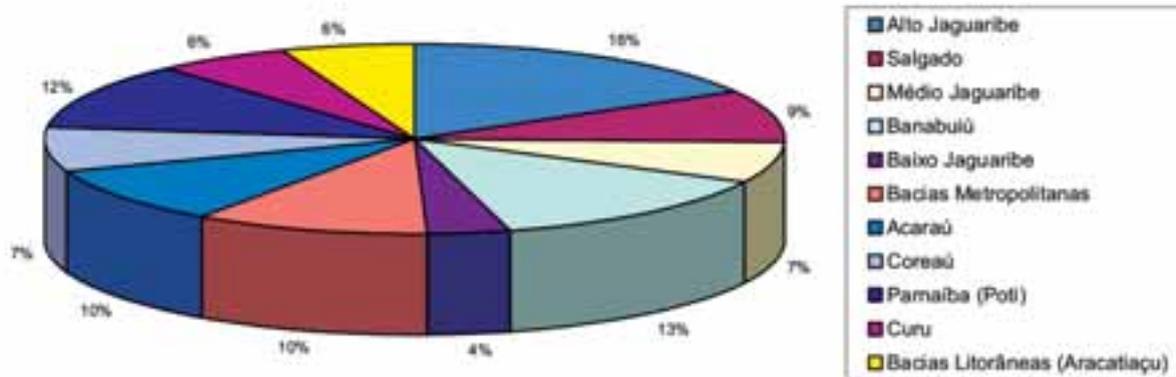


Figura 6.2
Estado do Ceará
Distribuição Espacial da População Urbana, Cenário Ano 2000

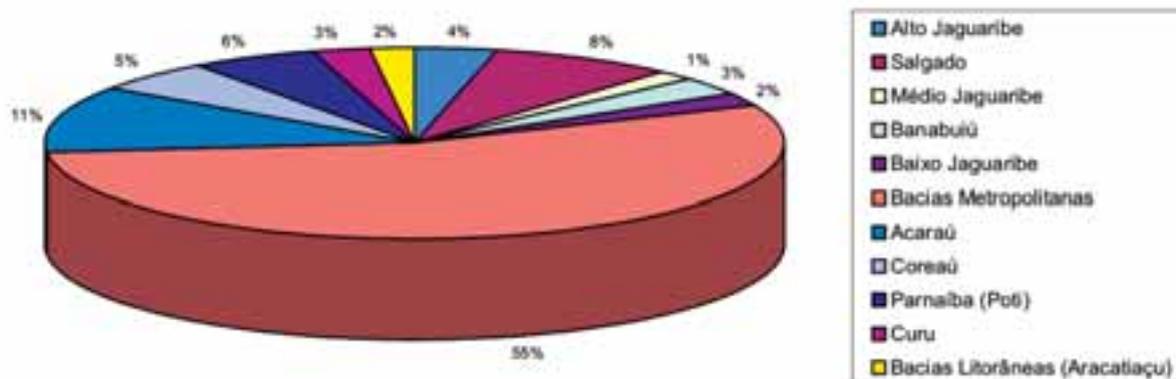


Figura 6.3
Estado do Ceará
Distribuição Espacial das Demandas Hídricas para Abastecimento Humano

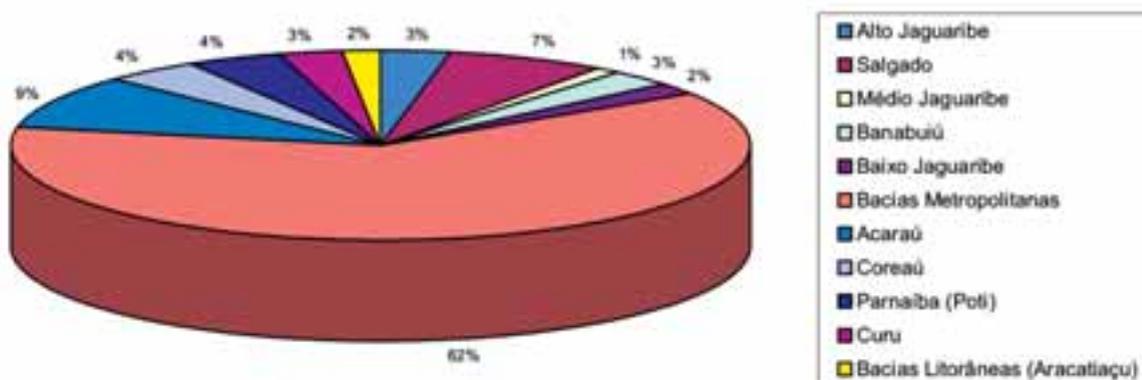




Figura 6.4
Estado do Ceará
Distribuição Espacial das Demandas Hídricas para Abastecimento Industrial

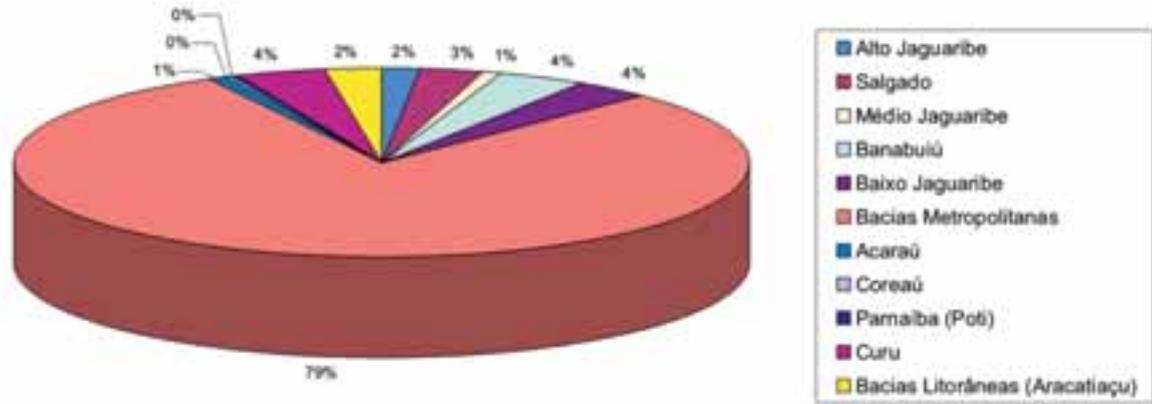


Figura 6.5
Estado do Ceará
Distribuição Espacial das Demandas Hídricas para Irrigação

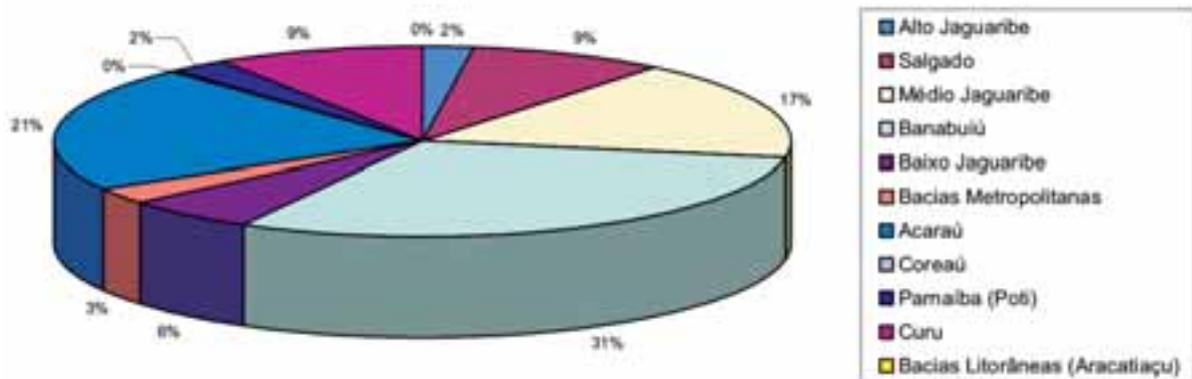


Figura 6.6
Estado do Ceará
Distribuição Espacial das Demandas Hídricas Agregadas

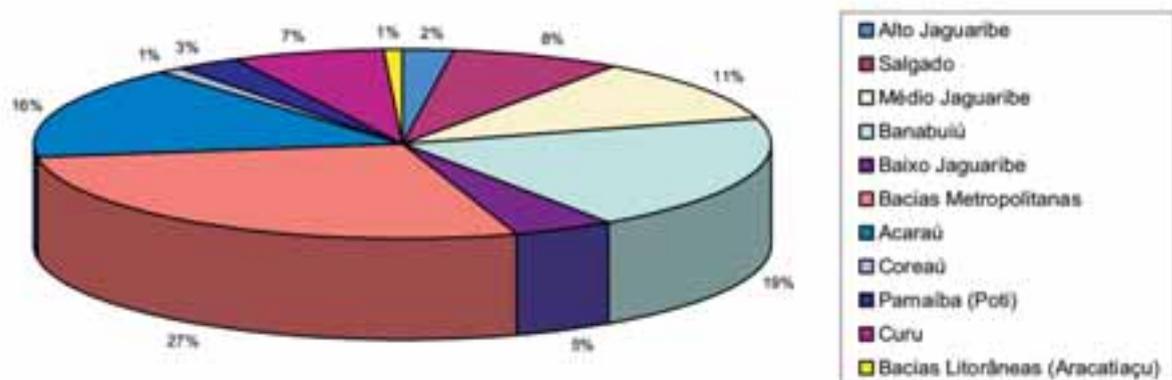


Figura 6.7
Estado do Ceará
Distribuição Espacial das Demandas Hídricas Agregadas por Tipo de Uso

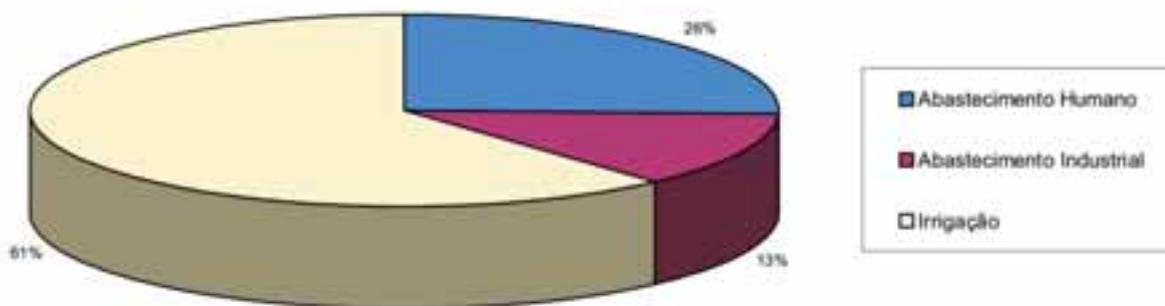


Figura 6.8
Estado do Ceará
Distribuição Espacial da Capacidade de Acumulação D'água nos Açudes Existentes

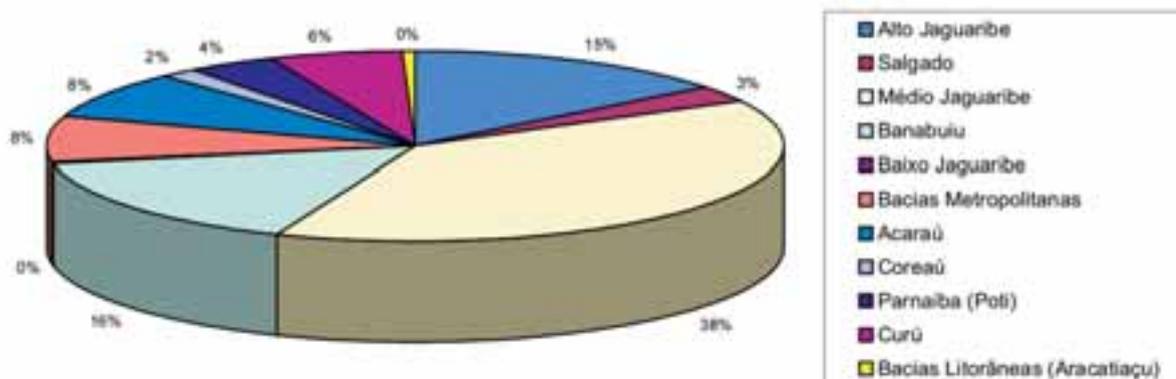


Figura 6.9
Estado do Ceará
Distribuição Espacial das Vazões Regularizadas (Q90) pelos Açudes Existentes

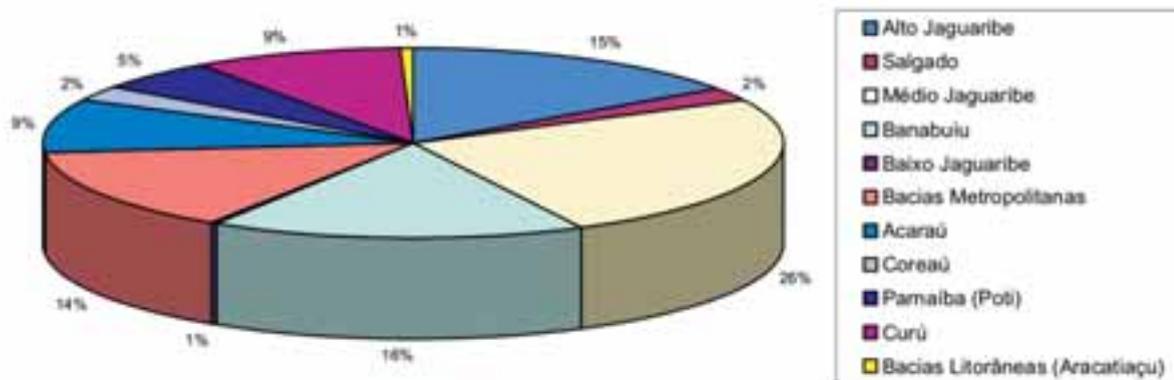


Figura 6.10
Estado do Ceará
Distribuição Espacial dos Recursos Hídricos Subterrâneos - Disponibilidade Instalada

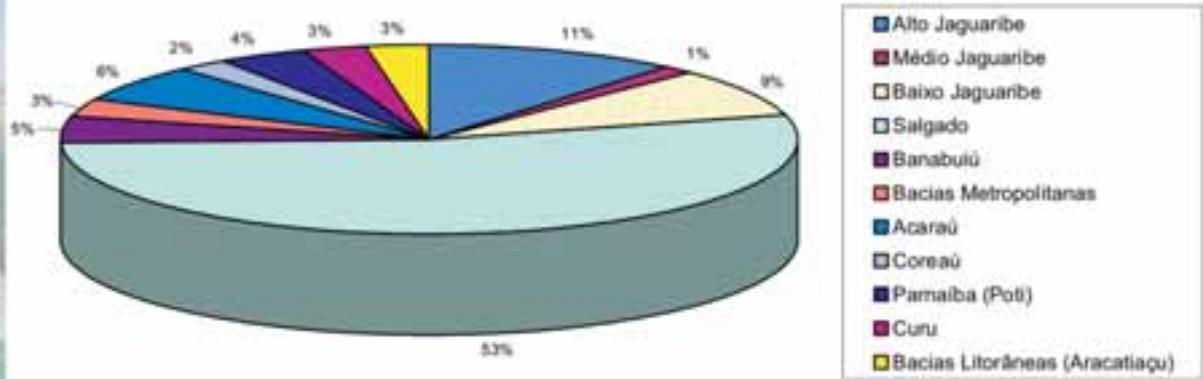


Figura 6.11
Estado do Ceará
Distribuição Espacial dos Recursos Hídricos - Disponibilidade Efetiva s/ V. A. (DHE)

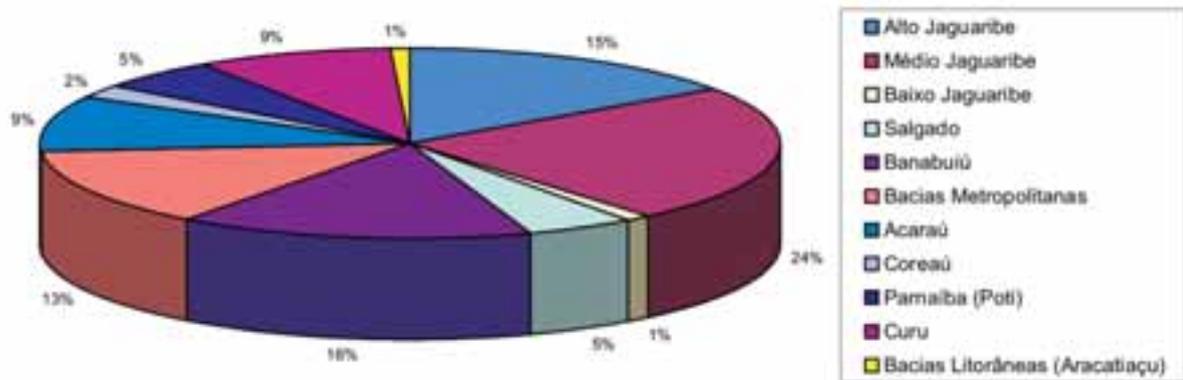
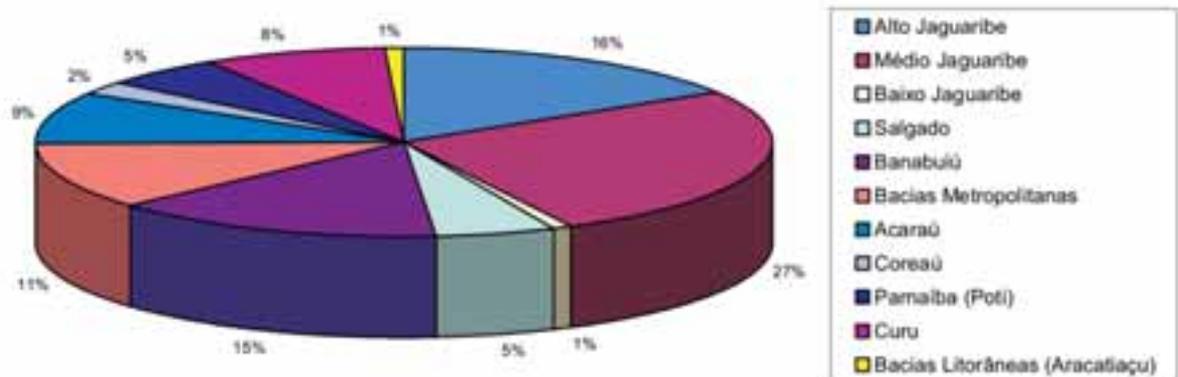


Figura 6.12
Estado do Ceará
Distribuição Espacial dos Recursos Hídricos - Disponibilidade Efetiva c/ V. A. (DHE+)



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)

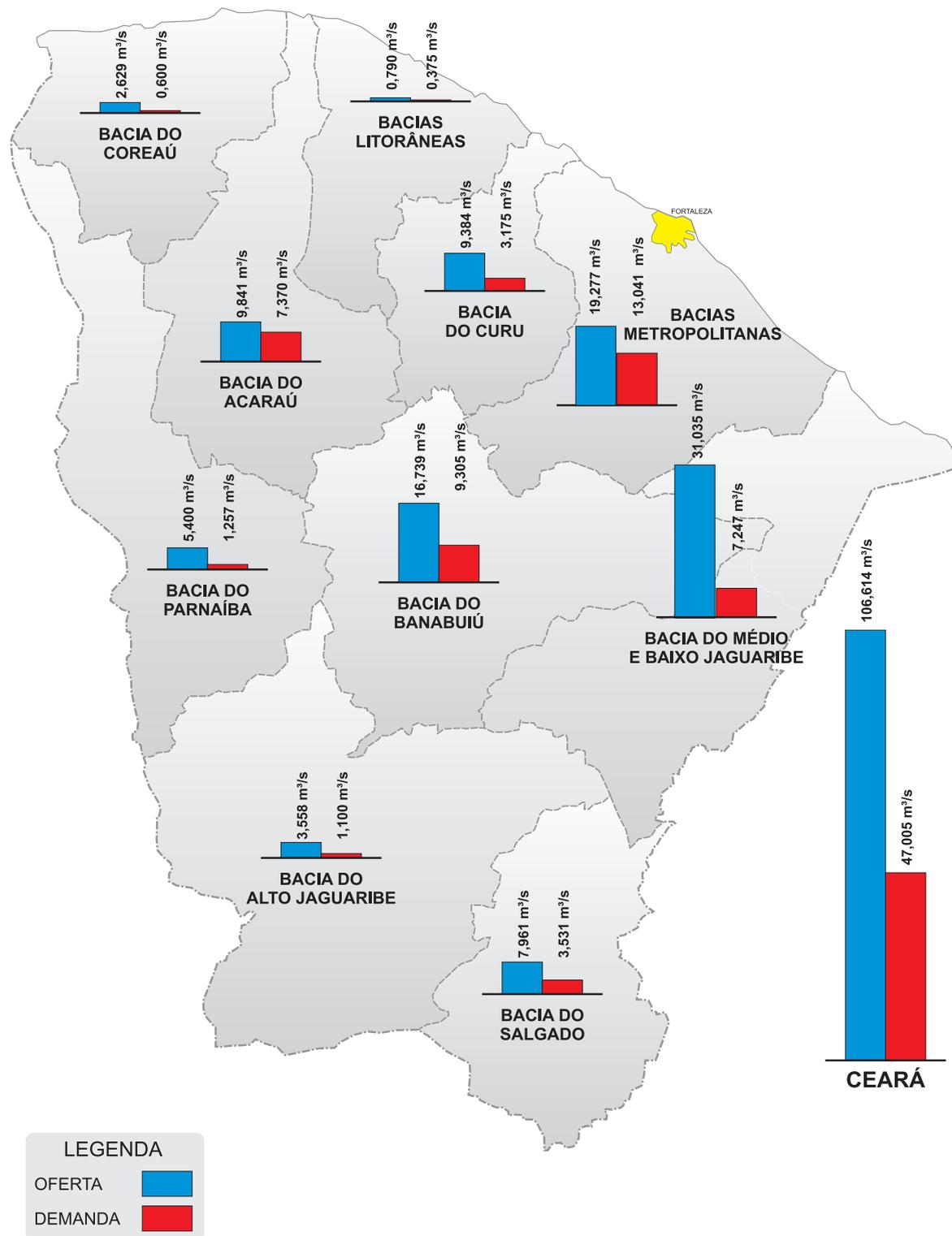


Figura 6.14 - Balanço Hídrico Concentrado do Estado do Ceará, Considerando a Disponibilidade Hídrica Efetiva com Volume de Alerta - Cenário de Diagnóstico (Ano 2000)

