

5.3.4 ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS

5.3.4.1 REGIONALIZAÇÃO

O rio São Francisco drena uma bacia da ordem de 634.781 km², o que corresponde a cerca de 8% da área total do país. Nesta grande território abrangido pela bacia do rio São Francisco, estão localizados, além de um pequeno trecho do Distrito Federal, municípios dos estados de Minas Gerais, Goiás, Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe. O Quadro 5.3.4.1-1, apresentado a seguir, mostra o número de municípios abrangidos pela bacia em cada estado e a sua participação na área total da bacia.

QUADRO 5.3.4.1-1 – BACIA DO SÃO FRANCISCO: REGIONALIZAÇÃO

Estados	Municípios	Participação na Área da Bacia (%)
Alagoas	44	2,3
Bahia	95	48,1
Distrito Federal	-	0,2
Goiás	2	0,5
Minas Gerais	225	36,9
Pernambuco	67	10,9
Sergipe	23	1,1
Total	456	100,0

Fonte: ANA/GEF/PNUMA/OEA – PBHSF (2004 – 2013).

Nascendo no sudeste de Minas Gerais, na serra da Canastra, com altitude de 1.600 m, o rio São Francisco se dirige para o norte, percorrendo os estados de Minas Gerais e Bahia, inflete para o nordeste e a seguir para leste: serve de divisa do estado da Bahia com Pernambuco e Alagoas e por último entre Alagoas e Sergipe. Ao desaguar no Oceano Atlântico, sua direção geral é francamente sudeste.

A bacia do São Francisco, como um todo, é dividida em quatro sub-regiões fisiográficas principais, drenadas por diferentes trechos do rio:

- Alto São Francisco: estende-se desde as cabeceiras, na Serra da Canastra, até a confluência com o rio Jequitáí, abrangendo uma área de 100.060 km², o que corresponde a aproximadamente 16% da bacia do rio São Francisco. Uma vez que essa sub-região tem participação expressiva no escoamento total do rio, observam-se importantes aproveitamentos hidrelétricos, com destaque para a Usina de Três Marias. Nessa área, verifica-se a maior densidade populacional da bacia, uma vez que engloba a Região Metropolitana de Belo Horizonte e cidades próximas, como Sete Lagoas e

Divinópolis. É a região da bacia que apresenta maior diversidade econômica e melhor disponibilidade de infra-estrutura;

- Médio São Francisco: compreende o trecho entre o rio Jequitaí até a barragem de Sobradinho, englobando trechos de Minas Gerais e da Bahia. Com 396.716 km² trata-se da maior porção da bacia do São Francisco, correspondendo a 63% do total;
- Submédio São Francisco: compreende o trecho entre a barragem de Sobradinho e a barragem de Xingó. Nesse trecho com 110.481 km², que correspondem a 17% do total da bacia, estão localizadas as UHE's de Sobradinho, Itaparica, Paulo Afonso e Xingó;
- Baixo São Francisco: Com 25.524 km², ou cerca de 4% da área da bacia do rio São Francisco, compreende as áreas situadas a partir da barragem de Xingó até a foz do rio, na divisa entre Sergipe e Alagoas.

O Quadro 5.3.4.1-2, a seguir, apresenta informações territoriais e demográficas destas sub-regiões fisiográficas.

QUADRO 5.3.4.1-2 – BACIA DO SÃO FRANCISCO: SUB-REGIÕES FISIOLÓGICAS

Regiões Hidrográficas	Área (km ²)		População			Grau de Urbanização (%)
	Total	%	Urbana	Rural	Total	
Alto São Francisco	100.060	16	5.836.163	410.864	6.247.027	93
Médio São Francisco	398.716	63	1.841.417	1.390.772	3.232.189	57
Submédio São Francisco	110.481	17	1.054.663	889.468	1.944.131	54
Baixo São Francisco	25.524	4	703.131	669.604	1.372.735	51
Bacia do São Francisco	634.781	100	9.435.374	3.360.708	12.796.082	74

Fonte: IBGE – Censo 2000. Adaptado de ANA/GEF/PNUMA/OEA – PBHSF (ET nº 01).

Um aspecto importante a ser levado em consideração ao se examinar a Bacia do São Francisco refere-se ao fato de que 218 de seus municípios, ou cerca de 48% dos que a integram, correspondendo a aproximadamente 57% de sua área, estão localizados na região do Semi-Árido.

5.3.4.2 OCUPAÇÃO TERRITORIAL

A ocupação territorial do Vale do São Francisco é bastante antiga, embora ocorrendo em épocas distintas ao longo da história do país. É importante ressaltar que a foz do São Francisco era conhecida pelos primeiros navegantes portugueses e espanhóis que atingiram o litoral brasileiro. Esse local tornou-se um importante porto de reabastecimento dessas expedições e, posteriormente, de apoio à penetração para o interior.

Para efetivar a ocupação do território brasileiro a Coroa Portuguesa dividiu as terras do nordeste em grandes áreas (Capitanias Hereditárias) e as doou a indivíduos que se mostravam aparentemente capazes de povoá-las e produzir riquezas. Alguns destes donatários iniciaram a produção de açúcar e ocuparam a costa brasileira com engenhos, estabelecendo as primeiras vilas de onde saíram as expedições de desbravamento do interior, tendo o rio São Francisco como uma das vias principais de penetração. Com o prosseguimento da colonização, as margens do São Francisco iriam sendo ocupadas, ali se estabelecendo fazendas, sustentadas por numerosos rebanhos, sendo esta a provável origem dos inúmeros latifúndios que formam a base sobre a qual se desenvolveu a estrutura agrária da bacia.

As áreas mais úmidas, vales e vertentes, foram destinadas à agricultura, enquanto grandes extensões de terras secas do sertão foram destinadas aos rebanhos que alimentavam as áreas monocultoras do litoral, assim como a capital da Colônia. O crescimento das necessidades alimentares no litoral, levou ao aumento da utilização dos vales e vertentes úmidas da área, assim como das zonas de transição entre o litoral e o sertão (IBGE,1994).

À exceção da pequena faixa litorânea da bacia, cuja ocupação data das primeiras expedições de reconhecimento e colonização, a ocupação do vale do São Francisco foi feita a partir do Nordeste, através da criação extensiva de bovinos para corte, destinada inicialmente ao abastecimento de mercados locais (região canavieira e, em seguida, a região das Minas) e, posteriormente, ao fornecimento de animais para engorda em outras áreas próximas a mercados regionais e extra-regionais. Ao norte, no chamado sertão de fora, que correspondia à margem esquerda do rio, a ocupação seria retardada, a princípio pela ocupação holandesa que se estenderia da Capitania de Pernambuco até o Maranhão. Depois, pela presença de inúmeros grupos indígenas que resistiram intensamente até serem dizimados ou aldeados pelas ordens religiosas, principalmente dos jesuítas.

O curso do rio, ligando o Brasil de Sudeste a Nordeste, denominado portanto, com razão, "Rio da Unidade Nacional", permitiu que a ocupação se estendesse nesse eixo, sempre voltada para a criação pecuarista extensiva e, ocasionalmente, a agricultura de subsistência, com a utilização de técnicas tradicionais, raramente ocorrendo a comercialização de excedentes. Essa ocupação tradicional da região ligou-se a uma estrutura caracterizada, fundamentalmente, pela grande propriedade, pela exploração direta dos estabelecimentos rurais pelos proprietários e pelos baixos rendimentos na atividade agropecuária (GUSMÃO, 1979). Junto ao litoral, estabeleceram-se os engenhos de açúcar, como no resto da zona da mata do Nordeste.

No outro extremo da região, ao sul, a descoberta das minas e a grande expansão das atividades mineradoras e garimpeiras, ao final do século XVII, levaram à rápida ocupação das cabeceiras dos rios das Velhas e Paraopeba e,

posteriormente, do alto curso do rio Paracatu, o que permitiu o florescimento de importantes núcleos urbanos e mineradores do período colonial, como Ouro Preto, Congonhas do Campo, Sabará e Paracatu. A grande importância desses núcleos para a economia colonial promoveu a ocupação de grandes áreas, onde a atividade agropecuária se implantou como fornecedora de produtos básicos para a região das Minas. A súbita valorização dos rebanhos, em função dos núcleos de mineração e garimpo, fez com que a pecuária ocupasse rapidamente todo o vale, abrindo novos caminhos.

A partir do século XVIII, ocorreu processo semelhante na Chapada Diamantina, atraindo novas levas de aventureiros, situação que se manteria até meados do XIX, provocando uma rápida ocupação do sertão até as barrancas do São Francisco.

Enquanto houve ouro e diamantes, a região prosperou. O esgotamento progressivo dos filões e a mudança da capital da colônia para o Rio de Janeiro (1763), trouxeram a decadência. Embora fossem estabelecidos vínculos com o litoral, permitindo o crescimento de novas vilas e povoando os barrancos, o vale nunca se recuperaria de todo.

Durante todo o século XIX e a primeira metade do século XX, o vale do São Francisco não conheceu grandes transformações, em especial o médio São Francisco, acentuando e aprofundando as diferenças com outras regiões do país. Apenas as regiões do alto curso da bacia, no centro-sul de Minas Gerais, apresentaram algumas alterações significativas nesse período. A construção de Belo Horizonte, no alto curso do rio das Velhas (1897), e o início do desenvolvimento industrial e comercial fortaleceram o desenvolvimento dessa região, enquanto a maior parte do vale do São Francisco permanecia estagnada e decadente, além de acentuar o êxodo da população para centros mais desenvolvidos.

Somente entre a virada dos anos 50/60 e início da década de 70, no século XX, é que o vale do São Francisco conheceu mudanças de grande significado, impulsionado pela intervenção governamental.

A implantação da represa de Três Marias e a construção da cidade de Brasília abriram amplas perspectivas para a área. A política de substituição de importações, iniciada na década de 50, incrementou a atividade mineradora nas regiões dos rios das Velhas e Paraopeba e possibilitou a implantação e expansão do pólo siderúrgico de Minas Gerais, ao mesmo tempo em que, após a criação da SUDENE, deu início ao processo de industrialização do Norte de Minas Gerais, fortalecendo centros urbanos como Montes Claros.

As grandes mudanças regionais, principalmente as que levaram a grandes alterações do uso do solo, começaram a ocorrer no final dos anos 60, quando a utilização dos cerrados ganhou impulso. A partir dessa época, extensas áreas do

Alto São Francisco, Noroeste e Norte de Minas passaram a ser ocupadas pela agricultura comercial, por novas pastagens e atividades de reflorestamento, alterando profundamente a apropriação das terras e a cobertura vegetal original. No final da década de 70, as atividades de reflorestamento, apoiadas em programas de incentivo fiscal, atingiram o oeste baiano e, no início dos anos 80, a soja começou a ocupar grandes extensões dos vales do Paracatu (MG) e do Urucuia (MG), expandindo-se, também, ao vale do rio Grande (BA), ao longo da BR-020.

A expansão da fronteira agropecuária, o extrativismo vegetal para produção de carvão vegetal, especialmente para o pólo siderúrgico de Minas Gerais, a implantação de grandes projetos de irrigação, a expansão de centros urbanos e as atividades mineradoras tendem a provocar pressões antrópicas e alterações profundas em toda a região, com a conseqüente degradação dos recursos naturais, especialmente da vegetação, dos solos e dos recursos hídricos, em especial no bioma do cerrado, com conseqüências no assoreamento do rio, no incremento do volume de cheias e na redução das vazões na estação seca.

Hoje se verifica uma situação de ocupação da bacia caracterizada por uma grande concentração de população na região do Alto São Francisco, no Estado de Minas Gerais. Observa-se ainda a ocupação rarefeita do meio rural nos grandes espaços do médio São Francisco, onde a restrição de oferta hídrica da margem direita e o modelo agropecuário de baixa utilização de mão-de-obra da margem esquerda fazem sentir seus efeitos. No alto curso e no submédio, as densidades rurais são intermediárias, respondendo, respectivamente, às externalidades urbanas e aos efeitos do programa de irrigação pública e seus desdobramentos privados. No trecho inferior da bacia, a capacidade de suporte rural é naturalmente maior, em função das condições climáticas mais favoráveis, e, por esta razão, têm-se nessa região as maiores densidades demográficas rurais da bacia.

Por fim, observa-se que o ambiente rural da bacia apresenta tendência generalizada de esvaziamento, ao mesmo tempo em que as cidades tendem ao crescimento acelerado, tal como acontece no país como um todo. Esse comportamento demográfico revela que a região não escapa à regra geral de mudança dos padrões tecnológicos da agropecuária e de expansão acelerada das atividades econômicas tipicamente urbanas. Esse processo só não é constatado no Alto São Francisco, provavelmente devido ao elevado grau de urbanização já existente e no oeste Baiano, onde a moderna agricultura de grãos atrai investimentos e migrantes.

5.3.4.3 SANEAMENTO

Neste item serão examinadas as condições de saneamento em que vivem as populações residentes na Bacia do rio São Francisco, pelos profundos impactos deste tema na saúde da população. Para isso serão considerados os aspectos

referentes ao abastecimento de água nos municípios que a integram, assim como o esgotamento sanitário e a coleta e destinação do lixo.

As informações a seguir apresentadas foram coletadas nos diversos Estudos Técnicos de Apoio ao Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – PBHSF (2004 – 2013).

a) Abastecimento de Água

Existe uma estreita relação entre a disponibilidade de água para as populações e seus efeitos sobre os índices de mortalidade e de morbidade, principalmente no que se refere às crianças. Este é um fato evidente para a manutenção da possibilidade de vida, e um dos principais propósitos do Projeto de Integração.

Vale lembrar, a este respeito, que a própria Organização Mundial da Saúde realça ser preferível dispor-se de água sem mesmo os padrões de potabilidade adequados à sua falta ou escassez. Neste sentido, deve ser ressaltado que os dados apresentados a seguir se referem aos aspectos quantitativos do abastecimento de água para as populações urbanas dos municípios da Bacia do São Francisco, não sendo analisada a qualidade da água oferecida.

No levantamento realizado para os 456 municípios da Bacia do São Francisco, verificou-se que em cerca de 78% dos casos o abastecimento de água é realizado por concessionárias estaduais, como mostra o Quadro 5.3.4.3-1, a seguir.

QUADRO 5.3.4.3-1 – BACIA DO SÃO FRANCISCO: CONCESSIONÁRIAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Estados	Municípios na Bacia	Prestadores de Serviço			
		Abrangência Regional		Abrangência Local	Não Disponível
		Empresa	Municípios	Municípios	Municípios
Alagoas	44	CASAL	42	2	-
Bahia	95	EMBASA	49	12	34
Goiás	2	SANEAGO	2	-	-
Minas Gerais	225	COPASA	175	50	-
Pernambuco	67	COMPESA	65	1	1
Sergipe	23	DESO	23	-	-
Total	456		356	65	35

Fonte: SNIS 2000. Adaptado de ANA/GEF/PNUMA/OEA – PBHSF (ET nº 02)

Segundo os dados disponíveis, a cobertura média de abastecimento de água para as populações urbanas na Bacia é superior à própria média brasileira, como mostra o Quadro 5.3.4.3-2.

QUADRO 5.3.4.3-2 – BACIA DO SÃO FRANCISCO: ABASTECIMENTO DE ÁGUA (EM %)

Estados	População Urbana	
	Total	na Bacia
Alagoas	80,3	79,2
Bahia	89,5	93,4
Goiás	76,6	85,3
Minas Gerais	96,5	97,3
Pernambuco	85,6	86,2
Sergipe	91,8	94,6
Bacia do São Francisco	94,8	
Brasil	89,1	

Fonte: IBGE - Censo 2000/ANA. Adaptado de ANA/GEF/PNUMA/OEA – PBHSF (ET nº 02).

Embora a cobertura no conjunto dos habitantes dos municípios da Bacia se apresente superior à média nacional, deve-se levar em consideração que estes números incorporam o atendimento a grandes cidades como Belo Horizonte e Contagem, situadas no Alto São Francisco, e que apresentam índice superior a 99%. No outro extremo, verifica-se que no estado de Alagoas o índice médio dos municípios integrantes da Bacia do São Francisco é inferior não somente ao do total da Bacia, como também ao índice nacional e ao do próprio estado como um todo. Segundo os dados informados, no total de 456 municípios da Bacia em 2000 existiam 17 municípios com cobertura de sua população inferior a 60%, enquanto outros 65 estavam abaixo de 80% e em 199 este índice não chegava a 95%.

Especificamente em relação à grande parcela da área da Bacia do São Francisco inserida no Semi-Árido, observa-se que o índice de cobertura de abastecimento de água para a população residente nesta região é de 88,7%, abaixo, portanto, que o verificado no conjunto da Bacia (94,8%).

A presença de rede de abastecimento não assegura, no entanto, a disponibilidade de água. Verifica-se ao longo da Bacia do São Francisco a existência de racionamento de água em diversas regiões, como mostrado no Quadro 5.3.4.3-3, a seguir.

QUADRO 5.3.4.3-3 – DISTRITOS DA BACIA DO SÃO FRANCISCO: RACIONAMENTO DE ÁGUA (EM %)

Estados	Distritos		Motivo do Racionamento			
	Sem Racionamento	Com Racionamento	Problemas de Reservação	Capacidade de Tratamento Insuficiente	População Flutuante	Seca / Estiagem
Alagoas	93	7	-	-	-	2
Bahia	80	20	-	-	-	15
Goiás	100	-	-	-	-	-
Minas Gerais	70	30	1	1	1	23
Pernambuco	39	61	9	9	-	49
Sergipe	82	18	-	-	-	14

Fonte: IBGE -PNSB 2000/ANA. Adaptado de ANA/GEF/PNUMA/OEA – PBHSF (ET nº 02).

Como se pode observar, em Pernambuco este problema é especialmente grave, principalmente em razão de secas ou estiagens.

Especificamente na porção da Bacia do São Francisco inserida no Semi-Árido, o racionamento se estende com maior freqüência em Minas Gerais, além de Pernambuco, como indica o Quadro 5.3.4.3-4.

**QUADRO 5.3.4.3-4 – DISTRITOS DA BACIA DO SÃO FRANCISCO (SEMI-ÁRIDO):
RACIONAMENTO DE ÁGUA**

Estados	Distritos		Motivo do Racionamento								Sem Racionamento	
			Falta Reserva		Tratamento Insuficiente		Seca / Estiagem		Outro			
	Total	Abastecidos	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
Alagoas	37	37	1	2,7	0	0,0	0	0,0	3	8,1	33	89,2
Bahia	166	157	9	5,7	1	0,6	27	17,2	4	2,5	129	82,2
Minas Gerais	53	51	5	9,8	1	2,0	21	41,2	3	5,9	32	62,7
Pernambuco	152	127	3	2,4	12	9,4	64	50,4	4	3,1	58	45,7
Sergipe	17	17	0	0,0	1	5,9	2	11,8	1	5,9	14	82,4
Total	425	389	18	4,6	15	3,9	114	29,3	15	3,9	266	68,4

Fonte: IBGE -PNSB 2000/ANA. Adaptado de ANA/GEF/PNUMA/OEA – PBHSF (ET nº 02).

b) Esgotamento Sanitário

Também com vínculo estreito com as questões de saúde pública, a utilização de formas corretas de esgotamento sanitário é condição essencial para a manutenção de um meio ambiente adequado ao desenvolvimento da vida em sua plenitude.

No entanto, no Brasil como um todo e particularmente na região em estudo, as estruturas existentes se mostram insuficientes e, quase sempre, inadequadas. Observa-se, na verdade, principalmente nas pequenas e médias cidades uma grande carência não só de redes de coleta dos esgotos, mas sobretudo do tratamento dos efluentes antes de seu descarte final. Na maior parte das vezes, contudo, os esgotos são lançados *in natura* nos corpos d'água, com prejuízos evidentes para o meio ambiente e a saúde da população. Acresce-se a isso o fato de com freqüência não existirem redes próprias de esgotamento sanitário, utilizando-se como forma de remediação as galerias de águas pluviais, inadequadas para este fim. No meio rural a situação é ainda mais dramática, contabilizando-se um grande contingente de domicílios sem qualquer tipo de instalação sanitária.

Na Bacia do rio São Francisco, principalmente na região do Semi-Árido, o quadro existente é bastante problemático, com suas populações gravemente desassistidas em relação a equipamentos de saneamento, o que traz reflexos evidentes em seus padrões de qualidade de vida, o que pode ser verificado, inclusive, na relação entre estruturas existentes e o Índice de Desenvolvimento Humano das localidades, como mostra o Quadro 5.3.4.3-5, a seguir, que focaliza somente as populações urbanas da Bacia.

QUADRO 5.3.4.3-5 – BACIA DO SÃO FRANCISCO: ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Estados	Municípios	IDH	Atendimento da população urbana (em %)		
			Rede Coletora	Fossa Séptica	Fossa Rudimentar
Alagoas	44	0,572	9,9	3,7	76,0
Bahia	95	0,622	23,3	11,9	52,6
Goiás	2	0,723	0,4	3,6	92,1
Minas Gerais	225	0,721	73,6	2,3	18,1
Pernambuco	67	0,623	58,1	5,7	22,7
Sergipe	23	0,598	38,5	6,7	49,9
Bacia do São Francisco	456	0,666	62,0	3,9	26,4
Brasil	5.507	0,769	53,8	16,2	21,5

Fonte: IBGE -Censo 2000. Adaptado de ANA/GEF/PNUMA/OEA – PBHSF (ET nº 03).

Por estes dados verifica-se facilmente que, de forma geral, quanto maior a cobertura da população por redes de esgotos, mais elevados são os Índices de Desenvolvimento Humano. Pode-se observar, ainda, que apenas o estado de Minas Gerais apresenta um índice de cobertura da população residente na Bacia maior que a média da Bacia, valor alavancado pela Região Metropolitana de Belo Horizonte.

O Quadro 5.3.4.3-6, a seguir, compara o atendimento por rede coletora nos estados e nos municípios inseridos na Bacia do São Francisco.

QUADRO 5.3.4.3-6 – BACIA DO SÃO FRANCISCO: ESGOTAMENTO SANITÁRIO NOS MUNICÍPIOS DA BACIA

Estados	Municípios		Municípios na Bacia	
	Total	Rede Coletora (%)	Total	Rede Coletora (%)
Alagoas	101	20,0	44	9,9
Bahia	415	47,7	95	23,3
Goiás	242	33,1	2	0,4
Minas Gerais	853	79,8	225	73,6
Pernambuco	185	41,9	67	58,1
Sergipe	75	37,0	23	32,5
Total	1.871	55,9	456	62,0

Fonte: IBGE -Censo 2000. Adaptado de ANA/GEF/PNUMA/OEA – PBHSF (ET nº 03).

Como se pode observar, o índice geral para os municípios da Bacia é superior à média geral dos estados, mas resulta menor na comparação dos índices dentro de cada estado, menos em Pernambuco. Isto se deve ao peso específico do estado de Minas Gerais, principalmente em função da Região Metropolitana de Belo Horizonte, melhor equipada neste aspecto que o restante da Bacia. Pelo mesmo motivo, o índice observado para os municípios da Bacia se mostra menor em todos os estados, à exceção de Minas Gerais, quando cotejado com a média geral da Bacia.

c) Destinação do Lixo

A coleta e disposição final dos resíduos sólidos vem se tornando um dos maiores problemas com que se defrontam as municipalidades, tanto dos grandes como mesmo dos médios e pequenos centros urbanos. Isto se deve, entre outros fatores, à falta de estrutura adequada para atendimento da população, como também pela própria natureza dos resíduos produzidos atualmente, obtidos cada vez em maior quantidade de materiais inertes, diminuindo a participação dos elementos biodegradáveis nos totais produzidos e coletados. Isto se dá com maior intensidade em relação ao setor de embalagens, em que os recipientes plásticos, principalmente sacos e garrafas PET tomam conta da paisagem dos lixões nas periferias dos centros urbanos, e mesmo nos corpos d'água, com prejuízos consideráveis para o meio ambiente.

Além disso, a inadequação das formas de despejo, geralmente lixões sem quaisquer cuidados, e muitas vezes localizados em áreas totalmente inadequadas para este fim, constitui sério perigo para a saúde da população, com risco de serem potencialmente aumentados agravos derivados de doenças infecciosas.

Na grande região da Bacia do São Francisco, assim como no restante do país, embora as populações urbanas tenham uma cobertura razoável dos serviços de coleta, no meio rural inexitem quaisquer estruturas neste setor, sendo os resíduos, na maior parte dos casos, enterrados ou queimados ou, o que é ainda mais prejudicial, simplesmente despejado ao solo ou nos corpos d'água.

O Quadro 5.3.4.3-7, a seguir, apresenta a relação entre os índices de atendimento por coleta de lixo das áreas urbanas dos municípios da Bacia do São Francisco e seus respectivos estados.

QUADRO 5.3.4.3-7 – BACIA DO SÃO FRANCISCO: COLETA DE LIXO NAS ÁREAS URBANAS DOS MUNICÍPIOS DA BACIA

Estados	Coleta de Lixo (Área Urbana)			
	Brasil		Bacia do São Francisco	
	Municípios	Cobertura (%)	Municípios	Cobertura (%)
Alagoas	101	91,0	44	91,5
Bahia	415	85,0	95	76,9
Goiás	242	91,0	2	89,3
Minas Gerais	853	92,0	225	91,6
Pernambuco	185	84,7	67	78,3
Sergipe	75	89,7	23	91,1
Total	5.507	91,1	456	88,6

Fonte: IBGE -Censo 2000. Adaptado de ANA/GEF/PNUMA/OEA – PBHSF (ET nº 04).

Observa-se a partir destes dados que o índice médio de cobertura do serviço de coleta de lixo no conjunto das áreas urbanas dos municípios da Bacia é inferior à média nacional. Destes estados, o mais deficiente no setor é Pernambuco, com apenas 78,3% de efetividade, enquanto na média o estado de Alagoas se apresenta como o mais capacitado, com um índice de 91,5% de atendimento.

5.4 BACIAS RECEPTORAS

O contexto espacial denominado Bacias Receptoras nos estudos de impacto ambiental do Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional abrange uma ampla região de quatro estados do Nordeste brasileiro - Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco - e as seguintes bacias hidrográficas:

- rio Jaguaribe (CE);
- rio Apodi (RN);
- rio Piranhas (RN – PB);
- rio Paraíba (PB);
- rio Moxotó (PE);
- rio Brígida (PE);
- rio Terra Nova (PE);
- rio Pajeú (PE).

As quatro últimas bacias, Moxotó, Brígida, Terra Nova e Pajeú são sub-bacias de contribuição da margem esquerda do rio São Francisco que serão beneficiadas diretamente pelo projeto.

A Figura 5.4-1 apresenta a delimitação espacial das referidas bacias hidrográficas e os principais rios que as drenam. O Quadro 5.4-1 apresenta as áreas das bacias hidrográficas e das principais sub-bacias que as constituem.

FIGURA 5.4-1 – BACIAS HIDROGRÁFICAS RECEPTORAS E RESERVATÓRIOS ESTUDADOS

QUADRO 5.4-1 – ÁREA DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS RECEPTORAS

Bacias	Sub-bacias	Área das Sub-bacias (km ²)	Área das Bacias (km ²)
Jaguaribe	Alto Jaguaribe	24.918	73.129
	Médio Jaguaribe	10.526	
	Baixo Jaguaribe	5.097	
	Salgado	12.968	
	Banabuiú	19.620	
Apodi	Apodi	10.791	14.423
	Carmo	3.632	
Piranhas	Alto Piranhas	2.509	44.030
	Médio Piranhas	8.610	
	Baixo Piranhas	7.003	
	Peixe	3.384	
	Piancó	9.198	
	Espinharas	3.293	
	Seridó	10.033	
Paraíba	Alto Paraíba	6.512	20.051
	Médio Paraíba	4.362	
	Baixo Paraíba	3.296	
	Taperoá	5.881	
Moxotó			9.815
Brígida			13.668
Terra Nova			7.299
Pajeú			19.500

5.4.1 VISÃO PANORÂMICA DAS BACIAS RECEPTORAS

A caracterização do semi-árido nordestino, sob o seu aspecto hidrológico, está intrinsecamente associada aos enfoques fisiográficos, meteorológicos e geológico-geomorfológicos da região.

A ação da água pode ser considerada como o principal agente modelador do relevo da região do semi-árido. A combinação de aspectos geológico-estruturais e de processos de erosão, pela água, atuou preponderantemente e moldou formas sobre a estrutura geológica complexa.

Condições climáticas num grande ciclo, variando da aridez acentuada à umidificação e nova aridez, modelaram morfogeneticamente a região, onde esse processo ainda se revela ativo e importante, em ciclos anuais. Durante a longa estação seca, a vegetação da Caatinga perde suas folhas e instalam-se processos mecânicos que se acentuam no período máximo de aquecimento, que antecede o curto período de chuvas.

O material sólido é erodido em cotas mais altas, transportado pelos rios e caminhos superficiais de drenagem e depositado nas zonas de menores declividades. Essa zona de lençol de detritos é aplainada, constituindo uma superfície sujeita a contínuos processos de erosão e deposição. Os sólidos são

transportados cada vez mais para baixo, dando origem a depósitos de aluviões, onde se observam grandes profundidades de solos em sedimentação, capazes de acumular água. Predomina, assim, o aporte lateral de sedimentos sobre o longitudinal ao longo dos cursos d'água, caracterizando uma significativa e preponderante carga de lavagem superficial da bacia.

Rios intermitentes correm sobre esses depósitos aluvionares. Na estiagem, secam por completo, mas proporcionam água de seus lençóis, através da abertura pela população de poços amazonas e cacimbas.

Dada a frequência com que ocorrem, a possibilidade de captação relativamente simples, a qualidade de água em geral boa, e o armazenamento subterrâneo, abrigado de evapotranspiração intensa, os depósitos aluvionares constituem aquíferos adequados como alternativa de abastecimento, mas com pouca garantia de atendimento no caso da ocorrência de uma seca prolongada (seqüência de vários anos de seca).

Tendo isso em conta, como procedimento metodológico, buscou-se, tanto quanto possível, caracterizar a hidrologia da região associada às demais questões fisiográficas, geológicas e geomorfológicas.

5.4.1.1 ASPECTOS QUALITATIVOS

Sob o ponto de vista qualitativo, as precipitações pluviométricas na região do semi-árido são completamente irregulares e mal distribuídas, tanto temporal como espacialmente. As secas guardam relação com essa irregularidade muito mais do que com a falta de chuva.

Duas estações, de chuvas e de estiagem, podem ser claramente distinguidas. Considerando macroscopicamente a região, nos seis meses de janeiro a junho, concentram-se 90% dos volumes de chuva. Nos seis meses de julho a dezembro distribuem-se os outros 10%.

A principal característica climática do semi-árido, e de maior interesse neste estudo, é a intermitência dos rios. Essa disponibilidade das águas de superfície está linearmente associada à distribuição temporal das chuvas na região.

A climatologia da região do semi-árido do Nordeste do Brasil é descrita por todos os que já a estudaram como das mais complexas do mundo. Isto se deve à sua posição geográfica que a deixa à mercê da conjugação de diferentes sistemas de circulação atmosférica, de difícil caracterização, que predominam, em relação à influência do relevo, na definição da climatologia local.

Esse fenômeno acarreta um regime de pluviosidade bastante desfavorável, com uma grande concentração de precipitação em cerca de 3 a 4 meses por ano e uma quase completa falta nos meses restantes.

O domínio do setor ocidental do anticiclone subtropical, situado no Atlântico Sul, mantém a estabilidade do tempo na região Nordeste. Instabilidades e chuvas estão ligadas a chegadas de correntes perturbadas que, devido à situação geográfica da região em relação ao anticiclone subtropical, podem ser oriundas de qualquer um dos quatro quadrantes.

Dessa forma, os totais pluviométricos nessa região se distribuem, muito claramente, decrescendo da periferia para o interior, na medida em que a frequência das correntes perturbadas diminui para o interior do sertão.

As correntes de oeste, interceptadas pela Serra da Ibiapaba, situada na divisa do Piauí com o Ceará, praticamente delinea, a oeste dela, uma isoietas de 750 mm. Pelos lados leste e sul, o mesmo acontece com o conjunto Araripe/Borborema, que delinea para dentro do sertão a mesma isoietas de 750 mm. No sertão, de forma geral, os índices se concentram em torno de 500 mm.

A distribuição espacial das chuvas coincide, assim, com a divisão fisiográfica da região. O sertão recebe precipitações médias de 500 a 750 mm, com chuvas concentradas de fevereiro a maio.

No sertão mais central, circundado pelas Serras Ibiapaba, Araripe e Borborema, correspondendo às regiões mais deprimidas ou abrigadas dos ventos, a precipitação média anual observada pode chegar a menos de 500 mm, atingindo normalmente 400 mm e até 300 mm.

No litoral, observam-se médias superiores a 1000 mm. A estação seca, aí, é atenuada por precipitações esparsas, o que concorre para conservar durante todo o ano certo teor de umidade no ar e solo.

Alguns micro-climas podem ser assinalados, nas chamadas serras úmidas, onde as chuvas são influenciadas diretamente pelo relevo com altitudes elevadas que funcionam como obstáculo às massas de ar. Tal fenômeno é o responsável pela ocorrência de verdadeiros meios tropicais úmidos dentro do semi-árido. Essas regiões são dotadas de médias térmicas mais baixas e têm regime de precipitação entre dezembro e junho, e conservam durante todo o ano considerável grau de umidade, desconhecendo o fenômeno das secas características do sertão. A região do Cariri pode ser tomada como exemplo, beneficiada pela sua localização no sopé da chapada do Araripe.

Quanto ao fenômeno da seca, deve ser salientado, contudo, que o fato negativo principal não reside nas alturas anuais médias dos totais pluviométricos, mas na sua distribuição desfavorável ao longo do ano, bastante perversa, e em eventos extremos de seca de duração plurianual. A percentagem da precipitação máxima em três meses consecutivos dá uma boa idéia desse aspecto do regime de chuvas.

No sertão, essa percentagem chega a apresentar índices que variam entre 55% e 70%.

A distribuição espacial da concentração média das precipitações no trimestre mais chuvoso tem estreita relação com a marcha estacional da precipitação e, conseqüentemente, com os sistemas de correntes perturbadas, normalmente com as de Norte que somente adquirem significância de fevereiro a abril.

Da forte concentração estacional resulta um regime de precipitação caracterizado pela existência de uma estação relativamente chuvosa, na qual ocorrem chuvas torrenciais, e um período de duração variável, muito seco, cujas chuvas, além de serem raras, são pouco intensas.

É de notável significância, no microclima de cada região, o papel da orografia, principalmente no que afeta a precipitação. As saliências do relevo abreviam, localmente, o período seco, enquanto as depressões o prolongam, mesmo tratando-se de topografia cujos acidentes não são muito importantes do ponto de vista morfológico.

A depressão de Patos possui 9 a 11 meses secos, quando suas áreas vizinhas registram 7 a 8 meses secos.

Além dessa concentração temporal e espacial, as chuvas também se mostram particularmente irregulares quanto aos valores médios anuais das estações pluviométricas, alternando-se com dispersão significativa para baixo e para cima da média calculada para o posto. Essas disparidades nos totais pluviométricos anuais fazem com que os valores médios percam grande parte de sua significância.

No setor setentrional da região, cujo regime anual de precipitação depende, quase exclusivamente, da chegada de correntes perturbadas do Norte, em algumas áreas o desvio médio chega a alcançar índices superiores a 50%, um dos mais altos índices conhecidos.

Os maiores desvios estão relacionados às áreas onde a altura anual da precipitação é menor, a concentração dos três meses consecutivos mais chuvosos é maior e o período seco se prolonga, em média, por mais tempo. Em certos anos, a região recebe uma quantidade de chuva muito acima da normal, ocorrendo anos chuvosos e de grandes enchentes, enquanto que, em outros, observam-se totais tão insignificantes que podem ser considerados como de absoluta falta de chuva. Normalmente, toda a região apresenta desvios, positivos ou negativos. Considerando exclusivamente a região setentrional, raramente observam-se nas estações, em um mesmo ano, desvios de sinais contrários. Observa-se, ainda, que os desvios negativos são mais freqüentes que os positivos.

5.4.1.2 ASPECTOS QUANTITATIVOS

Analisando-se quantitativamente, as bacias dos rios Jaguaribe, Apodi e Piranhas são bastante homogêneas. Os rios formadores apresentam direções preferenciais Norte-Sul e Sudoeste-Nordeste, em conformidade com a geomorfologia local. Das três, a do Apodi é bastante menor em área, encontrando-se encravada entre as outras duas. A bacia do rio Paraíba apresenta uma feição diversa, sendo longilínea, com direção quase Leste-Oeste, ligeiramente Sudoeste-Nordeste. As áreas totais de drenagem e outras características das bacias são apresentadas no Quadro 5.4.1.2-1, a seguir.

QUADRO 5.4.1.2-1 – CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS RECEPTORAS

Bacia	Características Gerais
Rio Jaguaribe	
Área de drenagem	73.129 km ²
Padrão de drenagem	Dentrítico
Forma e posição do curso d'água principal	Alto e médio curso com largura de 220 km, baixo curso com 80 km, próximo ao litoral com 40 km. Posição assimétrica na bacia - mais à direita
Afluentes margem esquerda	Rios Palhano, Quixeré, Banabuiú, Quixeramobim, Truçu, dos Bastiões e Cariús
Afluentes margem direita	Riachos Tapuio, do Recreio, Figueiredo, Serra, do Brum, Capim, Jitirana, Salgado
Principais açudes	Orós, Castanhão, Atalho, Banabuiú e Cedro
Rio Piranhas	
Área de drenagem	44.030 km ²
Padrão de drenagem	Dentrítico
Forma e posição do curso d'água principal	No alto e médio curso, área retangular com 810 km x 120 km, baixo curso triângulo. Posição assimétrica na bacia - mais à esquerda
Afluentes margem esquerda	Rios do Peixe, dos Cavalos, Paraú e Umbuzeiros
Afluentes margem direita	Rios Garganta, Seridó, Sabugi, Espinharas e Piancó
Principais açudes	Coremas-Mãe d'Água, Eng ^o Ávidos, Lagoa do Arroz e Armando Ribeiro Gonçalves
Rio Apodi	
Área de drenagem	14.423 km ²
Padrão de drenagem	Subparalela e angulada nos baixo e médio cursos e dentrítica nos alto e médio cursos
Forma e posição do curso d'água principal	Regular, com largura média de 80 km, estreitando no alto curso para 55 km. O seu comprimento médio mede 200 km. Posição assimétrica na bacia - central e excêntrica no alto curso, mais à esquerda, acompanhando de perto o divisor de águas
Afluentes margem esquerda	Rios Grande, do Bonsucesso e Tapuio
Afluentes margem direita	Rio Carmo, riacho Pitombeiras e rio do Umari
Principais açudes	Santa Cruz, Pau dos Ferros e Angicos
Rio Paraíba	
Área de drenagem	20.051 km ²
Padrão de drenagem	Dentrítica predominante
Forma e posição do curso d'água principal	Regular, semelhante a uma faixa com largura de 100 km, estreitando no litoral para 60 km. Na sua extensão maior leste-oeste, mede 260 km. Posição assimétrica na bacia - mais à direita
Afluentes margem esquerda	Rios Gurinhém, Iaga, São Pedro, Soledade, Taperoá, Sucuru e Monteiro
Afluentes margem direita	Gramame
Principais açudes	Camalaú, Poções, Epitácio Pessoa (Boqueirão), Congo, Acauã e Sumé

A influência da constituição geológica no escoamento superficial do semi-árido foi objeto de análise pela SUDENE (1979), que constatou o seguinte:

- nas bacias que drenam terraços cristalinos, são necessários de 33 a 49 dias para que a vazão passe de 10 a 1 m³/s, tendo como média 36 dias;
- nas bacias em terrenos sedimentares, são necessários de 43 a 175 dias para que haja a mesma variação na vazão, tendo como média o valor de 86 dias;
- as bacias que drenam terrenos mistos, cristalinos e sedimentares apresentam um comportamento mais complexo. Os valores variam de 30 a 105 dias, com média de 46 dias.

Esta análise mostra que quase todos os cursos d'água da zona semi-árida, ao drenarem terrenos predominantemente cristalinos, atingem seu ponto de esgotamento no mês subsequente ao de término das chuvas.

Um outro dado obtido dos estudos hidrológicos efetuados pela SUDENE mostra, em 60% dos casos estudados, um período sem escoamento superior a 200 dias, para as bacias que drenam terrenos cristalinos, e de 100 a 150 dias, para as bacias que drenam terrenos de natureza sedimentar.

Na seqüência apresenta-se uma caracterização do regime pluviométrico e da disponibilidade hídrica das bacias hidrográficas receptoras, baseada nas Figuras 5.4.1.2-1 a 5.4.1.2-7.

d) Regime Pluviométrico

A Figura 5.4.1.2-1 apresenta a pluviometria total média anual nas bacias, considerando informações obtidas nos trabalhos de NIMER, do RADAM e do Atlas do Estado do Ceará, além de informações brutas de estações pluviométricas da ANEEL (1998). Todas as informações foram analisadas e superpostas, sendo o produto final uma reinterpretação consolidada das diversas fontes consultadas.

Essa figura mostra a área de interesse aos estudos, enfatizando duas sub-regiões representativas da área de destino das vazões transpostas do rio São Francisco:

- uma, contornada pela isoietas de 800 mm, no interior da qual as chuvas totais médias anuais variam entre 800 mm, no centro-norte, a 1.000 mm, no sul, junto à face nordeste da chapada do Araripe; e
- outra, a leste dessa área, no domínio da serra da Borborema, envolvida por duas isoietas de 600 mm, abrangendo uma isoietas de 400 mm.

A primeira área abrange a região dos rios Jaguaribe, Apodi e Piranhas e, a segunda, a do rio Paraíba.

FIGURA 5.4.1.2-1 – PLUVIOMETRIA TOTAL MÉDIA ANUAL

FIGURA 5.4.1.2-2 – PLUVIOMETRIA MÉDIA NO TRIMESTRE MAIS SECO

FIGURA 5.4.1.2-3 – PORCENTAGEM DA PRECIPITAÇÃO MÁXIMA EM TRÊS MESES CONSECUTIVOS

**FIGURA 5.4.1.2-4 – PORCENTAGEM DA PRECIPITAÇÃO PARA O QUADRIMESTRE CHUVOSO
FEVEREIRO- MAIO**

(FIGURA 4.2.2.4 DO EIA – CAP.4)

FIGURA 5.4.1.2-5 – NÚMERO DE MESES COM EXCEDENTE HÍDRICO
(FIGURA 4.2.2.5 DO EIA – CAP.4)

FIGURA 5.4.1.2-6 – NÚMERO DE MESES COM DEFICIÊNCIA HÍDRICA
(FIGURA 4.2.2.6 DO EIA – CAP.4)

FIGURA 5.4.1.2-7 – EXCEDENTE HÍDRICO ANUAL
(FIGURA 4.2.2.7 DO EIA – CAP.4)

Deve-se compreender que esse total médio anual, de fato, se apresenta extremamente concentrado em um a três meses, como pode ser observado na Figura 5.4.1.2-5, que apresenta o número de meses com excedente hídrico.

Para confronto com as informações apresentadas na Figura 5.4.1.2-1, são apresentadas, na Figura 5.4.1.2-2, as isoietas relativas ao total pluviométrico do trimestre mais seco, elaborada a partir das mesmas referências utilizadas na Figura 5.4.1.2-1.

Pode se observar, nessa figura, a coerência entre os valores mais elevados de 30 mm, junto à face da chapada do Araripe, e valores de 5 mm, na região da Serra da Borborema.

As informações apresentadas na Figura 5.4.1.2-3 – Precipitação Máxima em 3 Meses Consecutivos, obtidas do Atlas do Estado do Ceará, revelam que, de forma geral, na região em estudo, cerca de 60% a 70% da precipitação se efetuam apenas em um trimestre. Tal informação indica que, mesmo nas regiões mais bem providas, a concentração das precipitações no trimestre mais chuvoso é significativa. Confirma-se, ainda, pela homogeneidade e pequena faixa de variação desse índice, que os mecanismos de macro-escala são os principais responsáveis pela gênese das precipitações e, conseqüentemente, de geração de vazões, nessa região do semi-árido. O relevo responde, em seqüência, por alguma amenização dessas condições formadoras macro-primárias.

A Figura 5.4.1.2-4, relacionando os percentuais de precipitação para o quadrimestre mais chuvoso, de fevereiro a maio, foi compilada do documento elaborado por SOUZA et al 1998, sendo aqui apresentada para comparação com a Figura 5.4.1.2-3.

Como pode ser observado, valem as mesmas observações efetuadas, demonstrando a grande concentração das precipitações para o quadrimestre mais chuvoso, que se revelam entre 60% e 80% para toda a área em estudo.

e) Regime Fluvial

Os estudos do regime fluvial nas bacias do semi-árido são dificultados pela complexidade da manutenção da rede fluviométrica existente, prejudicada pelos períodos de intermitência dos rios, e pela existência de um elevado número de açudes, que interferem com o regime natural de uma forma pouco controlada. Por este motivo, a abordagem do regime fluvial é feita através de balanço hídrico regional ou por meio de modelagem chuva-deflúvio, através de algoritmos mais ou menos elaborados. Neste item é feita uma caracterização do regime fluvial baseada nos estudos do projeto RADAMBRASIL, com dados obtidos do volume 23, Jaguaribe/Natal, onde as estimativas de deflúvio foram feitas por balanço hídrico.

Os valores obtidos são comparados a outras estimativas semelhantes, obtidas de estudos e publicações diversas.

Considerando que o Projeto de Integração envolve uma interferência com o regime natural das bacias do nordeste setentrional, são apresentados, no item 5.4.2.2, os resultados obtidos no Estudo de Inserção Regional elaborados pelo Ministério da Integração, que resultaram na definição de séries de vazões afluentes aos principais açudes da região, permitindo uma análise mais aprofundada do regime fluvial e da interferência da operação dos açudes sobre o mesmo.

Dois índices devem ser observados para a compreensão da distribuição das vazões específicas das bacias hidrográficas: o período de disponibilidade e o volume anual de água superficial disponível na bacia.

O período de disponibilidade da água está intimamente relacionado, na região do semi-árido, aos meses de chuva. Já o volume de água disponível, por seu lado, relaciona-se ao volume de água precipitada.

Os Quadros 5.4.1.2-2 e 5.4.1.2-3, a seguir, apresentam elementos para uma classificação da região segundo os dois fatores mencionados.

QUADRO 5.4.1.2-2 – PERÍODO DE DISPONIBILIDADE DE ÁGUA

Distribuição Anual	Nº de Meses com Excedentes Hídricos
Homogênea	mais de 10 meses
Sub-homogênea	7 a 9 meses
Concentrada	4 a 6 meses
Super-concentrada	menos de 3 meses

QUADRO 5.4.1.2-3 – VOLUME ANUAL DE ÁGUA DISPONÍVEL

Classe de Potencial Hídrico de superfície	Altura do Excedente Hídrico (mm)	Volume de Água Disponível (m ³ /km ² /ano)	Volume de Água Disponível (l/s/km ²)
Muito bom	> 1300	> 1300000	> 41,22
Bom	700 a 1300	700000 a 1300000	22,20 a 41,22
Médio	200 a 700	200000 a 700000	6,34 a 22,20
Fraco	10 a 200	10000 a 200000	0,32 a 6,34
Muito fraco	< 10	< 10000	< 0,32

Quanto ao período de disponibilidade de água, a área total das quatro bacias se encontra, praticamente, na classificação de distribuição anual superconcentrada, com menos de três meses de excedentes hídricos. Ou seja, o regime hidrológico é caracterizado por um excedente hídrico nos três meses em que ocorrem as precipitações concentradas e pelo consumo desse excedente ao longo dos nove meses restantes.

Já com relação ao volume de água médio anual disponível, o Quadro 5.4.1.2-4, a seguir, apresenta as contribuições médias anuais para as quatro bacias analisadas, estimadas com base no balanço hídrico (Projeto RADAM).

Pode-se observar que a contribuição média específica das bacias hidrográficas guarda estreita relação com a área em que cada bacia se desenvolve na região do semi-árido.

A bacia do rio Apodi, de menor área de drenagem, que se desenvolve mais próximo do litoral, apresenta a maior vazão específica média. A do Jaguaribe, com grande área, desenvolvida na região do semi-árido, tem a mais baixa contribuição.

Observa-se ainda que os índices para o volume de água médio anual disponível estão diretamente relacionados às alturas do excedente hídrico. Ressaltam-se as baixíssimas contribuições específicas das quatro bacias.

O Quadro 5.4.1.2-4, a seguir, apresenta dados de vazão específica por percentuais de áreas de drenagem para cada bacia.

QUADRO 5.4.1.2-4 – VAZÕES ESPECÍFICAS NAS BACIAS RECEPTORAS

Bacia	Características Gerais
Rio Jaguaribe	
Área de drenagem	73.129 km ²
Contribuição média anual	1,66 l/s/km ²
Percentagem escoamento superficial	15%
Distribuição concentrada e potencial médio	73 km ² (0,10%)
Distribuição superconcentrada e potencial médio	2.304 km ² (3,15%)
Distribuição superconcentrada e potencial fraco	25.376 km ² (34,70%)
Distribuição superconcentrada e potencial muito fraco	45.377 km ² (62,05%)
Rio Piranhas	
Área de drenagem	44.030 km ²
Contribuição média anual	2,11 l/s/km ²
Percentagem escoamento superficial	10%
Distribuição concentrada e potencial médio	18 km ² (0,04%)
Distribuição superconcentrada e potencial médio	1.083 km ² (2,46%)
Distribuição superconcentrada e potencial fraco	23.323 km ² (52,97%)
Distribuição superconcentrada e potencial muito fraco	19.607 km ² (44,53%)
Rio Apodi	
Área de drenagem	14.423 km ²
Contribuição média anual	2,55 l/s/km ²
Percentagem escoamento superficial	5,71%
Distribuição superconcentrada e potencial médio	451 km ² (3,13%)
Distribuição superconcentrada e potencial fraco	9.332 km ² (64,7%)
Distribuição superconcentrada e potencial muito fraco	4.640 km ² (32,17%)
Rio Paraíba	
Área de drenagem	20.051 km ²
Contribuição média anual	2,32 l/s/km ²
Percentagem escoamento superficial	6,12%
Distribuição concentrada e potencial bom	403 km ² (2,01%)
Distribuição concentrada e potencial médio	1.915 km ² (9,55%)
Distribuição superconcentrada e potencial fraco	2.129 km ² (10,62%)
Distribuição superconcentrada e potencial muito fraco	15.604 km ² (77,82%)

Fonte: Projeto RADAM – Estimativas de deflúvio feitas por balanço hídrico. No item 5.4.2.2 do presente relatório são apresentados estudos mais detalhados relativos à disponibilidade hídrica das bacias receptoras.

As Figuras 5.4.1.2-5 a 5.4.1.2-7, apresentadas e discutidas, a seguir, detalham um pouco mais as características da disponibilidade hídrica na região de interesse.

A Figura 5.4.1.2-5 representa o número de meses com excedente hídrico nas bacias e foi elaborada a partir de informações de NIMER e do RADAM. Para sua elaboração, foram revistas as informações básicas de pluviometria e evapotranspiração real das diversas estações citadas pelo RADAM.

Observa-se que, na área de interesse dos estudos, quase que de forma completa, o número de meses com excedente hídrico não supera o período de dois meses. Como exceção, pode-se citar, novamente, a região ao pé nordeste da chapada do Araripe, além de pequenas regiões que morfologicamente atuam na intensificação local das precipitações.

A Figura 5.4.1.2-6 mostra a duração dos períodos secos, ou com deficiência hídrica, e foi elaborada com base nas informações de NIMER (1972). Esta figura guarda grande coerência com as figuras anteriores, mostrando, em linhas gerais, a região do pé da Chapada do Araripe, com um período normal de seca inferior a 6 meses, e a região da Serra da Borborema, com um período superior a 9 meses.

Dessa forma, coincidem as regiões de maiores índices pluviométricos totais médios anuais, com aquelas em que se registram, normalmente, os menores períodos de secas. Ou seja, nessas regiões mais bem providas, o índice pluviométrico é mais elevado e as precipitações se apresentam mais bem distribuídas.

A Figura 5.4.1.2-7 – Excedente Hídrico Anual apresenta uma compilação do RADAM, a partir do denominado Mapa de Potencial dos Recursos Hídricos, complementada por informações pontuais de disponibilidade hídrica superficial, expressas em termos de vazões específicas médias observadas em alguns postos fluviométricos da região.

Nessa figura, as isolinhas de excedente hídrico representam os estoques de águas superficiais e subterrâneas resultantes do balanço hídrico regional. O balanço teve por base a conceituação de que a disponibilidade de água superficial corresponde à precipitação pluviométrica reduzida da infiltração e da evapotranspiração real. O volume de água disponível é avaliado pelo potencial hídrico de superfície através de classes de qualidade, traduzidas em intervalos de quantidade em relação à capacidade de geração de água, por unidade de área, durante um certo tempo, conforme apresentado no Quadro 5.4.1.2-4.

Observa-se que os mais elevados potenciais de água superficial encontram-se no pé da Chapada do Araripe, enquanto os menores potenciais ocorrem nos setores de relevo mais deprimidos, ou Planaltos Rebaixados do Interior, com solos pouco desenvolvidos e altamente impermeáveis, a sotavento dos obstáculos orográficos. Cerca de 95 % da área se enquadram na faixa de potencial fraco a muito fraco, ou

seja, inferior a 6,34 l/s/km², distribuídos em menos de 3 meses de excedente hídrico.

Observa-se também, na Figura 5.4.1.2-7, que as vazões específicas pontuais não se enquadram na distribuição espacial dos excedentes hídricos. Isto se explica porque a vazão específica mede, em um ponto que é o exutório de uma bacia hidrográfica, a integral dos excedentes que ocorrem em toda a área drenada. A coincidência só é esperada para bacias de área muito reduzida ou de regime muito uniforme.

A título de comparação, são fornecidos a seguir outras estimativas de disponibilidade hídrica feitas mais recentemente para as bacias estudadas, indicando, em cada caso, a fonte e, quando disponível, a metodologia empregada.

- O Atlas Eletrônico dos Recursos Hídricos e Meteorológicos do Estado do Ceará (SRH/CE) fornece para a bacia do rio Jaguaribe uma vazão específica de 2,16 l/s/km², sem indicar, todavia, o método empregado na estimativa.
- Para a bacia hidrográfica do rio Apodí/Mossoró, o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (PERH/RN) estima uma vazão específica de 1,90 l/s/km², obtida através de modelo chuva-deflúvio.
- O mesmo PERH/RN estima, para a bacia do rio Piranhas, na sua parte pertencente ao estado do Rio Grande do Norte, uma vazão específica de 2,55 l/s/km².
- O Plano Diretor de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba encontra-se em fase de elaboração. Estimativas preliminares realizadas no âmbito desses estudos (Silans, Lima e Silva, Confrontos de Potencialidades x Disponibilidades x Demandas para a Bacia do rio Piancó – Quarto Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Campina Grande, 1998) indicam vazões específicas de 2,45 l/s/km² para o rio Piancó.
- Em outro trabalho, Albuquerque, Góis e Rego (Os Recursos Hídricos Superficiais e Subterrâneos do Estado da Paraíba – Uma Abordagem Quanti-Qualitativa – Quarto Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Campina Grande, 1998) fornecem uma estimativa de 2,02 l/s/km² para a vazão específica do rio Piranhas, no território Paraibano. Para o rio Paraíba, neste mesmo documento, é fornecida a estimativa de 1,72 l/s/km².

Estes valores apresentam alguma variação em torno daqueles indicados no Quadro 5.4.1.2-4, fornecidos pelo Projeto RADAM. Estas variações são esperadas em virtude das metodologias empregadas nos diversos estudos. Conforme já mencionado, no item 5.4.2.2 são apresentados os resultados de um estudo mais abrangente sobre a disponibilidade hídrica do nordeste setentrional, elaborado no âmbito dos Estudos de Inserção Regional do Projeto de Integração.

f) Avaliação da Capacidade de Armazenamento

Dois tipos de corpos têm capacidade potencial para armazenamento de água na região do semi-árido: os aquíferos naturais e os açudes artificialmente formados.

No corpo das rochas cristalinas, são pouco conhecidas as características e capacidades de eventuais aquíferos na região do semi-árido. No corpo das rochas sedimentares, são importantes e bem conhecidos os recursos de subsuperfície da Chapada do Araripe. São os aquíferos aluvionares, contudo, os que se mostram de interesse direto neste estudo.

Essas feições hidrogeológicas mostram-se ótimos armazenadores de água subterrânea, destacando-se pela sua extensão, ocupando os vales dos principais rios da região. Encontram-se bastante desenvolvidas nas regiões sedimentares e ocupam o leito dos rios nas regiões de afloramento das rochas cristalinas.

A recarga desses aquíferos aluvionares se processa através das infiltrações provenientes das precipitações pluviométricas e pelas infiltrações laterais dos rios nas épocas de enchentes. O escoamento de suas águas, durante a estiagem, ocorre em direção aos leitos dos rios, sendo estes seu principal exutório.

A dimensão desses depósitos é bastante variável. Na área de domínio sedimentar, o rio Piranhas possui espessuras de aluviões superiores a 100 m e no rio Jaguaribe, a jusante de Orós, as espessuras dos depósitos aluvionares não devem ser superiores a 20 m.

Nas regiões de afloramentos das rochas cristalinas, os depósitos aluvionares são mais restritos e suas espessuras não devem ultrapassar uma dezena de metros, sendo esperada maior ocorrência de depósitos com espessuras entre 2 e 5 metros, mesmo no leito dos rios.

No alto vale dos rios, os aquíferos aluvionares apresentam-se preferencialmente constituídos por sedimentos clásticos arenosos, maduros e mal selecionados. Seus parâmetros hidrodinâmicos são bastante variáveis, devido às próprias características de heterogeneidade dos sedimentos.

As heterogeneidades dos aquíferos aluvionares impõem condições complexas de circulação das águas subterrâneas e dificultam os estudos a respeito da qualidade de suas águas. Considera-se que menores depósitos e pequena profundidade do nível estático criam condições mais desfavoráveis e propiciam a salinização das águas dos aquíferos aluvionares pela evapotranspiração.

Quanto aos pontos de acumulação dos aluviões, alguns pontos são observados:

- desenvolvimento preferencial de acumulações significativas de aluviões em áreas de bacias sedimentares, comparativamente com áreas de cristalino;

- a montante das soleiras regionais, os aluviões são mais extensos e, possivelmente, mais espessos;
- as soleiras locais condicionam distribuição de aluviões nos leitos menores dos rios e a importância das mesmas parece ser restrita às drenagens secundárias;
- a espessura dos terraços aluvionares é comparável com aquela dos aluviões da calha dos rios;
- nas cabeceiras dos rios, os depósitos de aluviões são menos desenvolvidos;
- entalhamento superficial associado a níveis pretéritos de mar mais baixo propiciou, em certas áreas, o acúmulo significativo de aluviões, mesmo sobre terrenos cristalinos.

As principais ocorrências de águas em subsuperfície, em aluvião, na região de interesse aos estudos, são:

- faixa de aluvião de 1.000 m de largura, ao longo de praticamente todo o rio Jaguaribe, a jusante de Orós e rio Banabuiú;
- região central da bacia do rio do Peixe, numa área de 1600 km²;
- aluviões da bacia do rio Apodi, numa área aproximada de 470 km², em faixa muito variável, ao longo dos cursos dos rios Apodi e Carmo, por todo o baixo e parte do médio curso, com espessura média estimada em 5 m;
- aluviões em uma área de 480 km², no rio Paraíba, que constitui um aquífero razoável para uma demanda pouco elevada.

Quanto ao potencial de acumulação em reservatórios, são em grande número os açudes existentes na região, apresentando as mais variadas dimensões e características hidrológicas. O Quadro 5.4.1.2-5 apresenta a lista dos principais açudes existentes, em construção e em estudo na região das bacias receptoras.

A açudagem, recurso mais comum e efetivo de disponibilidade hídrica no Nordeste Setentrional, é produto de um complexo processo de intervenção antrópica no regime hidrológico, que foi fortemente influenciada pelo lento e árduo processo de conhecimento do comportamento hídrico dos rios da região e por fatores políticos, econômicos, culturais e tecnológicos, ao longo de mais de dois séculos de construção de açudes.

QUADRO 5.4.1.2-5 – PRINCIPAIS AÇUDES EXISTENTES, EM PROJETO E EM CONSTRUÇÃO

AÇUDE	CAPACIDADE (hm ³)	LOCALIZAÇÃO
RIO JAGUARIBE		
<i>Em Operação</i>		
<i>Orós</i>	<i>1.956,3</i>	<i>Jaguaribe</i>
<i>Arrojado Lisboa</i>	<i>1.800,0</i>	<i>Jaguaribe</i>
<i>Pedras Brancas</i>	<i>434,0</i>	<i>Jaguaribe</i>
<i>Atalho II</i>	<i>395,0</i>	<i>Salgado</i>
<i>Trussu</i>	<i>300,0</i>	<i>Jaguaribe</i>
<i>Cedro II</i>	<i>500,0</i>	<i>Jaguaribe</i>

AÇUDE	CAPACIDADE (hm³)	LOCALIZAÇÃO
RIO JAGUARIBE		
<i>Cipoada</i>	86,1	<i>Jaguaribe</i>
<i>Patu</i>	71,8	<i>Jaguaribe</i>
<i>Canoas</i>	69,2	<i>Jaguaribe</i>
<i>Lima Campos</i>	66,4	<i>Jaguaribe</i>
<i>Riacho do Sangue</i>	61,4	<i>Jaguaribe</i>
<i>Serafim Dias</i>	43,9	<i>Banabuiú</i>
<i>São José</i>	17,0	<i>Médio Jaguaribe</i>
<i>Castanhão</i>	6.760,0	<i>Médio Jaguaribe</i>
<i>Trici</i>	16,0	Alto Jaguaribe
Em Projeto/Construção		
<i>Puiu</i>	24,5	<i>Banabuiú</i>
<i>Arneiroz II</i>	139,0	<i>Alto Jaguaribe</i>
<i>Bastiões</i>	136,7	<i>Alto Jaguaribe</i>
<i>Conceição</i>	394,9	<i>Alto Jaguaribe</i>
<i>Farias Brito</i>	197,6	<i>Alto Jaguaribe</i>
<i>Figueiredo</i>	502,0	<i>Médio Jaguaribe</i>
RIO PIRANHAS		
Em Operação		
<i>Eng^o Armando R. Gonçalves</i>	2.400,0	<i>Piranhas</i>
<i>Boqueirão de Parelhas</i>	85,0	<i>Piranhas</i>
<i>Itans</i>	81,7	<i>Piranhas</i>
<i>Mendubim</i>	76,3	<i>Piranhas</i>
<i>Sabugi</i>	65,3	<i>Piranhas</i>
<i>Lagoa do Arroz</i>	80,2	<i>Peixe</i>
<i>Coremas/Mãe d'Água</i>	1.358,7	<i>Piancó</i>
<i>Saco de Nova Olinda</i>	98,0	<i>Piancó</i>
<i>Eng^o Avidos</i>	255,0	<i>Alto Piranhas</i>
<i>São Gonçalo</i>	44,6	<i>Alto Piranhas</i>
<i>Eng^o Arcoverde</i>	36,8	<i>Médio Piranhas</i>
<i>Carneiro</i>	30,7	<i>Médio Piranhas</i>
<i>Capoeira</i>	53,5	<i>Espinharas</i>
<i>Farinha</i>	25,7	<i>Espinharas</i>
<i>São Mamede</i>	15,8	<i>Seridó</i>
<i>Santa Luzia</i>	12,0	<i>Seridó</i>
RIO APODI-MOSSORÓ		
Em Operação		
<i>Pau dos Ferros</i>	54,8	<i>Apodi</i>
<i>Lucrecia</i>	27,3	<i>Apodi</i>
<i>Rodeador</i>	21,7	<i>Apodi</i>
<i>Do Brejo</i>	17,0	<i>Apodi</i>
<i>Angicos</i>	3,5	<i>Apodi</i>
<i>Santa Cruz</i>	108,3	<i>Apodi</i>
RIO PARAÍBA		
Em Operação		
<i>Soledade</i>	27,1	<i>Taperoá</i>
<i>Taperoá</i>	15,2	<i>Taperoá</i>
<i>Epitácio Pessoa (Boqueirão)</i>	536,0	<i>Alto Paraíba</i>
<i>Cordeiro</i>	70,0	<i>Alto Paraíba</i>
<i>Sumé</i>	36,8	<i>Alto Paraíba</i>
<i>Poções</i>	29,9	<i>Alto Paraíba</i>
<i>Acauã</i>	253,0	<i>Paraíba</i>
<i>Santo Antônio</i>	6,8	<i>Médio Paraíba</i>
<i>Gramane/Mamuaba</i>	57,0	<i>Baixo Paraíba</i>

Assim, a disponibilidade hídrica proveniente da açudagem, é função das diversas particularidades hidro-climatológicas da região como a irregularidade das precipitações, as elevadas taxas de evaporação e a ocorrência do substrato cristalino predominante, bem como, do longo processo de aprendizado do

comportamento hidrometeorológico da região e do processo de ocupação do espaço geográfico constituído pelo sertão nordestino.

A metodologia empregada no Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste – PLIRHINE, elaborado pela SUDENE (1980), para a estimativa da açudagem existente consistiu em inferir taxas de crescimento, obtidas mediante o levantamento de áreas de referência, que posteriormente eram aplicadas a toda a região.

O crescimento da açudagem foi inferido mediante funções calibradas nas áreas de referência, utilizando variáveis exógenas como rebanho existente e outros indicadores de crescimento da atividade agrícola.

Levando em conta um crescimento de 50% entre os anos 1965 e 1980 (segundo os levantamentos do PLIRHINE), acrescentando 11.000 açudes com superfície compreendida entre 1.000 m² e 8.000 m² de espelho d'água, não mapeados pela cartografia da SUDENE (também segundo estimativas do PLIRHINE), chega-se a um total de 37.000 açudes de diversas dimensões no Nordeste em 1980, estimativa esta, publicada pelos estudos do PLIRHINE.

Considerando o importante crescimento da açudagem registrado na década 1980-1990, particularmente devido aos cinco anos consecutivos de seca registrados e à ação dos projetos "Sertanejo" e "PROHIDRO" (entre outros), François Molle assegura, em seu trabalho sobre açudagem no Nordeste, que "é lícito estimar o número de açudes em 1990, com superfície superior a 1.000 m², em torno de 70.000, com uma margem de erro importante todavia, já que as extrapolações das áreas piloto para todo o Nordeste não são totalmente confiáveis".

Segundo dados de publicações do DNOCS, desse universo de 70.000 reservatórios existentes em 1989, escassos 291 (0,4 % do total de açudes), representam mais de 90% da capacidade de armazenamento d'água do Nordeste. Esta capacidade total foi estimada, em 1989, em 17 bilhões de m³. Considerando-se a conclusão das obras e o início de operação de novos e importantes açudes, como o açude Castanhão, pode-se dizer que este valor aumentou razoavelmente nos últimos anos. Somente o açude Castanhão representa um acréscimo de 4,2 bilhões de m³, correspondente ao seu volume útil, a esta capacidade de armazenamento.

A Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), no trabalho intitulado "Monitoramento dos Espelhos d'Água do Ceará", apresenta as seguintes informações a respeito de açudes com espelhos d'água superiores a 10 ha:

Dimensões dos Espelhos d'água (ha)	Nº de açudes
10-20	1305
20-100	770
100-500	137
500-2000	27
> 2000	9

Evidencia-se, novamente, a forte presença da açudagem de pequeno porte, porém com nula ou muito pouca representatividade em matéria de disponibilidade hídrica garantida.

Este conceito de disponibilidade hídrica, quando proveniente de açudes, incorpora, inevitavelmente, um significado estatístico diretamente associado com conceitos de análise de risco. Assim, a mais simples das abordagens para esse tipo de avaliação não poderá eximir-se de imputar uma determinada freqüência ao volume efetivamente disponibilizado por um dado reservatório, ou em outras palavras, associar uma garantia de freqüência com que um determinado volume pode ser retirado de um reservatório.

De fato, em função da capacidade de acumulação, um reservatório pode, em decorrência apenas do deplecionamento resultante da ação da evaporação, não oferecer nenhum montante para determinados níveis de garantia mais elevados (por exemplo acima de 90%).

Esse é o caso da grande maioria dos pequenos reservatórios que palmilham toda a região Setentrional do Nordeste brasileiro; são os assim denominados reservatórios anuais, por possuírem capacidades inferiores ao volume anual médio afluente e, dada a forte variabilidade da precipitação e os altos níveis de evaporação da região, eles deplecionam até o esvaziamento todos os anos, mesmos naqueles de pluviometria normal.

Em geral, estes reservatórios têm capacidade inferior a 1,0 ou 0,5 hm³, profundidades máximas não superiores aos 3 e 4 m, são de propriedade particular e têm como principal objetivo distribuir espacialmente as águas nas amplas áreas de pastagem dedicadas à pecuária extensiva, com baixíssima densidade de animais por hectare. De forma complementar, estes reservatórios são empregados para culturas de subsistência e, mesmo, para o abastecimento de água das populações rurais das fazendas.

Uma outra categoria de reservatórios consiste nos chamados reservatórios interanuais, assim denominados por possuírem capacidades superiores ao volume médio afluente, e sob o ponto de vista de acumulação, apresentarem uma faixa de capacidade bem maior, sendo classificados em "reservatórios interanuais de pequeno porte" (de 0,5 / 1 – 10 hm³), "reservatórios interanuais de médio porte" (de 10 hm³ – 100 hm³) e "reservatórios interanuais de grande porte" (acima de 100 hm³); ressalte-se, porém, que tal classificação não tem uma justificativa consistente, existindo, inclusive, outras alternativas em utilização.

Os reservatórios interanuais de pequeno porte, que representam o segundo grande grupo de espelhos d'água existente no Nordeste são, na maioria, também, de propriedade particular, representando as reservas hídricas estratégicas das

fazendas que permitem a subsistência dos moradores e os rebanhos durante os anos secos; dadas suas reduzidas dimensões, dificilmente resistem ao deplecionamento resultante da ocorrência de secas de duração prolongada (2 a 5 anos) e, para garantias elevadas, apresentam rendimentos extremamente baixos (poucos litros por segundo).

Não obstante, o significado dos reservatórios interanuais de pequeno porte para a população nordestina não pode, em nenhum momento, ser desprezado, por pelo menos duas razões:

- representam uma fonte hídrica efetiva para suprir pequenas demandas que permitem a sobrevivência e fixação do homem no campo, e;
- constituem o maior percentual da açudagem na região e disponibilizam ofertas hídricas que, embora de garantia e volume comprometidos pelas particularidades hidroclimatológicas regionais, possuem a vantagem de apresentar uma boa distribuição espacial.

Os reservatórios com capacidade superior a 10 hm³ são os mais significativos em termos de oferta hídrica, principalmente para níveis de garantia compatíveis com a viabilização, e/ou manutenção, de atividades econômicas modernas (abastecimento urbano, irrigação, consumo industrial, etc.), sendo objeto de especial atenção no presente estudo.

5.4.2 ASPECTOS FÍSICOS

5.4.2.1 INTRODUÇÃO

Conforme ressaltado anteriormente, a caracterização do semi-árido nordestino, sob o seu aspecto hidrológico, está intrinsecamente associada aos enfoques fisiográficos, meteorológicos e geológico-geomorfológicos da região.

Após a visão panorâmica das bacias hidrográficas do Nordeste Setentrional mostrada anteriormente, os itens a seguir apresentam uma caracterização mais aprofundada das questões relacionadas aos recursos hídricos e à sismicidade nessas bacias.

O diagnóstico do setor de Recursos Hídricos a seguir apresentado envolve tanto os aspectos quantitativos, através da avaliação das disponibilidades hídricas e das demandas e usos da água nas bacias, quanto os aspectos qualitativos, através da análise de informações disponíveis quanto à qualidade dos corpos d'água.

5.4.2.2 RECURSOS HÍDRICOS

a) Disponibilidade Hídrica

A determinação da potencialidade hídrica superficial das bacias hidrográficas receptoras do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional foi feita a partir da obtenção de séries de longa duração de vazões afluentes mensais a todas as barragens, existentes e em implantação, que tendo capacidade de regularização de vazões, podem influir na oferta hídrica garantida de cada uma das bacias.

Os estudos hidrológicos necessários para obtenção dessas séries foram desenvolvidos como um segmento dos Estudos de Inserção Regional do projeto, se inserindo em um conjunto muito mais amplo de estudos de recursos hídricos, que compreendem, além da avaliação do potencial dos escoamentos superficiais, a operação integrada dos açudes, avaliando a disponibilidade efetiva para diversos níveis de garantia, tanto de cada açude como do sistema conjunto da bacia; e a análise da eficiência da açudagem.

A potencialidade de águas subterrâneas nos diferentes domínios hidrogeológicos da área de influência do Projeto de Integração, também objeto dos Estudos de Inserção Regional, é apresentada ao final deste sub-item.

a.1) Estudo Hidrológico Regional

O escopo do Estudo Hidrológico Regional realizado foi, em síntese, constituído das seguintes atividades:

- análise de consistência dos dados pluviométricos: realizada para o conjunto de 622 postos com emprego do Método do Vetor Regional;
- análise de consistência dos dados fluviométricos: realizada para o conjunto de 85 postos distribuídos nas bacias receptoras;
- determinação de séries fluviométricas de longa duração: realizada para todas as sessões de barragens de efetivo poder de regularização de vazões garantidas (capacidade > 10m³/s) das bacias receptoras, a partir de emprego de modelo de simulação chuva x deflúvio calibrada para os postos fluviométricos consistidos;
- estudos de ocorrência de secas e complementaridade dos regimes: realizado tanto do ponto de vista dos fenômenos meteorológicos e climáticos globais, como estatístico das séries fluviométricas e aplicação de modelo de simulação do teor de umidade do solo.

Na seqüência são descritos, em linhas gerais, os principais procedimentos adotados para obtenção das séries de vazões afluentes nos açudes de perenização. Posteriormente, com base nos resultados obtidos e na aplicação de modelos matemáticos de balanço hídrico, são identificados e caracterizados os períodos em que ocorreram secas.

- **Obtenção de Séries de Vazões Afluentes nos Açudes**

A obtenção de séries de vazões de longo período afluentes aos reservatórios das bacias receptoras foi uma das atividades mais sensíveis contidas no escopo dos estudos de Inserção Regional, visto que elas eram a base de todos os estudos posteriores de avaliação das disponibilidades hídricas superficiais da região.

Como as deficiências de dados fluviométricos não possibilitavam o emprego de métodos diretos e estatísticos, o procedimento adotado consistiu em gerar séries pseudo-históricas mediante modelos chuva-deflúvio, com parâmetros devidamente calibrados em bacias hidrográficas com características semelhantes.

Os principais aspectos analisados para a escolha do modelo chuva-deflúvio utilizado foram:

- disponibilidade de dados fluviométricos compatíveis com as exigências de calibração e validação do modelo. Isto limitou o passo de tempo dos modelos a períodos diários, ou maiores, em decorrência da inexistência de dados fluviométricos sub-diários;
- formulação conceitual compatível com as condições e regime hidroclimatológico da região;
- experiência regional prévia na aplicação do modelo. Era importante que o modelo escolhido dispusesse de um acervo de parâmetros na região que facilitassem as calibrações, orientando a busca e limitando o universo de valores possíveis dos parâmetros;
- grau de detalhe pretendido no conhecimento dos deflúvios para cada unidade hidrográfica. O modelo devia ter sido desenvolvido para bacias com as mesmas dimensões das que se pretendia estudar, neste caso, bacias de médio e grande porte;
- possibilidade de regionalização dos parâmetros do modelo hidrológico para as outras bacias sem dados fluviométricos;
- parcimoniosidade do modelo, ou seja, que o número de parâmetros do modelo seja minimizado de forma consistente com a precisão requerida.

O modelo escolhido para a geração de séries pseudo-históricas de deflúvios foi o MODHAC – Modelo Hidrológico Auto Calibrável, desenvolvido no Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS especialmente para a região semi-árida. Trata-se

de um modelo conceitual, que foi utilizado nos estudos hidrológicos de abrangência regional realizados no Nordeste recentemente, como o PERH (Plano Estadual de Recursos Hídricos) do Estado do Ceará, finalizado em 1991, os Planos de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas e Jaguaribe, no Ceará (1997/99), os Planos Diretores das Bacias Hidrográficas do Estado da Bahia (1991/93), o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba e os Planos de Gerenciamento das Sub-bacias Mineiras do Rio São Francisco. A bibliografia referida apresenta detalhadamente sua formulação, equações e modo de utilização.

A aplicação do modelo requereu, além das séries de vazões afluentes nos períodos que se desejava calibrar/validar, as informações de chuva média diária e evapotranspiração potencial média diária na bacia contribuinte.

O cálculo da chuva média diária foi feito com base nos dados pluviométricos disponíveis e previamente consistidos, mediante a aplicação de um software específico que calcula os polígonos de Thiessen, para cada bacia hidrográfica, segundo o "Método da Malha". A evapotranspiração potencial média nas bacias contribuintes foi calculada com base no acervo de dados de evapotranspiração potencial média mensal, calculados por Hargreaves.

O processo de calibração/validação consistiu em um processo iterativo, onde, com base no conhecimento dos parâmetros do modelo e, fazendo uso do algoritmo de busca de máximos embutido no modelo MODHAC se procedia à procura do conjunto de parâmetros que melhor descrevia o comportamento da bacia. As prioridades de ajuste estabelecidas para este tipo de calibração/validação foram as seguintes:

- ajuste da continuidade, isto é, a coincidência entre os montantes escoados observados e calculados pelo modelo. Esta etapa era geralmente executada com base numa função objetivo do tipo "mínimas diferenças quadradas entre valores observados e calculados", variando, prioritariamente, os valores dos parâmetros que representam os armazenamentos superficial e subsuperficial no modelo;
- ajuste dos picos de cheia, isto é, a coincidência entre as vazões de pico observadas e calculadas pelo modelo. Esta etapa era também executada com base numa função objetivo do tipo "mínimas diferenças quadradas entre valores observados e calculados", variando, prioritariamente, os valores dos parâmetros que representam as taxas de saída/entrada da água nos armazenamentos superficial e subsuperficial no modelo;
- ajuste das recessões, isto é, a coincidência entre as vazões de estiagem observadas e calculadas pelo modelo. Esta etapa era executada com base numa função objetivo do tipo "mínimas diferenças quadradas entre as inversas dos valores observados e calculados", variando, prioritariamente os

valores dos parâmetros que representam as taxas de saída/entrada da água nos armazenamentos superficial e subsuperficial no modelo;

- ajuste da forma dos hidrogramas; esta etapa da calibração/validação nem sempre é possível de executar. Quando as etapas de calibração anteriores permitiram obter uma boa "aderência" entre os hidrogramas observados e calculados, era possível realizar uma última etapa de ajuste, usando alternadamente os dois tipos de função objetivo e permitindo a variação de todos os parâmetros do modelo de forma simultânea, mas com incrementos de uma ordem de grandeza inferior aos empregados nos procedimentos anteriores.

Como pode se observar, mesmo no caso que se dispunha de uma rotina de calibração "automática", o processo envolveu uma forte componente subjetiva, onde as decisões era tomadas com base na experiência na região em estudo, o conhecimento dos eventos históricos e, principalmente, no objetivo para o qual era executado o trabalho de calibração/validação.

Com base no conjunto de parâmetros calibrados procedeu-se à geração de séries de vazões afluentes aos principais reservatórios das bacias receptoras. Os critérios para a seleção dos reservatórios, para os quais foram geradas séries de vazões afluentes, foram os seguintes:

- localização a montante dos grandes reservatórios que receberão as águas transpostas, ou serão operados de modo a obter ganhos de sinergia com a transposição;
- capacidade do reservatório não inferior a 10 hm³, sendo que nos casos de reservatórios por onde transitarão vazões transpostas este limite não foi contemplado;
- disponibilidade mínima de dados construtivos como curvas cota x área x volume, capacidade máxima, volume morto ou cota da tomada d'água.

A Figura 5.4-1, já apresentada anteriormente, mostra a localização dos reservatórios selecionados e suas respectivas bacias hidrográficas. O Quadro 5.4.2.2-1 apresenta os principais dados dos reservatórios e de suas respectivas bacias hidrográficas.

QUADRO 5.4.2.2-1 – DADOS PRINCIPAIS DOS RESERVATÓRIOS ESTUDADOS

Açude	Corpo barrado	Bacia/Sub-bacia	Município	Estado	Área não controlada (km ²)	Prec. Média (mm)	Defl. Médio (mm)	Coef. Escoam. (%)
Poço da Pedra	Rch. Conceição	Jaguaribe	Campos Sales	CE	895,52	653,4	51,5	7,9
Várzea do Boi	Carrapateira	Jaguaribe	Tauá	CE	1236,20	532,0	44,8	8,4
Favelas	Rch. Favelas	Jaguaribe	Tauá	CE	667,00	573,3	62,4	10,9
Trussu	Trussu	Jaguaribe	Iguatu	CE	1533,40	740,9	61,8	8,3
Joaquim Távora	Feiticeiro	Jaguaribe	Feiticeiro	CE	116,30	718,4	91,3	12,7
Riacho do Sangue	Rch. Do Sangue	Jaguaribe	Solonópole	CE	1366,30	758,2	121,5	16,0
Lima Campos	São João	Jaguaribe	Iço	CE	358,60	793,2	99,9	12,6
Prazeres	Rio das Antas	Jaguaribe	Barro	CE	192,00	794,1	86,2	10,9
Quixabinha	Rch. Do Boi	Jaguaribe	Mauriti	CE	90,20	794,1	51,2	6,4
Atalho	Rch. Dos Porcos	Jaguaribe	Brejo Santo	CE	1889,10	902,8	43,9	4,9
Riacho dos Carneiros	Rch. Dos Carneiros	Jaguaribe	Caririaçu	CE	44,60	1010,8	171,8	17,0
Orós	Jaguaribe	Jaguaribe	Orós	CE	20011,00	706,4	42,9	6,1
Castanhão	Jaguaribe	Jaguaribe	Alto Santo	CE	16821,60	843,1	66,0	7,8
Figueiredo	Figueiredo	Jaguaribe	Íracema	CE	1643,60	874,2	143,5	16,4
Trici	Rch. Trici	Jaguaribe	Tauá	CE	559,07	588,5	69,8	11,9
Sabugi	Sabugi	Piranhas	São João do Sabugi	RN	844,2	594,6	64,5	10,8
Ítans	Barra Nova	Piranhas	Caicó	RN	1284,6	543,2	50,0	9,2
Caldeirão Parelhas	Cadeirão	Piranhas	Parelhas	RN	1609	473,7	37,4	7,9
Boq. Parelhas	Rch. Varginha	Piranhas	Parelhas	RN	1487,45	436,4	24,5	5,6
Cruzeta	S. José	Piranhas	Cruzeta	RN	1043,7	544,2	41,6	7,6
Marechal Dutra	Acauã	Piranhas	Acari	RN	2045,45	444,9	22,1	5,0
Dourado	Acauã	Piranhas	Currais Novos	RN	311,5	554,8	43,2	7,8
Rio da Pedra	Santana	Piranhas	Santana dos Matos	RN	155,74	684,3	98,0	14,3
Armando Ribeiro - Açú	Piranhas	Piranhas	Açú	RN	18341,2	699,5	69,3	9,9

Açude	Corpo barrado	Bacia/Sub-bacia	Município	Estado	Área não controlada (km ²)	Prec. Média (mm)	Defl. Médio (mm)	Coef. Escoam. (%)
Marcelino Vieira	Rch Barro Preto	Apodi	Marcelino Vieira	RN	309,98	829,0	96,8	11,7
Pau dos Ferros	Pilões	Apodi	Pau dos Ferros	RN	2261,1	851,0	95,0	11,2
Bonito II	Rch. S.Miguel	Apodi	São Miguel	RN	178,56	915,1	164,1	17,9
Riacho da Cruz II	Rch da Cruz	Apodi	Riacho da Cruz	RN	120,72	1022,6	232,7	22,8
Tourão	Tourão	Apodi	Patu	RN	93,04	864,8	131,0	15,1
Brejo	Rch do Brejo	Apodi	Olho D'Água dos Borges	RN	161,71	806,7	120,5	14,9
Lucrécia	Rio do João	Apodi	Martins	RN	113	877,1	149,5	17,0
Rodeador	Rio do João	Apodi	Umarizal	RN	236,24	863,6	140,3	16,2
Sto. Antonio de Caraúbas	Rch. Dos Croás	Apodi	Caraúbas	RN	183,46	832,9		0,0
Sta. Cruz	Apodi	Apodi	Apodi	RN	2187,46	801,1	87,4	10,9
Flecha	Rch. Flechas	Apodi	José da Penha	RN	159,22	859,0	103,3	12,0
Angicos		Apodi	José da Penha	RN	139,98	900,7	147,5	16,4
Sto. Antonio	Rch. da Serra	Paraíba	São Sebastião do Umbuzeiro	PB	108,15	487,6	29,8	6,1
Cordeiro	Rch. da Serra	Paraíba	Congo	PB	1551,98	499,5	32,7	6,5
Poções	Rch. Mulungu	Paraíba	Monteiro	PB	72,08	532,2	52,2	9,8
Camalaú	Rio do Meio	Paraíba	Camalaú	PB	1172,83	521,5	47,0	9,0
Sumé	Rio Sucuru	Paraíba	Sumé	PB	763,44	551,9	56,0	10,1
Taperoá II	Rch. Campo Verde	Paraíba	Taperoá	PB	574,17	414,0	29,3	7,1
Serra Branca II	Rch. Serra Branca	Paraíba	Serra Branca	PB	54,33	423,3	22,6	5,3
Soledade	Rch. do Padre	Taperoá	Soledade	PB	281,36	399,9	27,3	6,8
Epitácio	Pessoa-	Paraíba	Boqueirão	PB	7904,23	389,0	18,9	4,9
Boq.Cabaceiras								
Acauã								
Lagoa do Arroz	Rch. Cacaré	Peixe	Cajazeiras	PB	285,29	881,2	136,3	15,5
Pilões	Rch. Triunfo	Peixe	São José do Rio do Peixe	PB	384,87	870,2	126,7	14,6

Açude	Corpo barrado	Bacia/Sub-bacia	Município	Estado	Área não controlada (km ²)	Prec. Média (mm)	Defl. Médio (mm)	Coef. Escoam. (%)
Bartolomeu I	Piranhas	Piranhas	Bonito de Santa Fé	PB	19,2	811,0	125,1	15,4
Eng. Ávido - Piranhas	Piranhas	Piranhas	Cajazeiras	PB	890,6	883,8	132,3	15,0
São Gonçalo	Piranhas	Piranhas	Sousa	PB	310,09	884,6	134,9	15,2
Carneiro	Rch. Jericó	Piranhas	Jericó	PB	153,5	753,4	94,7	12,6
Eng. Arco Verde	Timbaúba	Piranhas	Condado	PB	137,88	718,8	88,0	12,2
Escondido	Rch. Dos Porcos	Piranhas	Belém do Brejo do Cruz	PB	223,46	824,1	118,7	14,4
Riacho dos Cavalos	Riacho dos Cavalos	Piranhas	Riacho dos Cavalos	PB	164,42	792,7	112,4	14,2
Sta. Rosa		Piranhas	Belém do Brejo do Cruz	PB	273,13	813,5	111,6	13,7
Tapera		Piranhas	Belém do Brejo do Cruz	PB	135,32	787,6	97,7	12,4
Bom Jesus	Rch. Bom Jesus	Piancó	Água Branca	PB	89	668,9	91,5	13,7
Bruscas	Rch. Bruscas	Piancó	Curral Velho	PB	251	771,4	93,2	12,1
Cachoeira dos Alves	Rch. Cachoeira	Piancó	Itaporanga	PB	99	770,5	103,0	13,4
Cachoeiras dos Cegos	Rch. Da Goiabeira	Piancó	Catingueira	PB	223	843,5	136,0	16,1
Canoas	Rch. Canoas	Piancó	Nova Olinda	PB	260	799,1	101,0	12,6
Catolé	Rch. Arara	Piancó	manaíra	PB	136	686,5	73,4	10,7
Curemas-Mãe D'Água	Piancó	Piancó	Piancó	PB	5587	865,3	117,4	13,6
Jenipapeiro	Rch. Catolé	Piancó	Olho D'Água	PB	472	715,0	104,4	14,6
Piranhas	Piancó	Piancó	Ibiara	PB	204	843,7	104,3	12,4
Poço Redondo	Rch. Poço Redondo	Piancó	Santana de Mangueiras	PB	333	690,7	73,7	10,7
Queimadas	Rch. Santana	Piancó	Santana dos Garrotes	PB	118	794,1	93,4	11,8
Saco	Rch. Gravatá	Piancó	Nova Olinda	PB	354	820,9	110,7	13,5
Santa Inês	Quipaná	Piancó	Conceição	PB	107	780,0	84,0	10,8
Timbaúba	Rch. Branco	Piancó	Juru	PB	83	774,0	113,4	14,7
Vazante		Piancó	Diamante	PB	139	842,0	100,4	11,9
Arrodeio	Rch. Ipoeiras	Pajeú	São José do Belmonte	PE	406,26	746,1	85,7	11,5
Barra do Juá	Rch. do Navio	Pajeú	Floresta	PE	1936,64	515,4	28,8	5,6

Açude	Corpo barrado	Bacia/Sub-bacia	Município	Estado	Área não controlada (km ²)	Prec. Média (mm)	Defl. Médio (mm)	Coef. Escoam. (%)
Brotas	Pajeú	Pajeú	Afogados da Ingazeira	PE	2673,37	712,5	116,5	16,4
Cachoeira II	Pajeú	Pajeú	Serra Talhada	PE	321,69	697,0	35,5	5,1
Jazigo	Pajeú	Pajeú	Serra Talhada	PE	983,52	714,8	41,7	5,8
Rosário	Rio da Volta	Pajeú	Iguaraci	PE	901,36	729,6	99,9	13,7
Saco I	Rch. Saco	Pajeú	Serra Talhada	PE	125,28	1127,6	120,2	10,7
Serrinha II	Pajeú	Pajeú	Serra Talhada	PE	2875,23	699,6	65,1	9,3
Algodões	Rch. São Pedro	Brígida	Ouricuri	PE	684,27	683,5	43,9	6,4
Cachimbo	Rch. Logradouro	Brígida	Parnamirim	PE	580,7	613,5	20,5	3,3
Caiçara	Rch. Pau Ferrado	Brígida	Parnamirim	PE	27,05	578,9	40,5	7,0
Chapéu	Brígida	Brígida	Parnamirim	PE	2999,54	658,2	58,3	8,9
Eng. Camacho	Rch. Tamboril	Brígida	Ouricuri	PE	569,14	687,9	66,7	9,7
Entremontes	Rch. Jacaré	Brígida	Parnamirim	PE	2251,02	605,2	24,5	4,0
Lagoa do Barro	Rch. São Pedro	Brígida	Araripina	PE	1457,68	786,2	106,0	13,5
Lopes II	Rch. Gravatá	Brígida	Bodocó	PE	84,67	666,1	40,4	6,1
Custódia	Rch. Quitimbu	Moxotó	Custódia	PE	238,73	754,5	69,5	9,2
Eng. Fco. Sabóia	Moxotó	Moxotó	Ibimirim	PE	4364,67	556,5	27,6	5,0

Nota: As sub-bacias dos rios Pajeú, Brígida e Moxotó pertencem à bacia do rio São Francisco (margem esquerda) e serão beneficiadas diretamente pelo Projeto de Integração.

A análise dos resultados obtidos com a geração de séries de vazões pseudo-históricas permite considerá-los satisfatórios. Os coeficientes de escoamento obtidos se encontram nos intervalos esperados para cada região e os coeficientes de variação (CV's) dos deflúvios anuais, na maioria dos casos superiores à unidade, são compatíveis com a variabilidade dessa variável na região, garantindo assim uma boa representação do comportamento real das afluições aos reservatórios.

Com base nas séries de vazões médias mensais obtidas neste estudo foram confeccionados os hidrogramas de vazões médias mensais das bacias hidrográficas contribuintes a cada reservatório. Na seqüência são apresentados, a título de ilustração, aqueles correspondentes aos açudes Armando Ribeiro Gonçalves, Castanhão, Eng. Francisco Sabóia (Poço da Cruz) e Eptácio Pessoa – Figura 5.4.2.2-1.

Observa-se que durante muitos meses do ano as vazões médias mensais afluentes aos reservatórios são nulas, caracterizando o padrão temporal intermitente das vazões dos cursos d'água das bacias do Nordeste Setentrional. O Quadro 5.4.2.2-2, a seguir, apresenta as vazões médias mensais de longo termo (1931-1990) afluentes aos reservatórios, e o percentual de meses em que a vazão média mensal afluente a cada um dos reservatórios foi nula.

QUADRO 5.4.2.2-2 – VAZÕES MÉDIAS MENSAIS DE LONGO TERMO AFLUENTES AOS AÇUDES (1931-1990) E PERCENTUAL DE MESES COM VAZÃO NULA

Açude	Corpo barrado	Bacia/Sub-bacia	Q MLT (m ³ /s)	Percentual de Meses Com Vazão Nula (%)
Armando Ribeiro Gonçalves	Piranhas	Piranhas	53,5	42
Atalho	Rch. Dos Porcos	Jaguaribe	1,9	68
Castanhão	Jaguaribe	Jaguaribe	37,9	56
Chapéu	Brígida	Brígida	4,1	50
Camalaú	Rio do Meio	Paraíba	1,7	42
Coremas-Mãe D'Água	Piancó	Piancó	28,3	39
Eng° Ávidos	Piranhas	Piranhas	3,8	47
Eng° Francisco Sabóia	Moxotó	Moxotó	4,0	45
Entremontes	Rch. Jacaré	Brígida	4,1	51
Eptácio Pessoa	Rio Paraíba	Paraíba	8,7	49
Orós	Jaguaribe	Jaguaribe	32,0	58
Pau dos Ferros	Pilões	Apodi	6,4	61
Poções	Rch. Mulungu	Paraíba	0,1	55
Quixabinha	Rch. Do Boi	Jaguaribe	0,1	79
Santa Cruz	Apodi	Apodi	16,3	55
São Gonçalo	Piranhas	Piranhas	1,4	53

FIGURA 5.4.2.2-1 – HIDROGRAMAS DE VAZÕES MÉDIAS MENS AIS AFLUENTES AOS AÇUDES

(ESTA FIGURA É EM A3)

a.2) Estudos de Ocorrência de Secas

As secas são fenômenos climáticos que se diferenciam claramente de outras catástrofes naturais. A diferença básica reside no fato de que, ao contrário de outros desastres naturais como cheias, furacões e terremotos, os quais iniciam e terminam repentinamente, além de se restringirem, normalmente, a uma pequena região, o fenômeno das secas tem um início lento, uma longa duração e espalha-se, na maioria das vezes, por uma extensa área.

Definir seca é a primeira dificuldade que se enfrenta quando se trabalha com o tema, dado que inexiste uma definição universal para o fenômeno. Uma revisão da literatura sobre o tema mostra que, na realidade, existem diferentes tipos de secas, cujos conceitos estão associados a diferentes pontos de vista. Por exemplo, uma seca no abastecimento de água pode ser pensada como uma deficiência da oferta, em relação às necessidades. Uma seca agrícola pode ser vista como uma insuficiência na umidade do solo ao nível do sistema radicular das culturas, impedindo ou reduzindo a produção agrícola. Da perspectiva sócio-econômica, uma seca está relacionada ao campo das atividades humanas afetadas e aos problemas sociais e econômicos gerados. Ademais, claro está, que a ocorrência de uma seca climatológica praticamente implica também na seca agrícola; a recíproca, contudo, pode não ser verdadeira.

Neste sentido, alguns aspectos devem ser levados em consideração quando da análise realística de seca:

- o interesse maior da análise (precipitação, vazão ou umidade do solo);
- a escala temporal dos dados a serem empregados (semanal, mensal, semestral ou anual);
- existência de periodicidade ou ciclo definido;
- classificação da seca, de acordo com suas conseqüências, em classes, a saber: climatológica, hidrológica, agrícola e sócio-econômica.

De acordo com Thomas, apud Campos¹, uma seca climatológica difere de uma seca agrícola e ambas são distintas de uma seca hidrológica. O autor observa que uma seca meteorológica é, às vezes, definida como uma prolongada e anormal ausência de chuvas. Já a seca agrícola se configura quando a umidade do solo atinge valores nulos ou muito baixos, de forma a reduzir consideravelmente o rendimento das culturas.

¹ Campos, J.N.B., 1983 – Um Critério de Seca Agrícola e sua Aplicação ao Estado do Ceará. Boletim Técnico de Recursos Hídricos – UFC.

A seca hidrológica pode ser pensada como um período durante o qual as potencialidades hídricas de uma determinada região atingem valores anormalmente menores que os habituais. Assim para a configuração de uma seca hidrológica numa região com rios perenes basta os mesmos atingirem vazões de estiagem anormalmente inferiores às habituais, já para regiões onde os rios são normalmente intermitentes, uma seca hidrológica se configura quando os volumes escoados anualmente são inferiores aos habituais ou nulos, fato este que não depende só do montante precipitado, quanto mais diretamente, da distribuição temporal da precipitação. O item a.1, mostrado anteriormente, abordou a ocorrência deste tipo de seca no Nordeste Setentrional.

Os conceitos apresentados acima têm por objetivo mostrar que o conceito de seca não apresenta uma definição clara e precisa, dependendo tanto do ponto de vista (hidrológico, climático, agrícola, etc.), quanto da região em que se pretende analisar este fenômeno.

Nesse sentido, vários pesquisadores buscaram o desenvolvimento de índices que avaliassem a ocorrência das secas sob diferentes contextos e pontos de vista.

Analisando exclusivamente os autores que desenvolveram metodologias desenvolvidas ou aplicadas no nordeste brasileiro, podemos citar os seguintes:

- Hargreaves², que mediante uma análise das precipitações mensais em 234 locais do Ceará, propôs o índice de disponibilidade de umidade (MAI), como parâmetro indicador do potencial de produção agrícola da região;
- Herbst, Bredenkamp e Barker³, que propuseram um índice de severidade de seca baseado, exclusivamente, em dados de precipitação;
- Campos e Lima⁴, que definiram o conceito de ciclo máximo anual contínuo de umidade no solo (CMACU) como a duração, em dias, do maior período do ano em que o solo mantém, continuamente, umidade disponível para culturas, determinado a partir do balanço hídrico diário no solo, sendo este parâmetro utilizado para determinar a periodicidade de ocorrência de secas (frequência e tempo de recorrência);
- Tucci⁵, que desenvolveu um algoritmo que relaciona a capacidade de infiltração com a umidade do solo, determinando as quantidades de águas

² Hargreaves, G.H., 1973. Disponibilidade e Deficiências de Umidades para a produção agrícola no Ceará. Utah State University.

³ Herbst, P.H.; Bredenkamp, D.B.; Barker, H.M.G., 1966 – A Technique for the evaluation of Drought from Rainfall Data, Journal of Hydrology, Vol.4; p.264 – 272.

⁴ Campos, J.N.B.C. e Lima, H.V.C., 1993 - Gerenciamento de Secas no Nordeste do Brasil: Conceitos e Práticas. X Simpósio Brasileiro de Recurso Hídricos – Gramado – RS.

⁵ Tucci, C.E.M., 1979. Análise de Sensibilidade dos Parâmetros do Algoritmo de Infiltração. III Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos - Brasília – DF.

infiltradas e escoadas como decorrentes do processo de subtração da precipitação e;

- Molinas e Andrade⁶, que desenvolveram um modelo de balanço de umidade no solo (MUSAG) e utilizaram este como ferramenta de avaliação e previsão dos déficits hídricos na agricultura para vários locais do Nordeste e, particularmente, para o estado do Ceará.

No contexto dos Estudos de Inserção Regional do Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, foram realizados estudos baseados em duas metodologias abaixo referenciadas:

- a metodologia desenvolvida por Herbst, Bredenkamp e Barker, selecionada pela facilidade de aplicação, dado não exigir outras informações que não os dados pluviométricos a nível mensal e, em consequência, permite uma fácil aplicação a um extenso número de postos pluviométricos da região, e;
- a metodologia desenvolvida por Molinas e Andrade, para a qual se dispunha de experiência regional na sua aplicação, havendo apresentado bons resultados para uma parcela da área em estudo (o estado do Ceará).

Os principais resultados obtidos são apresentados e discutidos a seguir.

- **Modelo Herbst, Bredenkamp e Barker**

A metodologia desenvolvida por Herbst, Bredenkamp e Barker tem por objetivo identificar e avaliar o grau de severidade das secas ocorridas, exclusivamente do ponto de vista climatológico. Para isso utiliza-se o índice de severidade de seca (ISS), determinado pelo produto entre a duração da seca e sua intensidade média mensal.

A gravidade das secas foi avaliada sob duas óticas distintas, a saber:

- identificação da ocorrência de secas e avaliação de sua extensão temporal em cada posto pluviométrico com dados disponíveis; e
- cálculo do índice de severidade das secas em toda a região estudada.

Os resultados obtidos da perspectiva de cada posto, isto é, a distribuição temporal das secas para cada posto individualmente, foram dispostos sob a forma de diagramas de barras.

A metodologia baseada em déficits de precipitação acaba por marcar como seco o período normal de estiagem da região, ou seja, os períodos fora da estação

⁶ Molinas, P. A, Andrade, F.C, 1993 - Modelo de Umidade do Solo para fins Agrícolas, X Simpósio Brasileiro de Recurso Hídricos – Gramado – RS.

chuvosa. Assim, visando à identificação das secas mais críticas da região, foram identificados exclusivamente os períodos que apresentaram severidade superior a 50% da severidade média das secas de cada posto.

A partir dos diagramas de barras obtidos foram constatadas todas as famosas grandes secas ocorridas no Nordeste como as de 1915, 1919, 1931, 1932, 1942, 1951, 1953, 1958, 1966, 1968, 1970 e 1972. Também foi possível identificar o prolongado período seco que assolou o Nordeste entre 1978 e 1983, como também os anos com grandes excedentes hídricos como 1974 e 1984.

A título ilustrativo são mostrados neste relatório os resultados para alguns postos, escolhidos aleatoriamente, dos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco (Figura 5.4.2.2-2).

Por outro lado, a análise destes diagramas permite verificar como os períodos secos são prolongados no Nordeste Setentrional, mesmo que não caracterizem, obrigatoriamente, a ocorrência de secas contínuas. Na realidade, tais períodos abrangem tanto os anos secos como períodos anteriores e posteriores, com disponibilidade hídrica deficitária.

O índice de severidade de seca proposto pelos autores da metodologia consiste num indicador que compara os déficits ocorridos mês a mês (dentro do período de seca) com os valores de déficit esperados para aquele mês (déficit médio mensal). Isso é feito para cada posto individualmente, ou seja, são avaliados os déficits mensais do posto e comparados com a média mensal daquele posto. Esta abordagem constitui um indicador da gravidade de uma seca a nível local.

Visando a comparação da severidade das secas entre postos, e não apenas em relação aos valores médios do mesmo posto, foi feita uma adaptação no cálculo desse índice de forma que fossem comparados os déficits mensais dos postos com os déficits médios mensais da região. Buscou-se com isso, identificar a distribuição espacial das severidades das secas.

Os resultados mostraram que as áreas com maiores índices de precipitação são mais vulneráveis às secas que ocorrem na região do que as áreas com índices pluviométricos menores.

Constata-se que em toda a região do Cariri, no estado do Ceará, e em toda a região litorânea o impacto ou a severidade de uma seca é mais intensa. Ou seja, por serem áreas de pluviometria relativamente mais elevada, as estações chuvosas com precipitações abaixo do normal têm impacto imediato. Em contraposição, as bacias do Alto Paraíba e do Moxotó, áreas de baixa pluviosidade, apresentam os índices de severidade de seca relativos mais baixos na região estudada.

**FIGURA 5.4.2.2-2 – DIAGRAMA DE BARRAS DOS PERÍODOS COM SEVERIDADE DE SECA SUPERIOR
A 50% DA SEVERIDADE MÉDIA**

(FIGURA ADAPTADA DO ESTUDO HIDROLÓGICO REGIONAL DA INSERÇÃO REGIONAL)

- Modelo MUSAG

Os déficits hídricos ao nível de parcela do solo são indicadores do que se denomina no Nordeste de seca agrícola. Trata-se de um padrão pluviométrico tal, que devido a sua variabilidade espacial e temporal, reduz consideravelmente a produtividade das culturas de sequeiro ou, nos casos extremos, as inviabiliza.

Uma metodologia para avaliação da freqüência e severidade com que ocorre este tipo de seca pode ser desenvolvida com base na aplicação de um modelo de umidade do solo do tipo MUSAG (modelo de umidade do solo para fins agrícolas).

Com base nesse modelo é possível obter séries de umidade do solo disponíveis para cada dia do ano em cada local onde se dispunha de séries de precipitação diária e indicadores que permitam avaliar os parâmetros do modelo como mapas de solos e mapas geológicos e geomorfológicos.

De posse de uma representação precisa da disponibilidade real de umidade no solo, em nível diário, é possível cotejar a mesma com curvas de demanda com ciclos culturais de 60 e 90 dias. A avaliação de déficits nas demandas das culturas permite, numa primeira instância, identificar o dia mais apropriado para plantio e, dispondo desta informação, pode-se obter uma série de déficits hídricos anuais que permite avaliar a freqüência e magnitude dos mesmos.

Os resultados obtidos mediante a aplicação do modelo MUSAG permitiram observar:

- as culturas de sequeiro representam uma atividade de alto risco em todo o Nordeste Setentrional, sendo as áreas mais apropriadas para plantio, em ordem de prioridade as seguintes: a região do Cariri no Ceará; os litorais cearense e paraibano; parte das sub-bacias do rio do Peixe e Piancó; e o litoral potiguar;
- o sertão pernambucano situado na margem esquerda do rio São Francisco e a região da Borborema constituem áreas nas quais é inviável manter qualquer prática agrícola de sequeiro, sendo que a freqüência de déficit's hídricos supera os 50% dos anos da série histórica;
- as culturas com ciclos culturais iguais ou superiores a 90 dias não apresentam viabilidade, mesmo nos locais menos vulneráveis às secas, como o litoral cearense e a região do Cariri.

O fato da agricultura de sequeiro praticada na região ser de alto risco, leva com freqüência inaceitável, em termos econômicos, ao colapso da produção. Do ponto de vista social, a irregularidade das chuvas e as secas têm mantido as populações rurais num estado de pobreza que caracteriza o Nordeste do Brasil como o maior bolsão de miséria do Ocidente.

A ocorrência das secas, as migrações do campo para as cidades, os bolsões de pobreza absoluta no meio rural indicam a necessidade de busca de alternativas para o desenvolvimento consistente da agricultura, como meio de criação de empregos e de geração de renda.

Qualquer solução para reverter esse quadro passa, necessariamente, pela garantia de disponibilidade hídrica em quantidade e qualidade adequadas para suprimento das demandas requeridas para a prática agrícola.

a.3) Estudos de Açudagem

Como já demonstrado anteriormente, os cursos d'água do semi-árido nordestino apresentam características hidrológicas que, na maioria dos casos, não permitem que suas águas sejam diretamente exploradas para fins consuntivos. A variabilidade temporal e espacial da precipitação na região, associada a um subsolo predominantemente cristalino, faz com que estes cursos d'água apresentem um padrão temporal intermitente de vazões, não apropriado para a maioria dos usos (secas hidrológicas).

Surge assim a necessidade de construir obras de regulação que permitam reduzir a variabilidade da ocorrência natural das águas superficiais. Estas obras de armazenamento, denominadas na região de "açudes", são das mais variadas dimensões e características.

Da perspectiva da definição de uma política de operação de reservatórios, não só importam as dimensões absolutas destes reservatórios, mas, principalmente, a relação existente entre a capacidade do reservatório, a vazão anual média afluente ao mesmo e o coeficiente de variabilidade da vazão média anual. A partir dessas características, os reservatórios/açudes podem ser classificados em anuais, sub- anuais e interanuais.

Os reservatórios interanuais caracterizam-se por possuir uma capacidade de armazenamento superior ao volume médio anual afluente. Habitualmente construídos em regiões com baixos índices de precipitação e forte variabilidade interanual dos deflúvios, têm capacidade para manter vazões regularizadas durante os anos em que o escoamento superficial é nulo ou insignificante. São normalmente localizados em cursos de primeira ou segunda ordem e apresentam níveis de eficiência baixos de regularização (volume anual regularizado com 90% de garantia da ordem de 30 a 50% da capacidade do reservatório). Esses reservatórios são fundamentais para a oferta hídrica estratégica do Nordeste Setentrional e, por isso, foram associados ao Projeto de Integração do Rio São Francisco com esta região como mananciais compensadores e, também, os responsáveis pelo importante efeito sinérgico da adução de vazões a serem transpostas.

A Figura 5.4-1, apresentada anteriormente, mostra a localização dos reservatórios selecionados e suas respectivas bacias hidrográficas.

Foram considerados todos os reservatórios com capacidade superior a 10 hm³. Além da confiabilidade dos dados disponíveis, outro fator decisivo na escolha deste limite decorreu da muito reduzida, quando não nula, capacidade de regularização de vazões, bem como da necessidade de manter uma compatibilidade de escala nos estudos; assim, reservatórios com capacidades inferiores a 10 hm³ tornam-se completamente desprezíveis perante os grandes reservatórios da região, que possuem capacidades de centenas e até milhares de hm³.

Avaliando-se a complexidade de cada sistema em termos do número de variáveis de decisão, pode-se verificar que, dentre os sistemas estudados, a bacia do rio Piranhas apresenta a maior complexidade, pois incorpora um total de 39 (trinta e nove) reservatórios. Dentre os sistemas mais simples analisados estão os sistemas das sub-bacias dos rios Brígida e Moxotó, pertencentes à bacia do São Francisco, em Pernambuco.

O Quadro 5.4.2.2-3 apresenta a lista de reservatórios considerados, com as respectivas capacidades volumétricas.

QUADRO 5.4.2.2-3 – RESERVATÓRIOS ESTUDADOS

Açude	Corpo barrado	Bacia/Sub-bacia	Município	Estado	Capacidade (1000m ³)
Poço da Pedra	Rch. Conceição	Jaguaribe	Campos Sales	CE	50000
Várzea do Boi	Carrapateira	Jaguaribe	Tauá	CE	51910
Favelas	Rch. Favelas	Jaguaribe	Tauá	CE	30100
Trussu	Trussu	Jaguaribe	Iguatu	CE	326790
Joaquim Távora	Feiticeiro	Jaguaribe	Feiticeiro	CE	24105
Riacho do Sangue	Rch. Do Sangue	Jaguaribe	Solonópole	CE	64124
Lima Campos	São João	Jaguaribe	Icó	CE	66382
Prazeres	Rio das Antas	Jaguaribe	Barro	CE	32500
Quixabinha	Rch. Do Boi	Jaguaribe	Mauriti	CE	32500
Atalho	Rch. Dos Porcos	Jaguaribe	Brejo Santo	CE	108300
Riacho dos Carneiros	Rch. Dos Carneiros	Jaguaribe	Caririaçu	CE	37180
Orós	Jaguaribe	Jaguaribe	Orós	CE	1956300
Castanhão	Jaguaribe	Jaguaribe	Alto Santo	CE	4451660
Figueiredo	Figueiredo	Jaguaribe	Iracema	CE	502000
Trici	Rch. Trici	Jaguaribe	Tauá	CE	16000
Sabugi	Sabugi	Piranhas	São João do Sabugi	RN	65335
Itans	Barra Nova	Piranhas	Caicó	RN	81750
Caldeirão Parelhas	Cadeirão	Piranhas	Parelhas	RN	10196
Boq. Parelhas	Rch. Varginha	Piranhas	Parelhas	RN	85013
Cruzeta	S. José	Piranhas	Cruzeta	RN	35000
Marechal Dutra	Acauã	Piranhas	Acarí	RN	40000
Dourado	Acauã	Piranhas	Currais Novos	RN	10322
Rio da Pedra	Santana	Piranhas	Santana dos Matos	RN	12432
Armando Ribeiro - Açú	Piranhas	Piranhas	Açú	RN	2400000
Marcelino Vieira	Rch Barro Preto	Apodi	Marcelino Vieira	RN	11200
Pau dos Ferros	Pilões	Apodi	Pau dos Ferros	RN	54846
Bonito II	Rch. S.Miguel	Apodi	São Miguel	RN	10865
Riacho da Cruz II	Rch da Cruz	Apodi	Riacho da Cruz	RN	9604

Açude	Corpo barrado	Bacia/Sub-bacia	Município	Estado	Capacidade (1000m ³)
Tourão	Tourão	Apodi	Patu	RN	9105
Brejo	Rch do Brejo	Apodi	Olho D'Água dos Borges	RN	17000
Lucrécia	Rio do João	Apodi	Martins	RN	27270
Rodeador	Rio do João	Apodi	Umarizal	RN	21700
Sto. Antonio de Caraúbas	Rch. Dos Croás	Apodi	Caraúbas	RN	111110
Sta. Cruz	Apodi	Apodi	Apodi	RN	600000
Flecha	Rch. Flechas	Apodi	José da Penha	RN	17000
Angicos		Apodi	José da Penha	RN	3500
Sto. Antonio	Rch. Da Serra	Paraíba	São Sebastião do Umbuzeiro	PB	21424
Cordeiro	Rch. Da Serra	Paraíba	Congo	PB	69966
Poções	Rch. Mulungu	Paraíba	Monteiro	PB	29870
Camalaú	Rio do Meio	Paraíba	Camalaú	PB	46438
Sumé	Rio Sucuru	Paraíba	Sumé	PB	36800
Taperoá II	Rch. Campo Verde	Paraíba	Taperoá	PB	15149
Serra Branca II	Rch. Serra Branca	Paraíba	Serra Branca	PB	14043
Soledade	Rch. Do Padre	Taperoá	Soledade	PB	27058
Epitácio Pessoa (Boqueirão)	Rio Paraíba	Paraíba	Boqueirão	PB	535700
Acauã	Rio Paraíba	Paraíba		PB	250000
Lagoa do Arroz	Rch. Cacaré	Peixe	Cajazeiras	PB	80221
Pilões	Rch. Triunfo	Peixe	São José do Rio do Peixe	PB	13000
Bartolomeu I	Piranhas	Piranhas	Bonito de Santa Fé	PB	17571
Eng. Ávido - Piranhas	Piranhas	Piranhas	Cajazeiras	PB	255000
São Gonçalo	Piranhas	Piranhas	Sousa	PB	44600
Carneiro	Rch. Jericó	Piranhas	Jericó	PB	31286
Eng. Arco Verde	Timbaúba	Piranhas	Condado	PB	30593
Escondido	Rch. Dos Porcos	Piranhas	Belém do Brejo do Cruz	PB	16326
Riacho dos Cavalos	Riacho dos Cavalos	Piranhas	Riacho dos Cavalos	PB	17690
Sta. Rosa		Piranhas	Belém do Brejo do Cruz	PB	16579
Tapera		Piranhas	Belém do Brejo do Cruz	PB	26419
Bom Jesus	Rch. Bom Jesus	Piancó	Água Branca	PB	14637
Bruscas	Rch. Bruscas	Piancó	Curral Velho	PB	38206
Cachoeira dos Alves	Rch. Cachoeira	Piancó	Itaporanga	PB	10611
Cachoeiras dos Cegos	Rch. Da Goiabeira	Piancó	Catingueira	PB	71887
Canoas	Rch. Canoas	Piancó	Nova Olinda	PB	45555
Catolé	Rch. Arara	Piancó	manaíra	PB	10500
Coremas-Mãe D'Água	Piancó	Piancó	Piancó	PB	1358700
Jenipapeiro	Rch. Catolé	Piancó	Olho D'Água	PB	100000
Piranhas	Piancó	Piancó	Ibiara	PB	25696
Poço Redondo	Rch. Poço Redondo	Piancó	Santana de Mangueiras	PB	62751
Queimadas	Rch. Santana	Piancó	Santana dos Garrotes	PB	15625
Saco	Rch. Gravatá	Piancó	Nova Olinda	PB	97488
Santa Inês	Quipaná	Piancó	Conceição	PB	26115
Timbaúba	Rch. Branco	Piancó	Juru	PB	15439
Vazante		Piancó	Diamante	PB	14637
Arrodeio	Rch. Ipoeiras	Pajeú	São José do Belmonte	PE	14522
Barra do Juá	Rch. Do Navio	Pajeú	Floresta	PE	71474

Açude	Corpo barrado	Bacia/Sub-bacia	Município	Estado	Capacidade (1000m ³)
Brotas	Pajeú	Pajeú	Afogados da Ingazeira	PE	19640
Cachoeira II	Pajeú	Pajeú	Serra Talhada	PE	21031
Jazigo	Pajeú	Pajeú	Serra Talhada	PE	15543
Rosário	Rio da Volta	Pajeú	Iguaraci	PE	34990
Saco I	Rch. Saco	Pajeú	Serra Talhada	PE	36000
Serrinha II	Pajeú	Pajeú	Serra Talhada	PE	311080
Algodões	Rch. São Pedro	Brígida	Ouricuri	PE	58482
Cachimbo	Rch. Logradouro	Brígida	Parnamirim	PE	32000
Caiçara	Rch. Pau Ferrado	Brígida	Parnamirim	PE	10500
Chapéu	Brígida	Brígida	Parnamirim	PE	188000
Eng. Camacho	Rch. Tamboril	Brígida	Ouricuri	PE	27664
Entremontes	Rch. Jacaré	Brígida	Parnamirim	PE	339334
Lagoa do Barro	Rch. São Pedro	Brígida	Araripina	PE	13162
Lopes II	Rch. Gravatá	Brígida	Bodocó	PE	23935
Custódia	Rch. Quitimbu	Moxotó	Custódia	PE	21623
Engº Francisco Sabóia	Moxotó	Moxotó	Ibimirim	PE	504000

Nota: As sub-bacias dos rios Pajeú, Brígida e Moxotó pertencem à bacia do rio São Francisco (margem esquerda) e serão beneficiadas diretamente pelo Projeto de Integração

Os estudos de açudagem englobaram, na realidade, a análise da operação conjunta dos sistemas de reservatórios disponíveis nas bacias receptoras, com ênfase nas interferências decorrentes da açudagem de montante; e a avaliação da eficiência da açudagem nas bacias receptoras, a partir da concepção e aplicação de indicadores que permitissem esta avaliação. Em última instância, um dos objetivos fundamentais destes estudos consistiu na quantificação da oferta hídrica disponível atualmente nas bacias receptoras.

Do ponto de vista geral, a metodologia utilizada baseou-se na obtenção dos principais parâmetros de operação dos reservatórios utilizando modelos matemáticos de otimização dos principais parâmetros de operação dos reservatórios, baseados em técnicas de programação linear e não linear do tipo quadrática.

Todos os dados utilizados, incluindo as séries de vazões e os dados morfométricos dos reservatórios, evaporações e precipitações médias mensais nos respectivos espelhos d'água dos reservatórios estudados foram obtidos do relatório de Operação Integrada dos Açudes, parte integrante dos Estudos de Inserção Regional. Nesse mesmo relatório apresenta-se uma descrição detalhada da metodologia utilizada.

O Quadro 5.4.2.2-4 mostra as vazões regularizadas para as garantias de 90%, 95% e 99%, para todos os açudes estudados.

Pode-se constatar, claramente, uma das principais características das disponibilidades hídricas locais, que é a sensível diminuição da oferta hídrica local quando os reservatórios são operados com garantias de atendimento elevadas (95 – 99%).

QUADRO 5.4.2.2-4 – VAZÕES REGULARIZADAS PELOS RESERVATÓRIOS ESTUDADOS ⁽¹⁾

Açude	Bacia/Sub-bacia	Capacidade (10 ⁶ m ³)	Área (km ²)	Q _{reg} - g=90% (m ³ /s)	Q _{reg} - g=95% (m ³ /s)	Q _{reg} - g=99% (m ³ /s)
Poço da Pedra	Jaguaribe	50,0	895,5	0,260	0,220	0,160
Várzea do Boi	Jaguaribe	51,9	1.236,2	0,380	0,340	0,300
Favelas	Jaguaribe	30,1	667,0	0,190	0,130	0,080
Trussu	Jaguaribe	326,8	1.533,4	1,030	0,920	0,850
Joaquim Távora	Jaguaribe	24,1	116,3	0,080	0,070	0,070
Riacho do Sangue	Jaguaribe	64,1	1.366,3	0,660	0,590	0,550
Lima Campos	Jaguaribe	66,4	358,6	0,340	0,320	0,280
Prazeres	Jaguaribe	32,5	192,0	0,300	0,280	0,250
Quixabinha	Jaguaribe	32,5	90,2	0,060	0,060	0,050
Atalho	Jaguaribe	108,3	1.889,1	0,710	0,610	0,490
Riacho dos Carneiros	Jaguaribe	37,2	44,6	0,100	0,100	0,090
Orós	Jaguaribe	1956,3	20.011,0	12,200	11,620	9,390
Castanhão	Jaguaribe	4451,7	16.821,6	21,750	19,170	17,780
Trici	Jaguaribe	16,0	559,1	0,150	0,100	0,040
Sabugi	Piranhas	65,3	844,2	0,460	0,330	0,220
Itans	Piranhas	81,8	1.284,6	0,510	0,350	0,220
Caldeirão Parelhas	Piranhas	10,2	1.609,0	0,070	0,060	0,050
Boq. Parelhas	Piranhas	85,0	1.487,5	0,380	0,300	0,250
Cruzeta	Piranhas	35,0	1.043,7	0,250	0,170	0,100
Marechal Dutra	Piranhas	40,0	2.045,5	0,260	0,190	0,130
Dourado	Piranhas	10,3	311,5	0,050	0,030	0,000
Rio da Pedra	Piranhas	12,4	155,7	0,040	0,030	0,000
Armando Ribeiro - Açú	Piranhas	2400,0	18.341,2	19,240	17,770	15,000

Açude	Bacia/Sub-bacia	Capacidade (10 ⁶ m ³)	Área (km ²)	Qreg - g=90% (m ³ /s)	Qreg - g=95% (m ³ /s)	Qreg - g=99% (m ³ /s)
Marcelino Vieira	Apodi	11,2	310,0	0,120	0,070	0,026
Pau dos Ferros	Apodi	54,8	2.261,1	0,880	0,570	0,300
Bonito II	Apodi	10,9	178,6	0,100	0,050	0,029
Riacho da Cruz II	Apodi	9,6	120,7	0,200	0,180	0,166
Tourão	Apodi	9,1	93,0	0,120	0,060	0,047
Brejo	Apodi	17,0	161,7	0,160	0,150	0,134
Lucrécia	Apodi	27,3	113,0	0,180	0,130	0,070
Rodeador	Apodi	21,7	236,2	0,110	0,100	0,081
Sta. Cruz	Apodi	600,0	2.187,5	4,600	3,950	3,440
Flecha	Apodi	9,0	159,2	0,110	0,050	0,000
Angicos	Apodi	3,5	140,0	0,020	0,010	0,000
Sto. Antonio	Paraíba	21,4	108,2	0,030	0,020	0,014
Cordeiro	Paraíba	70,0	1.552,0	0,450	0,420	0,366
Poções	Paraíba	29,9	72,1	0,020	0,010	0,000
Camalaú	Paraíba	46,4	1.172,8	0,370	0,340	0,285
Sumé	Paraíba	36,8	763,4	0,230	0,210	0,170
Taperoá II	Paraíba	15,1	574,2	0,090	0,060	0,020
Serra Branca II	Paraíba	14,0	54,3	0,000	0,000	0,000
Soledade	Taperoá	27,1	281,4	0,150	0,130	0,112
Epitácio Pessoa	Paraíba	535,7	7.904,2	3,480	3,180	2,900
Acauã	Paraíba	250,0	3.671,7	2,500	2,170	1,860
Lagoa do Arroz	Peixe	80,2	285,3	0,560	0,510	0,460
Pilões	Peixe	13,0	384,9	0,030	0,030	0,000
Bartolomeu I	Piranhas	17,6	19,2	0,040	0,030	0,020
Eng. Ávido - Piranhas	Piranhas	255,0	890,6	1,960	1,760	1,600

Açude	Bacia/Sub-bacia	Capacidade (10 ⁶ m ³)	Área (km ²)	Qreg - g=90% (m ³ /s)	Qreg - g=95% (m ³ /s)	Qreg - g=99% (m ³ /s)
São Gonçalo	Piranhas	44,6	310,1	0,520	0,500	0,430
Carneiro	Piranhas	31,3	153,5	0,200	0,180	0,170
Eng. Arco Verde	Piranhas	30,6	137,9	0,150	0,130	0,600
Escondido	Piranhas	16,3	223,5	0,150	0,120	0,060
Riacho dos Cavalos	Piranhas	17,7	164,4	0,020	0,000	0,000
Sta. Rosa	Piranhas	16,6	273,1	0,020	0,010	0,000
Tapera	Piranhas	26,4	135,3	0,110	0,070	0,027
Bom Jesus	Piancó	14,6	89,0	0,070	0,060	0,055
Bruscas	Piancó	38,2	251,0	0,400	0,370	0,320
Cachoeira dos Alves	Piancó	10,6	99,0	0,110	0,100	0,080
Cachoeiras dos Cegos	Piancó	71,9	223,0	0,350	0,340	0,226
Canoas	Piancó	45,6	260,0	0,460	0,430	0,400
Catolé	Piancó	10,5	136,0	0,120	0,110	0,106
Coremas-Mãe D'Água	Piancó	1358,7	5.587,0	10,530	9,600	8,500
Jenipapeiro	Piancó	100,0	472,0	0,730	0,690	0,638
Piranhas	Piancó	25,7	207,7	0,260	0,240	0,214
Poço Redondo	Piancó	62,8	333,0	0,340	0,290	0,224
Queimadas	Piancó	15,6	118,0	0,090	0,070	0,068
Saco	Piancó	97,5	354,0	0,770	0,730	0,680
Santa Inês	Piancó	26,1	107,0	0,140	0,120	0,115
Timbaúba	Piancó	15,4	83,0	0,110	0,100	0,096
Vazante	Piancó	14,6	139,0	0,150	0,130	0,115
Algodões	Brígida	58,5	684,3	1,010	0,950	0,800
Cachimbo	Brígida	32,0	580,7	0,080	0,050	0,020
Caiçara	Brígida	10,5	27,1	0,010	0,010	0,000

Açude	Bacia/Sub-bacia	Capacidade (10 ⁶ m ³)	Área (km ²)	Qreg - g=90% (m ³ /s)	Qreg - g=95% (m ³ /s)	Qreg - g=99% (m ³ /s)
Chapéu	Brígida	188,0	2.999,5	1,520	1,360	1,190
Eng. Camacho	Brígida	27,7	569,1	0,220	0,170	0,100
Entremontes	Brígida	339,3	2.251,0	1,720	1,500	1,280
Lagoa do Barro	Brígida	13,2	1.457,7	0,360	0,350	0,290
opes II	Brígida	23,9	84,7	0,020	0,010	0,000
Custódia	Moxotó	21,6	238,7	0,160	0,150	0,140
Eng. Fco. Sabóia	Moxotó	504,0	4.364,7	1,740	1,550	1,350

- ¹⁾ O principal objetivo deste estudo de reservatórios (> 10 hm³) foi o de avaliar as séries de vazões afluentes dos açudes receptores/estratégicos. Desta forma ele compreende todos os reservatórios à montante dos citados açudes receptores e/ou estratégicos, e que, portanto, influem sobre os escoamentos afluentes. É importante ressaltar, entretanto, que a tais reservatórios de montante sempre estão associadas demandas locais (muitos deles, inclusive, a pequenos e médios projetos de irrigação) que consomem integralmente (junto também com as perdas em trânsito) as vazões regularizadas, quase sempre de pequeno porte. Nesta perspectiva, para os açudes receptores/estratégicos suas contribuições restringem-se aos volumes sangrados. Isto posto, não se deve simplesmente somar as vazões deste quadro para determinar as disponibilidades hídricas efetivas que irão compor o balanço hídrico apresentado mais adiante no presente relatório.

a.4) Potencialidade de Águas Subterrâneas

A área de implantação do Projeto de Integração está localizada, em sua maior extensão, no domínio de rochas cristalinas, atravessando contextos hidrogeológicos muito pobres. Local e ocasionalmente, encontram-se terrenos sedimentares, tais como a região do Cariri, a bacia de Sousa e a Chapada do Apodi, onde as disponibilidades de águas subterrâneas são mais elevadas.

A seguir, apresenta-se uma síntese da potencialidade de águas subterrâneas nos diferentes domínios hidrogeológicos da área de influência do Projeto.

- Terrenos Cristalinos

Neste contexto, as possibilidades de armazenamento das águas subterrâneas ficam restritas às zonas aquíferas das rochas fraturadas (aquífero fissural), geralmente associadas aos leitos de rios/riachos temporários onde, local e ocasionalmente, desenvolvem-se as planícies aluviais.

Nos aquíferos fissurais diretamente sobre o cristalino, sem coberturas aluvionares, as vazões são, em geral, ainda menores e freqüentemente, a qualidade das águas é ruim para o consumo humano e animal.

As vazões dos poços já perfurados são modestas, variando entre 1 e 5 m³/h, e a qualidade das águas é caracterizada por teores de sólidos totais dissolvidos (STD) inferiores a 2.000 mg/l em apenas 37% dos casos.

- Região do Cariri

O primeiro estudo hidrogeológico mais completo desta área foi realizado pela SUDENE/COOP. TÉC. FRANCESA, 1964. Seguiu-se o Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste, onde a área fez parte da folha 14 (SUDENE, 1970). O último e mais completo estudo geológico e hidrogeológico desta Bacia Sedimentar foi realizado pelo Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM/Recife, 1995-1996. O arcabouço estrutural hoje considerado é o proposto pela PETROBRÁS 1991-1992.

O volume total de água subterrânea estocado nos dois sistemas aquíferos principais da bacia do Cariri é estimado em 88 bilhões m³, dos quais 229 milhões m³/ano renováveis ou explotáveis em condições de sustentabilidade (DNPM, 1996).

Admitindo-se uma reserva líquida correspondente a 50% das reservas renováveis, tal como se considera viável no caso de açudes que perdem grandes volumes de água por evaporação - relação entre o volume regularizado e o volume afluente bruto - verifica-se a possibilidade de extrair cerca de 115 milhões m³/ano de água subterrânea, o que equivale a cerca de 3,6 m³/s.

- **Bacia do Rio do Peixe**

O pacote sedimentar localizado nessa bacia apresenta-se como um bloco afundado de sedimentos cretáceos, encerrado no embasamento geológico de idade Pré-cambriana. O pacote é formado por sedimentos silto-arenosos finos, com camadas argilosas intercaladas, formando sinclinal de assimetria pronunciada. As águas subterrâneas deste pacote sedimentar têm utilidade exclusivamente para abastecimento das populações e rebanhos e uma pequena irrigação de apoio.

Os poços perfurados nessa bacia têm logrado vazões relativamente baixas, sendo o valor mais freqüente da ordem de 5 m³/h, ou 0,0014 m³/s. Portanto, local e ocasionalmente, as águas subterrâneas da bacia sedimentar do rio do Peixe poderão ser exploradas para abastecimento da população e dos rebanhos.

- **Chapada do Apodi**

A Chapada do Apodi faz parte da bacia sedimentar denominada de Potiguar, que se estende de Natal, no litoral leste, até o rio Jaguaribe, a oeste, e tem como limite sul os afloramentos do embasamento cristalino.

A extensão continental dessa unidade geológica é da ordem de 22.500 km², representando cerca de 50% da extensão do Estado do Rio Grande do Norte e a borda nordeste do Estado do Ceará. Os estudos hidrogeológicos desenvolvidos pela SUDENE deram início às avaliações dos potenciais de água subterrânea desta unidade geológica (Rebouças et al, 1967).

Este domínio apresenta dois sistemas aquíferos mais importantes. O sistema aquífero Açú, constituído de arenitos conglomeráticos na base e com gradação para arenito fino no topo. Este horizonte aquífero é confinado pelos siltitos e argilas do seu membro superior. As águas do aquífero Açú são de boa qualidade, devendo ser reservadas ao abastecimento público (Rebouças et al. 1967, Rebouças, 1973).

Acima da camada confinante do aquífero Açú, desenvolvem-se os calcários da Formação Jandaíra, onde local e ocasionalmente, têm-se feições cársticas.

As estimativas de reservas indicam que o aquífero Açú estoca cerca de 117 bilhões de m³, enquanto o calcário Jandaíra tem cerca de 180 bilhões de m³ de água estocado nos seus sistemas cársticos. Quanto às reservas renováveis, têm-se cerca de 100 milhões m³/ano escoando pelo aquífero Jandaíra e 4 milhões m³/ano no arenito Açú (Rebouças, 1973), totalizando 104 milhões m³/ano, ou 3,3 m³/s.

No setor oeste da Bacia Potiguar está localizada a cidade de Mossoró (250.000 habitantes) e os quase 1.000 ha irrigados com água subterrânea extraída do aquífero confinado Açú por meio de poços de quase 1.000 m de profundidade, cuja

produção de frutas tais como melão, maracujá, acerola, caju, graviola, manga e outras culturas é destinada aos mercados nacional e internacional (CPRM, 1996).

Por sua vez, os maiores potenciais de água subterrânea para irrigação desta Bacia Geológica Sedimentar estão encerrados nos aquíferos cársticos dos calcários da Formação Jandaíra, cujas águas duras, ou seja, ricas em carbonatos, apresentam qualidade especial para os solos ácidos da região e menor qualidade para abastecimento público (Rebouças, 1973).

- **Síntese da Potencialidade de Águas Subterrâneas**

O Quadro 5.4.2.2-5, obtido dos Estudos de Inserção Regional do Projeto de Integração (FUNCATE/VBA), apresenta a síntese da potencialidade de águas subterrâneas na área de influência do Projeto. Neste Quadro, a potencialidade associada aos recursos renováveis corresponde à recarga propiciada pela chuva de um ano médio, enquanto que a potencialidade dos recursos acumulados considera o completo esgotamento dos aquíferos.

Totalizando a potencialidade dos diferentes domínios hidrogeológicos da área de influência do Projeto de Integração, haveria uma disponibilidade de cerca de 41,8 m³/s, dos quais cerca de 17,4 m³/s de recursos renováveis e 24,4 m³/s de recursos acumulados.

Deste total, deve ser destacado, entretanto, que a potencialidade do conjunto dos depósitos que compõem os aquíferos aluviais, que não oferecem garantia hídrica, é da ordem de 13,6 m³/s, sendo 4,986 m³/s na bacia do Jaguaribe; 0,164 m³/s no Alto Apodi-Mossoró; 2,17 m³/s no Baixo Apodi-Mossoró; 4,316 m³/s na bacia do Piranhas-Açu; 1,562 m³/s na bacia do rio Paraíba; 0,203 m³/s na bacia do rio Moxotó e 0,163 m³/s na bacia do rio Brígida.

A potencialidade total identificada representaria, quantitativamente, uma boa complementação de interesse local. No entanto, deve-se ressaltar que os recursos renováveis dos aluviões apresentam alto risco de falha, sendo praticamente nulos quando associados a níveis de garantia elevados, como os de 99% recomendadas para abastecimento humano. Tais recursos são dependentes de recarga regular, o que não é uma característica comum no Nordeste Setentrional. A recarga para a garantia de 99% é cerca de 1,5% daquela associada à pluviometria média, que foi a base de cálculo dos valores apresentados no Quadro 5.4.2.2-5.

Em relação aos recursos acumulados, além de representarem uma reserva estratégica, sua exploração integral seria certamente inviável economicamente, haja vista a necessidade de se ter, em muitos casos, poços de muitas centenas de metros de profundidade e espacialmente distribuídos em superfícies de grande extensão.

Não foram obtidas informações sobre potencialidades no domínio cristalino. Para um poço no cristalino abastecer um povoado ou uma cidade, é preciso que o local seja privilegiado tectonicamente, ou seja, que as rochas se apresentem bastante fraturadas (fraturas abertas), a fim de que as demandas da população possam ser atendidas. Em geral, o substrato cristalino é subaflorante e praticamente impermeável. Nesse quadro, não há condições de grande armazenamento de água subterrânea. Em terrenos cristalinos observa-se um elevado índice de insucessos, com uma elevada taxa de poços secos registrados.

QUADRO 5.4.2.2-5 – SÍNTESE DA POTENCIALIDADE DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Estado/Bacia/Sub-bacia	Recursos Hídricos Subterrâneos		
	Aquífero	Recursos Renováveis (com base na recarga associada à pluviometria média - m ³ /s) ⁽¹⁾	Recursos Acumulados (para completo esgotamento do aquífero - m ³ /s) ⁽²⁾
ESTADO DE PERNAMBUCO			
Bacia do Moxotó	Aluviões	0,203	-
	Marizal-Elúvios	0,254	-
	Tacaratu/Inajá	0,117	0,564
<i>Total da Bacia do Moxotó</i>		<i>0,574</i>	<i>0,564</i>
Bacia do Brígida	Aluviões	0,159	0,004
	Exu	0,238	0,396
<i>Total da Bacia do Brígida</i>		<i>0,397</i>	<i>0,400</i>
TOTAL DO ESTADO DE PERNAMBUCO		0,971	0,964
ESTADO DA PARAÍBA			
Bacia do Piranhas			
Alto / Médio Piranhas	Aluviões	0,739	0,007
<i>Total da Bacia do Alto/Médio Piranhas</i>		<i>0,739</i>	<i>0,007</i>
Bacia do Paraíba			
Alto Paraíba	Aluviões	0,720	0,007
<i>Total da Bacia do Alto Paraíba</i>		<i>0,720</i>	<i>0,007</i>
Médio Paraíba	Aluviões	0,818	0,016
	Barreiras	0,089	0,178
	Beberibe	-	0,334
<i>Total da Bacia do Médio Paraíba</i>		<i>0,907</i>	<i>0,528</i>
TOTAL DO ESTADO DA PARAÍBA		2,366	0,542
ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE			
Bacia do Açu			
Baixo Açu	Aluviões	3,285	0,285
	Jandaíra	0,060	1,313
	Açu	0,048	2,265
<i>Total da Bacia do Baixo Açu</i>		<i>3,393</i>	<i>3,863</i>
Bacia do Apodi			
Alto Apodi	Aluviões	0,162	0,002
	Açu	0,006	0,038
<i>Total da Bacia do Alto Apodi</i>		<i>0,168</i>	<i>0,040</i>
Médio/Baixo Apodi	Aluviões	2,150	0,020
	Dunas	0,809	0,005
	Barreiros	-	0,137
	Jandaíra	0,200	5,022
	Açu	0,060	6,396
<i>Total da Bacia do Médio/Baixo Apodi</i>		<i>3,219</i>	<i>11,580</i>
TOTAL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE		6,780	15,483

Estado/Bacia/Sub-bacia	Recursos Hídricos Subterrâneos		
	Aquífero	Recursos Renováveis (com base na recarga associada à pluviometria média - m ³ /s) ⁽¹⁾	Recursos Acumulados (para completo esgotamento do aquífero - m ³ /s) ⁽²⁾
ESTADO DO CEARÁ			
Bacia do Jaguaribe			
Salgado / Alto e Médio Jaguaribe	Aluviões	1,700	0,005
	Exu	1,535	1,348
	Missão Velha	0,691	5,471
	Mauriti	0,006	0,263
	Açu	0,019	0,114
<i>Total das Bacias do Salgado e Alto e Médio Jaguaribe</i>		<i>3,951</i>	<i>7,201</i>
Baixo Jaguaribe	Aluviões	2,467	0,033
	Jandaíra	0,016	0,095
	Açu	0,016	0,103
<i>Total da Bacia do Baixo Jaguaribe</i>		<i>2,499</i>	<i>0,231</i>
Banabuiú	Aluviões	0,780	0,001
<i>Total da Bacia do Banabuiú</i>		<i>0,780</i>	<i>0,001</i>
TOTAL DO ESTADO DO CEARÁ		7,230	7,433
TOTAL DOS QUATRO ESTADOS (PE+PB+RN+CE)		17,347	24,422

b) Qualidade da Água

A avaliação da qualidade de água do semi-árido, especificamente nas bacias dos rios e açudes que fazem parte do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, e outros que faziam parte do leque de alternativas, foi realizada tendo em vista os seguintes objetivos:

- possibilitar a realização de prognósticos da qualidade de água nessas bacias;
- possibilitar a obtenção de uma base comparativa para avaliação futura dos efeitos da integração proposta;
- fornecer subsídios para a escolha de alternativas para os diversos usos da água.

Este trabalho baseou-se na análise das informações disponíveis em estudos realizados anteriormente (VBA Consultores, Secretaria de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte – SERHID, Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará – COGERH, Escola Superior de Agricultura de Mossoró – ESAM, Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte – CAERN e Companhia de Água e Esgotos da Paraíba - CAGEPA), e nos resultados da campanha de coleta de amostras realizada nos rios e açudes do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, durante o mês de novembro de 1998, envolvendo, basicamente, aspectos referentes ao uso e à qualidade da água.

b.1) Aspectos Metodológicos

A metodologia empregada para a caracterização da qualidade da água dos corpos d'água das bacias receptoras foi a mesma apresentada anteriormente, quando do

estudo da bacia do Rio São Francisco (vide item 5.3.2.2-a para descrição dos padrões de qualidade empregados, seleção dos parâmetros a serem analisados e definição dos critérios de amostragem).

No que se refere à coleta de amostras propriamente dita, foram adotados os seguintes procedimentos:

- foi feita uma campanha de coleta de amostras, complementada com as informações disponíveis de inúmeras campanhas, abrangendo mais de um ciclo hidrológico, incorporadas ao presente diagnóstico;
- foram escolhidos 13 (treze) pontos para coleta de amostras nos principais rios e açudes localizados nas bacias receptoras que integram o Projeto (Quadro 5.4.2.2-6);
- todas as coletas foram realizadas a 30 cm da superfície;
- no período de coleta, os rios estavam praticamente secos e, por vezes, foram coletadas amostras nos lagos formados com as águas desses rios;
- pH, temperatura e condutividade foram analisados "in loco";
- as amostras coletadas foram enviadas ao Laboratório do Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal da Paraíba - UFPB para a análise dos demais parâmetros pertinentes;
- as análises foram realizadas de acordo com o "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", da APHA, 1995.

QUADRO 5.4.2.2-6 – PONTOS DE AMOSTRAGEM

Bacia	Corpo d'água	Local	Estado	Ponto
PIRANHAS- AÇÚ	Açude Mãe d'Água	Na cidade de Coremas.	PB	P7
	Rio Piancó	A montante da cidade de Diamante.	PB	P7'
JAGUARIBE	Rio dos Porcos	A montante da cidade de Milagres.	CE	P8
	Rio Salgado	A montante da cidade de Lavras.	CE	P11
	Açude Orós	Próximo ao ponto de coleta de água para o abastecimento da cidade de Orós.	CE	P17
	Rio Jaguaribe	Seção a jusante da cidade de Jaguaribe.	CE	P18
APODI	Açude Pau dos Ferros	Próximo ao local de coleta de água para o abastecimento da cidade Pau dos Ferros.	RN	P12
		Na foz do Rio Vaca Morta.		P12'
	Rio Apodi	A jusante da futura barragem de Santa Cruz, em Itaú.		P13
PIRANHAS	Rio Piranhas	Seção a montante da cidade de Pombal.	PB	P14
		A montante, 5 km, da cidade de Jucurutu	RN	P15
	Açude Armando Ribeiro	Próximo ao ponto de coleta de água para o abastecimento da cidade de São Rafael.	RN	P16
PARAÍBA	Açude Boqueirão	Próximo ao ponto de coleta de água para o abastecimento da cidade de Campina Grande.	PB	P5

A Figura 5.4.2.2-3, a seguir, apresenta a localização dos pontos de coleta.

FIGURA 5.4.2.2-3 – PONTOS DE AMOSTRAGEM NAS BACIAS RECEPTORAS DO PROJETO DE INTEGRAÇÃO

b.2) Qualidade de Água na Região Estudada

- Aspectos Gerais

Dentre os diversos fatores que influenciam a qualidade das águas do semi-árido, foi identificado que, predominantemente, os corpos d'água dessa região são utilizados como receptores finais dos esgotos, sem tratamento prévio, e dos pesticidas utilizados nos campos agrícolas, normalmente carregados pela lixiviação.

Associados a esses efeitos negativos, sobre a qualidade das águas, gerados pelas atividades antrópicas, interferem também as condicionantes físicas e climatológicas do semi-árido, representadas tanto pelos aspectos geomorfológicos, geológicos, formação de solos, como pela escassez e a má distribuição da pluviosidade, que acarretam a intermitência da maioria dos rios da região.

Nesse sentido, segundo CEBALLOS (1997), a formação geológica do semi-árido contribui significativamente com sais nas águas superficiais, sendo predominantes, entre os ânions, Cl^- , $(\text{HCO}_3)^-$, $(\text{SO}_4)^{-2}$ e $(\text{CO}_3)^{-2}$ e, entre os cátions, Na^+ e Ca^{+2} . Por outro lado, pode-se dizer que a evaporação excessiva que às vezes supera a precipitação, gerando balanço hídrico negativo, associada aos longos períodos de retenção hidráulica, também favorece essa concentração de sais.

Em relação à influência da época seca e chuvosa na qualidade das águas dos açudes do semi-árido, CEBALLOS (1995) verificou que os maiores valores de cloreto e condutividade elétrica ocorrem na época seca, evidenciando mais uma vez o efeito da evaporação na concentração dos sais. Também nessa época se verificam os maiores valores de clorofila "a" e os menores de ortofosfato solúvel, sugerindo a absorção desse nutriente na biomassa das algas, devido a uma taxa metabólica maior associada com a elevada temperatura e com uma disponibilidade maior de luz. Por outro lado, os maiores teores de fósforo total, amônia e nitratos observados na época chuvosa se relacionam com aportes endógenos e exógenos da bacia de drenagem. Essa análise pode consubstanciar ou explicar algumas situações observadas no semi-árido nordestino, notadamente a região objeto deste trabalho.

Destaca-se, contudo, a inexistência de trabalhos sistemáticos referentes à qualidade de água na área do Projeto de Integração, tendo sido realizados alguns estudos que consideraram, em seus escopos, o levantamento de parâmetros específicos em corpos d'água que são de interesse deste trabalho, além de circunscritos a determinados trechos de rios/reservatórios.

- Estudos Existentes

O fluxo de água apresenta características dinâmicas no tempo e no espaço. As campanhas de amostragens para verificação de sua qualidade na época chuvosa, ou de estiagem, podem apresentar resultados diferenciados, dificultando com isso os processos de análises. Associados aos regimes pluviométricos, muitos outros fatores atuam sobre a qualidade da água, modificando seus elementos constituintes através de ações físicas, químicas e biológicas. Dessa forma, os estudos sobre a qualidade das águas, realizados em um espaço temporal remoto, não possuem a consistência necessária para se analisar a condição atual da qualidade da água de um determinado corpo d'água.

Foram identificados alguns trabalhos de importância realizados na região, os quais abordaram alguns rios e açudes que compõem o Projeto de Integração. Esses estudos foram adotados como referência na análise da qualidade das águas desses corpos d'água e estão sucintamente apresentados a seguir.

- Avaliação da Qualidade das Águas Superficiais da Bacia do Rio Piancó

Estudos realizados pela Universidade Federal da Paraíba, no âmbito do Plano Diretor de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba - PDRH-PB (1997), para a bacia do rio Piancó, demonstraram que a água da região desta bacia é, em geral, potabilizável. Para práticas agrícolas, as águas da bacia apresentam restrições de baixa a moderada, necessitando de um bom manejo da terra e um grau moderado de lixiviação dos sais.

A conclusão acima baseou-se na obtenção dos parâmetros físico-químicos de qualidade das águas de amostras coletadas em diversos açudes da bacia, incluindo o açude Coremas-Mãe d'Água. Foram efetuadas análises de cálcio, sódio, magnésio, potássio, cloretos, fosfato, carbonatos, bicarbonatos, cor, turbidez, oxigênio consumido, alcalinidade, dureza e gás carbônico. No campo, foram feitas medidas da temperatura, condutividade elétrica e pH, bem como anotações das condições ambientais reinantes no período da coleta. Posteriormente, procedeu-se aos cálculos necessários para a classificação das águas para irrigação quanto ao risco de salinidade e com respeito ao RAS (Relação de Absorção do Sódio).

Em relação às águas do açude Coremas-Mãe d'Água, a condutividade elétrica medida foi de 188 $\mu\text{mho/cm}$, o que as classifica como tendo baixo risco de salinidade, podendo ser utilizadas na irrigação da maioria das culturas, em diversos tipos de solos, com pouca probabilidade de salinização dos solos.

A relação de adsorção de sódio foi calculada em 0,72 , o que permite classificar as águas desse açude como de sodicidade baixa.

O valor de coliformes determinado para o açude Coremas-Mãe d'Água, 22 NMP/100 ml, encontra-se bem abaixo do limite máximo estabelecido pela Resolução no 20, do CONAMA para Classe 2, na qual estão inseridas as águas da bacia considerada. O pH da amostra foi de 8,3, também compatível com o que recomenda a Resolução CONAMA. A taxa de consumo de oxigênio determinada foi de 4,5 mg/l.

- Abordagem Qualitativa dos Recursos Hídricos Superficiais do Estado da Paraíba

Em artigo publicado pela UFPA ("Os Recursos Hídricos Superficiais e Subterrâneos do Estado da Paraíba – Uma Abordagem Quanti-Qualitativa" – Albuquerque; Góis e Rego), apresenta-se uma caracterização dos aspectos físico-químicos das águas superficiais do Estado da Paraíba, baseada em termos de salinidade dada pelo teor de sólidos totais dissolvidos e pela participação ou ausência de algum componente catiônico ou aniônico.

Em termos físico-químicos, o trabalho considera as águas superficiais, em geral, como sendo de boa qualidade. Alguns afluentes da bacia do Alto Paraíba (regiões de Soledade, Juazeirinho, Barra de São Miguel e Boa Vista), no entanto, possuem águas, em seu estado natural, sem intervenção humana, já pouco potáveis ao consumo humano.

Ainda segundo o artigo citado, as águas superficiais da grande bacia do rio Piranhas são, em geral, de baixa salinidade, verificando-se uma alteração desse quadro em alguns afluentes, pela margem direita, dos rios Espinharas e Seridó, regiões de São José das Espinharas, Santa Luzia e Quixaba (estas duas últimas, na bacia do Seridó), e bacia do rio do Peixe, onde a dosagem de sólidos totais dissolvidos varia de baixa a média salinidade.

O artigo ressalta, ainda, que em alguns locais o despejo de esgoto urbano e a disposição de resíduos sólidos já afeta a qualidade dos recursos hídricos superficiais.

- Campanhas Realizadas pela CAGEPA

A fim de caracterizar a qualidade das águas a serem tratadas na Estação de Tratamento de Águas Gravatá, no município de Queimadas, provenientes do açude Epitácio Pessoa (Boqueirão), a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA) procedeu à análise físico-química de alguns parâmetros, em duas datas distintas, conforme apresentado no Quadro 5.4.2.2-7, a seguir.

QUADRO 5.4.2.2-7 – PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA BRUTA – AÇUDE EPITÁCIO PESSOA

Parâmetro	Unidade	Data Coleta	
		01/12/2003	03/05/2004
Turbidez	unT	6,5	92
PH	-	8,3	7,3
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/l	355	148
Condutividade	mS/cm	-	146,4
Oxigênio Consumido	mg/l	1,0	6,7
Ferro	mg/l	0	3
Cloreto	mg/l	125	54

A partir dos parâmetros analisados nas duas amostras, observa-se que as águas do açude Epitácio Pessoa apresentam uma elevada turbidez. Na amostra coletada no dia 03/05/2004, o teor de ferro mostrou-se bem superior ao recomendado (0,3 mg/l).

Uma outra campanha, contratada pela CAGEPA à Companhia Pernambucana do Meio Ambiente, detectou teores de ferro de 0,14 mg/l e 0,20 mg/l, respectivamente, em amostra coletadas em 14/11/2002 e 21/05/2003. Nessa mesma campanha, foram feitas análises para a água procedente de outros açudes nas bacias dos rios Piranhas e Paraíba, em amostras coletadas na entrada de estações de tratamento. Nas águas do açude Engenheiro Ávidos, para a primeira amostra, coletada em 28/01/2003, não foi detectada a presença de ferro; já na segunda amostra, coletada em 28/05/2003, a concentração foi de 0,16 mg/l. As águas provenientes do açude Coremas-Mãe d'Água apresentaram teores de ferro variando de 0,15 mg/l (amostra coletada em 03/12/2002) e 0,32 mg/l (amostra coletada em 29/05/2003).

Para o açude Acauã foi feita apenas uma análise, em amostra coletada no dia 22/05/2003, cujo teor de ferro foi de 0,16 mg/l.

Nessa mesma campanha realizada pela CAGEPA/CPRH foram analisados outros elementos, tais como magnésio, cádmio, chumbo, cobre, manganês, níquel, zinco e mercúrio. Em geral, as concentrações encontradas foram inferiores aos limites de detecção, excetuando-se as concentrações de magnésio, manganês e ferro, estas últimas já discutidas no parágrafo anterior. O Quadro 5.4.2.2-8, a seguir, apresenta os resultados encontrados.

QUADRO 5.4.2.2-8 – RESULTADOS DA CAMPANHA CAGEPA/CPRH EM AÇUDES DO ESTADO DA PARAÍBA

Procedência da Amostra	Data da Coleta	Magnésio (mg/l)	Ferro (mg/l)	Manganês (mg/l)
Açude Epitácio Pessoa	14/11/2002	16,9	0,14	ND
	21/05/2003	16,3	0,20	0,008
Açude Eng ^o Ávidos	28/01/2003	6,6	ND	0,034
	28/05/2003	7,0	0,16	0,058
Açude Coremas	03/12/2002	5,9	0,15	0,016
	29/05/2003	6,7	0,32	0,011
Açude Acauã	22/05/2003	43,6	0,16	0,113

ND = Não detectável

De acordo com a Portaria Nº 1.469 de 29/12/2000 do Ministério da Saúde, houve apenas violação referente à concentração de manganês, cujo valor máximo permissível é de 0,1 mg/l, no açude Acauã.

No mesmo açude Acauã, a fim de caracterizar a qualidade de suas águas, a CAGEPA procedeu à análise físico-química de alguns parâmetros, em duas datas distintas, conforme apresentado no Quadro 5.4.2.2-9, a seguir.

QUADRO 5.4.2.2-9 – PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA BRUTA – AÇUDE ACAUÃ

Parâmetro	Unidade	Data Coleta	
		21/01/2003	20/04/2004
Turbidez	unT	44	17
PH	-	8,4	8,3
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/l	2.300	319
Condutividade	MS/cm	-	312,2
Oxigênio Consumido	mg/l	10,9	9,1
Ferro	mg/l	0	0,6
Cloreto	mg/l	870	154

A partir dos parâmetros analisados nas duas amostras, observa-se que as águas do açude Acauã apresentam elevada turbidez. Na amostra coletada no dia 21/01/2003, tanto a concentração de sólidos totais dissolvidos quanto a de cloretos excederam os valores máximos permissíveis (Portarias 1.469/2000 e 518/2004 do Ministério da Saúde). Na amostra coletada no dia 20/04/2004, o teor de ferro mostrou-se superior ao recomendado (0,3 mg/l).

No mês de julho de 2003 foram coletadas algumas amostras em açudes do Estado da Paraíba, entre eles os açudes Engenheiro Ávidos, na bacia do rio Piranhas, e Epitácio Pessoa e Acauã, na bacia do rio Paraíba, para fins de análise de resíduos de agrotóxicos em suas águas. A campanha foi realizada pelo Instituto Tecnológico do Estado de Pernambuco (ITEP) para a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA).

O único resíduo encontrado foi do composto Gama clordano, no açude Engenheiro Ávidos, numa concentração 0,03 mg/l.

- Estudo Comparativo para Avaliação da Qualidade das Águas dos Rios Piranhas-Açu e Apodi-Mossoró, no Estado do Rio Grande do Norte, para Fins de Irrigação

A Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PPGEQ/DEQ), a fim de estudar a variação da qualidade das águas para fins de irrigação nos rios Piranhas-Açu e Apodi-Mossoró, durante o ano de 1996, coletou, com uma frequência mensal, amostras em 04 estações fixas (A2, A3, A4, A5) entre os municípios de Açu e Alto do Rodrigues, para o rio Piranhas-Açu, e 05 estações fixas (M1, M2, M3, M4, M5) no município de Mossoró para o rio Apodi-Mossoró.

Para as amostras foram analisados os seguintes parâmetros: pH, condutividade elétrica, cloreto, sódio, potássio, cálcio, magnésio, ferro, carbonato, bicarbonato, nitrato, nitrogênio amoniacal, fosfato, sulfato e boro.

A partir dos resultados obtidos, os estudos concluíram que as águas do rio Piranhas-Açu são de excelente qualidade para fins de irrigação, apresentando baixas salinidade e toxicidade e sodicidade média, podendo ser utilizadas para irrigação da maioria dos solos e culturas, com pouca probabilidade de ocasionar riscos de sodicidade. As águas do rio Apodi-Mossoró, por outro lado, mostraram-se de péssima qualidade, apresentando salinidade e toxicidade altas e baixa sodicidade, não sendo recomendadas para irrigação por constituírem um perigo muito alto de salinização, principalmente nos solos de textura fina.

As amostras analisadas apresentaram valores de pH dentro dos limites normais para água de irrigação.

Os valores de condutividade elétrica para as águas do rio Piranhas-Açu foram inferiores a 0,75 dS/m, ou seja, com baixo risco de salinidade. Para as águas do rio Apodi-Mossoró, com exceção da estação M5, que apresentou valores de condutividade entre 0,75 e 1,5 dS/m, todas as demais apresentaram condutividade elétrica superior a 3 dS/m, ou seja, com risco de salinidade muito alto.

Os valores da relação de adsorção de sódio corrigida (RAS), apresentaram-se relativamente baixos e, quando relacionados com a condutividade elétrica, demonstram que as águas das estações amostradas no rio Piranhas-Açu podem apresentar problemas de sodicidade, enquanto as águas das estações amostradas no rio Apodi-Mossoró não apresentam problemas de sodicidade.

Verificou-se, no entanto, que algumas estações do rio Apodi-Mossoró (M3 e M4), passaram por variações de classes de melhor qualidade após as precipitações, mostrando assim a possibilidade de serem utilizadas para irrigação de culturas

altamente tolerantes aos sais, em solos de boa drenagem, por métodos artificiais e observação no nível de salinidade dentro da própria classe, sob manejo cuidadosamente controlado.

- Campanhas para Caracterização do Perfil Sanitário das Bacias Hidrográficas dos Rios Piranhas-Açu e Apodi-Mossoró (SERHID)

O perfil sanitário das bacias hidrográficas dos rios Piranhas-Açu e Apodi-Mossoró, traçado pela Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SERHID), baseia-se na coleta e análise de amostras em diversos pontos localizados nos rios e açudes destas bacias.

Os resultados disponibilizados pela SERHID, referentes à campanhas realizadas desde 2001 até 2003, caracterizam a composição iônica das águas (Cl^- , SO_4^{--} , Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , HCO_3^- e CO_3^{--}), turbidez, cor, odor, sabor, pH, condutividade elétrica, dureza, sólidos totais, em suspensão e dissolvidos, teores de nitrogênio, fósforo, ferro, manganês, oxigênio dissolvido, DBO, DQO, coliformes, além de algumas determinações de presença de metais pesados (cobre, níquel, chumbo, cádmio e cromo).

Para a bacia do Piranhas-Açu foram coletadas amostras em 14 pontos. Na bacia do Apodi-Mossoró foram considerados 10 pontos de amostragem, incluindo dois pontos no açude Santa Cruz.

Alguns resultados mostraram desconformidades, considerando os parâmetros definidos pela Classe 2 da Resolução CONAMA 20/86, decorrentes, principalmente, da inadequação de sistemas de tratamento de esgotos domésticos e industriais.

Na bacia do Piranhas-Açu, os principais parâmetros violados foram fósforo total, com concentrações variando entre 0,045 e 0,156 mg/l, nas proximidades da localidade de Jardim de Piranhas; coliformes totais, com concentrações de até 24.000 NMP/100ml, nos pontos próximos às localidades de Jardim de Piranhas e Pendências; e ferro, com concentrações superiores a 0,3 mg/l ao longo do curso do rio.

Na bacia do Apodi-Mossoró não houve desconformidades nos pontos de amostragem localizados no açude Santa Cruz. Já nos pontos distribuídos ao longo do curso do rio Apodi-Mossoró houve violações da concentração de íons cloreto em diversos pontos, com concentrações chegando a até cerca de 1.800 mg/l, bastante superior aos 250 mg/l recomendados para a Classe 2 pelo CONAMA. Houve ainda violações dos teores de ferro e no número de coliformes, estas últimas mais acentuadas nos pontos próximos à cidade de Governador Dix-Sept Rosado.

- **Variação nas Características Físico-Químicas da Água do Rio Mossoró em Diferentes Épocas do Ano**

O rio Apodi/Mossoró é um curso d'água de caráter intermitente que tem toda a sua extensão inserida no Estado do Rio Grande do Norte. A evapotranspiração intensa em sua bacia induz um incremento da salinidade da água do rio em todo o seu curso, tornando-se mais complexo o problema quando o rio se aproxima da sua foz no Atlântico. Nas longas estiagens, a situação se agrava, tornando-se a água, em anos de seca extrema, não recomendável para uso em irrigação.

A fim de avaliar a variação das características do rio Apodi/Mossoró no trecho entre as cidades de Governador Dix-Sept Rosado e Mossoró, em diferentes épocas do ano, a Escola Superior de Agricultura de Mossoró (ESAM), coletou diversas amostras em 17 pontos localizados ao longo desse estirão, nos meses de novembro de 1998, março e julho de 1999 e fevereiro e maio de 2000, determinando as principais características físico-químicas dessas amostras.

Os resultados demonstraram que as características físico-químicas da água que apresentaram maior variabilidade ao longo do ano foram pH, condutividade elétrica (CE) e os teores de Na e Cl, refletindo na razão de adsorção de sódio (RAS). O Quadro 5.4.2.2-10 apresenta as principais estatísticas para estes parâmetros para as diferentes datas de coleta.

Observou-se, ainda, que a salinidade da água do rio Apodi/Mossoró varia ao longo do curso, aumentando quando este se aproxima da sua foz, no Oceano Atlântico, mesmo logo após o período das chuvas ao longo da sua bacia hidrográfica. No período mais seco, a salinidade do rio, em alguns trechos, assume valores tão elevados que, além de inviabilizarem seu uso para irrigação, podem, inclusive, atingir níveis prejudiciais à criação de alevinos e a carcinicultura, na região do seu delta.

QUADRO 5.4.2.2-10 – PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO NO RIO MOSSORÓ

Parâmetro	Valor	Data de Coleta				
		17/11/98	26/03/99	29/07/99	19/02/00	05/05/00
pH	Mínimo	6,0	7,8	7,3	6,4	7,3
	Médio	7,8	8,6	8,3	7,5	7,9
	Máximo	9,4	9,4	9,2	8,1	8,0
CE (dS/m)	Mínimo	0,94	0,58	0,44	0,61	0,47
	Médio	12,73	2,48	10,31	11,40	0,67
	Máximo	174,6	10,10	96,80	99,0	1,32
Na (mmol/dm ³)	Mínimo	2,22	0,43	1,19	1,56	0,98
	Médio	8,03	13,1	74,1	56,5	2,06
	Máximo	1.505,6	57,4	727,2	551,3	5,2
CI (mmol/dm ³)	Mínimo	7,0	2,0	1,6	892,5	1,2
	Médio	31,0	19,1	85,0	112,5	2,65
	Máximo	55,0	83,0	815,0	12,5	6,2
RAS	Mínimo	0,97	0,24	0,78	1,02	0,7
	Médio	18,6	5,7	9,4	14,8	1,32
	Máximo	137,2	13,3	53,6	113,8	3,00

- Campanhas Realizadas pela CAERN

A Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN), a fim de caracterizar a qualidade das águas a serem tratadas em suas unidades de tratamento, monitora alguns parâmetros de qualidade nos pontos de entrada das estações.

Os pontos de coleta de amostras localizados na entrada das estações permitem a caracterização físico-química da água bruta de determinados mananciais (rios e açudes) que abastecem tais estações.

O Quadro 5.4.2.2-11 apresenta alguns resultados obtidos no ano de 2003 relacionados às águas dos açudes Pau dos Ferros, na bacia do rio Apodi e Armando Ribeiro Gonçalves (ou Açú), na bacia do rio Piranhas/Açu.

Os resultados obtidos para os parâmetros analisados demonstram que as águas dos açudes Pau dos Ferros e Armando Ribeiro Gonçalves são adequadas para o abastecimento humano, de acordo com o que recomenda a Resolução nº 20, do CONAMA para Classe 2. Apenas a ressaltar os teores de ferro próximos ao limite estabelecido por essa Resolução.

QUADRO 5.4.2.2-11 – PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA BRUTA – AÇUDES PAU DOS FERROS E ARMANDO RIBEIRO GONÇALVES (CAERN)

Açude Pau dos Ferros											
Ponto de Coleta	Município	Data	Cloretos (mg/l)	Condutividade (mmho/cm).	Ferro Total (mg/l)	Nitrito (mg/l)	Oxigênio Consumido (mg/l)	pH	Sulfato (mg/l)	Sólidos Totais Dissolvidos (mg/l)	Turbidez (unT)
Entrada ETA	Pau dos Ferros	31/03/03	80	460	0,3	-	5,4	7,8	0	313	7
Entrada ETA	Pau dos Ferros	30/09/03	80	500	0,1	0	5,7	7,0	0	340	18

Açude Armando Ribeiro Gonçalves ou Açú											
Ponto de Coleta	Município	Data	Cloretos (mg/l)	Condutividade (mmho/cm).	Ferro Total (mg/l)	Nitrito (mg/l)	Oxigênio Consumido (mg/l)	pH	Sulfato (mg/l)	Sólidos Totais Dissolvidos (mg/l)	Turbidez (unT)
Entrada ETA	São Rafael	19/05/03	40	280	0,3	0	4,7	6,9	0	190	20
Entrada ETA	São Rafael	19/11/03	45	340	0,5	0,063	3,2	7,3	13,2	231	12
Entrada ETA	Santana Matos	20/05/03	164	700	0,1	0	3,7	6,7	0	476	5,7
Entrada ETA	Santana Matos	18/11/03	237	950	0,1	0	4,2	7,4	0	646	7
Rio Açú	Açú	27/05/03	43	300	0,3	0,043	2	6,9	1,2	204	9,2
Rio Açú	Açú	25/11/03	46	320	0,1	0	3,2	7,7	1,2	217	4

- Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe (COGERH)

A análise da qualidade da água da bacia do rio Jaguaribe apresentada no Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia (COGERH) foi feita a partir dos dados de resultados laboratoriais das campanhas de monitoramento efetuadas no ano de 1995, fornecidos pela SEMACE (Superintendência Estadual de Meio Ambiente).

As campanhas foram realizadas em três períodos distintos associados ao regime climático no Estado do Ceará: o primeiro nos meses de Janeiro/Fevereiro, relativo ao início da estação úmida (quadra chuvosa); o segundo, nos meses de Maio/Junho, relativo ao fim da estação úmida; e, o terceiro, no mês de Outubro, caracterizando o período de estiagem ou estação seca.

As amostras foram coletadas em 18 seções ao longo do Rio Jaguaribe, desde o Açude Trici, no Alto Jaguaribe até a cidade de Aracati no Baixo Jaguaribe, próximo à foz do rio.

A análise dos resultados foi feita a partir dos seguintes parâmetros:

➤ Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅)

Nos três períodos monitorados, na maioria das vezes, os valores de DBO₅ estiveram abaixo de 3 mg/l, raramente ultrapassando 4 mg/l, apresentando apenas um caso extremo de 6,2 mg/l, no período de Janeiro/Fevereiro, verificado na seção do Açude Trici, na região do Alto Jaguaribe. No mesmo período, também se verificou um valor elevado, superior a 4 mg/l, na seção de Jaguaribe. Importante salientar que a partir de Jaguaribara até a seção de Aracati, próximo à foz do rio, os valores de DBO₅ sempre se mantiveram próximo ou abaixo de um patamar de 2 mg/l, nos três períodos analisados, excetuando-se as seções de Castanhão e Aracati no período de Outubro/95, as quais apresentaram valores de 2,8 e 4,2 mg/l, respectivamente.

Dessa forma, pode-se afirmar que, do ponto de vista deste parâmetro, a situação ambiental das águas do Rio Jaguaribe, nos trechos e períodos pesquisados, não configurava um caráter ostensivo de poluição, a despeito de receber efluentes de esgotos domésticos não tratados da maioria das zonas urbanas que atravessa, ou mesmo dos riachos afluentes à sua calha principal, provenientes de outras zonas urbanas com potencial poluidor por rejeitos domésticos e industriais.

➤ pH

Este parâmetro variou entre o valor mínimo de 7,1 ao valor máximo de 9,0, com média em torno de 8,0, caracterizando um comportamento ligeiramente alcalino para as águas do Rio Jaguaribe.

➤ **Coliformes Fecais**

Os resultados obtidos pela SEMACE mostram que a região de Iguatu e do Açude Orós apresentam um elevadíssimo índice de coliformes fecais, sendo de 24.000 NMP/100 ml no período de Janeiro/Fevereiro, caindo para 10.000 no período de Maio/Junho.

A variação espacial e temporal do parâmetro indica que o parâmetro é bem representativo de poluições localizadas, caindo para valores bastante baixos nas seções que aparentemente não apresentavam poluição por esgotos domésticos e extremamente elevados no caso contrário.

Os resultados identificaram um elevado número de coliformes fecais no Açude Orós logo no início da quadra chuvosa, reduzindo-se à medida que cessa o período invernos, que poderia ser explicado como decorrente do processo de "lavagem" da rede de drenagem e de superfícies durante a estação úmida. Isto é, os esgotos domésticos durante a estação seca não sofriam processos completos de diluição na maior parte da rede de drenagem, cujos riachos são na sua grande maioria intermitentes, acarretando numa decomposição difusa dos esgotos distribuídos ao longo da sub-bacia do Alto Jaguaribe.

Com o advento das chuvas, a rede de drenagem funciona como vetor de condução dos esgotos domésticos para dentro do Açude Orós, não havendo tempo suficiente para se completar a decomposição biológica do mesmo antes de alcançar a bacia hidráulica do açude, principalmente pelo fato que a maior parte destes esgotos provém do maior centro urbano da região, a cidade de Iguatu, localizada logo a montante desse açude.

➤ **Cloretos**

Os resultados relativos ao índice de cloretos nos três períodos amostrados apontam para uma elevação no teor de cloretos nas águas do Rio Jaguaribe a partir da cidade de Russas, sendo que nas demais seções à montante da mesma, os índices de cloretos sempre se situam abaixo de 100. A elevação do teor de cloretos a partir de Russas até a cidade de Aracati está provavelmente associada ao aumento na quantidade de fertilizantes e defensivos agrícolas utilizados na agricultura irrigada, visto que é exatamente a partir desta região que se desenvolve com maior intensidade a prática da irrigação em grande escala.

➤ **Nitritos**

Os teores de nitritos nos pontos amostrados apresentaram uma variação randômica de valores ora acima, ora abaixo do limite máximo permissível, indicando traços de poluição próximos às seções monitoradas. Valores bastante

elevados de nitritos foram verificados principalmente no período de Outubro/1995, nas seções de Castanhão e Russas.

➤ Condutividade

A condutividade das águas está associada à presença de sais dissolvidos na mesma, podendo ser considerada satisfatória para consumo humano até valores de 300 a 350 $\mu\Omega^{-1}$, recomendando-se que fique abaixo de 250. A análise dos resultados mostrou que na maioria das seções a condutividade esteve um pouco acima dos valores recomendados, elevando-se rapidamente a partir da seção de Russas até a seção de Aracati, próximo à foz do rio. Observa-se, outrossim, que nas seções próximas a centros urbanos, mesmo nas áreas do Alto Jaguaribe, eleva-se um pouco o valor da condutividade das águas.

Ainda no Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe (COGERH) apresenta-se uma análise da qualidade e níveis de salinidade das águas dos principais açudes da bacia.

Os ensaios realizados em amostras do Açude Orós, que consiste no segundo maior reservatório estratégico em operação na bacia do rio Jaguaribe, datam de fev/92, abr/92, jun/92, ago/92, jan/95 e mai/95. Com relação à qualidade da água para irrigação, levando-se em conta apenas os parâmetros Condutividade Elétrica – CE, Razão de Adsorção de Sódio (RAS), e Sólidos Dissolvidos, o Quadro 5.4.2.2-12 mostra o comportamento destes parâmetros sobre os quais se discute a seguir.

QUADRO 5.4.2.2-12 - PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO DO AÇUDE ORÓS

Data de Referência	Amostra Coletada à Superfície do Lago			Amostra Coletada na Válvula da Tomada d'Água		
	Parâmetro de Análise			Parâmetro de Análise		
	CE a 25 °C (mmho/cm)	RAS	Sólidos Dissolvidos (mg/l)	CE a 25 °C (mmho/cm)	RAS	Sólidos Dissolvidos (mg/l)
Fev/92	407,4	1,55	260,7	-	-	-
Abr/Mai/92	263	1,33	263	386	1,45	259
Jun/92	392,8	1,40	251,4	403,6	1,2	257,9
Ago/92	385,9	1,40	247	427,1	1,4	273,4
Jan/95	390	-	231	-	-	-
Mai/95	280	-	183	-	-	-

De acordo com o Plano, as águas do açude Orós apresentam médio perigo de salinidade e baixo perigo de sodicidade em todas as análises realizadas.

Além disso, verifica-se que a condutividade elétrica, diretamente proporcional ao grau de salinidade, é mais baixa exatamente durante os períodos da quadra chuvosa (abril/92 e maio/95) elevando-se após a passagem das chuvas quando diminui o aporte natural de águas dos tributários ao açude. Durante o período de

estiagem a condutividade elétrica permanece acima do patamar máximo desejado de 300 $\mu\text{mho/cm}$, recomendado para abastecimento humano de acordo com a OMS.

Uma comparação das análises permite observar que as amostras retiradas da tomada d'água do açude, correspondendo às águas mais profundas do lago, se revelaram ligeiramente mais salgadas do que as águas coletadas na zona superficial do lago.

O teor de sólidos dissolvidos variou muito pouco, ficando em torno de uma média de 254 mg/l, independentemente da época ou da profundidade, bem abaixo dos 500 mg/l recomendados para classificação das águas na Classe 2.

Outras análises realizadas em janeiro e maio de 1995 demonstraram que os teores de ferro e coliformes totais estão bem elevados em relação àqueles recomendados para a Classe 2.

A COGERH mantém, em convênio com a Superintendência Estadual de Meio Ambiente (SEMACE), o monitoramento indicativo dos níveis de salinidade dos principais açudes por ela gerenciados. O monitoramento, realizado trimestralmente, analisa dentre outros parâmetros a condutividade elétrica, a concentração de cloretos, e o pH.

Tomando por base os resultados desse monitoramento obtidos no período de 1998 a 2002, para os açudes Orós, no rio Jaguaribe, e Atalho, no rio Jardim, ambos na bacia do Jaguaribe, observa-se que:

- No açude Orós a condutividade elétrica manteve-se entre um valor mínimo de 0,249 mS/cm (249 $\mu\text{mho/cm}$) e um valor máximo de 0,330 mS/cm (330 $\mu\text{mho/cm}$), enquanto no açude Atalho esta faixa variou entre 0,396 e 0,5 mS/cm (396 a 500 $\mu\text{mho/cm}$). Em ambos os casos os valores são bem inferiores aos valores normais definidos por Ayers para águas de irrigação.
- A concentração de cloretos também foi mais alta nas amostras coletadas no açude Atalho, variando entre 50,8 e 88 mg/l, enquanto em Orós o valor mínimo registrado foi de 28,6 mg/l e o máximo de 56,5 mg/l. Tais valores são considerados altos quando comparados aos valores normais para águas de irrigação, segundo Ayers.
- O pH médio obtido nas amostras coletadas no açude Orós foi de 8,31 e no açude Atalho 8,64.
- A salinidade das águas em ambos os açudes no período analisado foi de 0,01%.

– Campanha Realizada pela VBA Consultores para os Estudos de Inserção Regional do Projeto de Integração

No período de novembro de 1998 a fevereiro de 1999, foi realizada uma campanha para coleta de amostras de água visando à realização de análises físicas, químicas e bacteriológicas das águas dos açudes diretamente envolvidos no Projeto de Integração, ou seja, os reservatórios compensadores que receberão as águas transpostas.

Nesse trabalho, foram realizadas análises enfocadas na utilização da água para irrigação, potabilidade, uso industrial e dessedentação de animais.

A localização dos pontos amostrados foi determinada em função das características dos reservatórios, buscando-se sempre pontos nas proximidades da tomada d'água, parede ou barramento propriamente dito, vertedouro e contribuintes (alimentadores) principais.

Alguns dos resultados dos trabalhos da VBA serão apresentados e discutidos posteriormente.

– Estudos Realizados nos Rios e Açudes do Projeto de Integração

Em novembro de 1998, foi realizada uma campanha de coleta de amostras nos principais rios e açudes do Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, visando analisar a qualidade da água desses corpos hídricos.

Para atender às necessidades da caracterização e acompanhamento da qualidade das águas, foram escolhidos 13 (treze) pontos de amostragem, em rios e açudes, localizados nas bacias receptoras dos rios Piranhas-Açu (PB), Jaguaribe (CE), Apodi (RN), Piranhas (PB e RN) e Paraíba (PB).

Nos rios, os pontos de coleta foram definidos, basicamente, considerando-se o recebimento das águas dos canais que compõem o Projeto de Integração e a jusante das cidades de maior porte da região, para avaliar a sua influência na qualidade da água nesses rios. Os pontos de coleta nos açudes foram escolhidos considerando-se os locais de captação das águas para abastecimento público.

Os resultados das análises foram comparados aos padrões de qualidade dos corpos d'água de Classe 2, definidos pela Resolução CONAMA 20/86, e aos padrões determinados pelas Diretrizes para se avaliar a qualidade das águas para irrigação (AYERS, 1987).

Especial atenção foi dada aos metais zinco, chumbo e níquel, tendo em vista os trabalhos desenvolvidos pela SEPLAN-RN/IDEC (1992), nos quais foi relatada a presença desses contaminantes em alguns rios do projeto.

Na seqüência são apresentados os Quadros 5.4.2.2-13 a 5.4.2.2-17, referentes aos resultados das amostragens feitas nos rios e açudes das bacias receptoras do Projeto de Integração, considerando a Resolução CONAMA 20/86 e as Diretrizes para a Qualidade de Água na Agricultura, bem como os Parâmetros Complementares.

É importante lembrar que duas outras sub-bacias, as sub-bacias dos rios Brígida e Moxotó, pertencentes à bacia do rio São Francisco, recebem águas da transposição. Os resultados das análises realizadas para estas sub-bacias foram apresentados no item 5.3.2.2, mostrado anteriormente.

QUADRO 5.4.2.2-13 – RESULTADOS DAS AMOSTRAGENS REALIZADAS NOS RIOS DAS BACIAS RECEPTORAS

COMPARAÇÃO COM OS PARÂMETROS DA RESOLUÇÃO CONAMA 20/86 PARA CLASSE 2

PARÂMETRO ANALISADO	Resolução CONAMA 20/86	P7' Rio Piancó (Diamante)		P8 Rio dos Porcos (Milagres)		P11 Rio Salgado (Lavras)		P13 Rio Apodi (Itau)		P14 Rio Piranhas (Pombal)		P15 Rio Piranhas (Jucurutu)		P18 Rio Jaguaribe (Jaguaribe)	
		Amostra	Situação	Amostra	Situação	Amostra	Situação	Amostra	Situação	Amostra	Situação	Amostra	Situação	Amostra	Situação
pH	6,0 – 9,0	8,7	DP	9,2	FP	9,5	FP	7,3	DP	7,5	DP	7,6	DP	8,7	DP
OD (mg/l)	>5,0	-	-	-	-	-	-	7,4	DP	5,8	DP	5,5	DP	-	-
NH3 (mg/l)	1,0	0,314	DP	0,035	DP	0,142	DP	0,069	DP	0,058	DP	0,096	DP	0,119	DP
NO2 (mg/l)	1,0	0,003	DP	0,010	DP	0,007	DP	0,002	DP	0,003	DP	0,008	DP	0,019	DP
NO3 (mg/l)	10	0,090	DP	0,073	DP	0,100	DP	0,024	DP	0,063	DP	0,014	DP	0,050	DP
PO4 (mg/l)	0,025	0,082	FP	0,206	FP	0,089	FP	0,085	FP	0,057	FP	0,081	FP	0,042	FP
Cl (mg/l)	250	44,3	DP	368,7	FP	212,7	DP	92,2	DP	44,3	DP	60,3	DP	44,3	DP
SO4 (mg/l)	250	2,01	DP	40,41	DP	7,86	DP	34,78	DP	4,03	DP	13,82	DP	3,92	DP
Fe (mg/l)	0,3	0,00	DP	0,002	DP	0,00	DP	0,107	DP	0,261	DP	0,102	DP	0,02	DP
Pb (mg/l)	0,03	0,00	DP	0,04	FP	0,01	DP	0,01	DP	0,00	DP	0,00	DP	0,00	DP
Ni (mg/l)	0,025	0,00	DP	0,014	DP	0,001	DP	0,006	DP	0,04	DP	0,004	DP	0,003	DP
Zn (mg/l)	0,18	0,00	DP	0,000	DP	0,00	DP	0,030	DP	0,019	DP	0,014	DP	0,006	DP

DP – Dentro do Padrão da Resolução CONAMA 20/86, Classe 2

FP – Fora do Padrão da Resolução CONAMA 20/86, Classe 2

**QUADRO 5.4.2.2-14 – RESULTADOS DAS AMOSTRAGENS REALIZADAS NOS AÇUDES DAS BACIAS RECEPTORAS
COMPARAÇÃO COM OS PARÂMETROS DA RESOLUÇÃO CONAMA 20/86 PARA CLASSE 2**

PARÂMETRO ANALISADO	Resolução Conama 20/86	P7 Açude Mãe d'Água (Coremas)		P12 Açude Pau dos Ferros (Pau dos Ferros)		P12' Açude Pau dos Ferros (Pau dos Ferros)		P16 Açude Armando Ribeiro (São Rafael)		P17 Açude Orós (Orós)		P5 Açude Boqueirão (Campina Grande)		Atalhos (*)	
		Amostra	Situação	Amostra	Situação	Amostra	Situação	Amostra	Situação	Amostra	Situação	Amostra	Situação	Amostra	Situação
pH	6,0 – 9,0	8,7	DP	9,2	FP	8,7	DP	8,5	DP	8,2	DP	8,40	DP	8,26	DP
OD (mg/l)	>5,0	-	-	-	-	5,9	DP	-	-	-	-	7,00	DP	-	-
NH3 (mg/l)	1,0	-	-	0,107	DP	0,097	DP	0,026	DP	0,107	DP	0,123	DP	0,012	DP
NO2 (mg/l)	1,0	0,000	DP	0,003	DP	0,028	DP	0,007	DP	0,004	DP	0,007	DP	0,56	DP
NO3 (mg/l)	10	0,043	DP	0,080	DP	0,090	DP	0,072	DP	0,133	DP	0,070	DP	5,26	DP
PO4 (mg/l)	0,025	0,020	DP	0,054	FP	0,062	FP	0,062	FP	0,090	FP	0,062	FP	-	-
CI (mg/l)	250	39	DP	156	DP	163,1	DP	47,8	DP	46,1	DP	297,8	FP	81,5	DP
SO4 (mg/l)	250	9,24	DP	8,18	DP	2,65	DP	1,90	DP	3,60	DP	2,86	DP	10,01	DP
Fe (mg/l)	0,3	0,00	DP	0,040	DP	0,004	DP	0,048	DP	0,026	DP	0,014	DP	0,54	FP
Pb (mg/l)	0,03	0,00	DP	0,04	FP	0,03	DP	0,00	DP	0,00	DP	0,00	DP	-	-
Ni (mg/l)	0,025	0,00	DP	0,014	DP	0,008	DP	0,004	DP	0,001	DP	0,001	DP	-	-
Zn (mg/l)	0,18	0,00	DP	0,000	DP	0,029	DP	0,009	DP	0,06	DP	0,006	DP	-	-

DP – Dentro do Padrão da Resolução CONAMA 20/86, Classe 2

FP – Fora do Padrão da Resolução CONAMA 20/86, Classe 2

(*) Dados do trabalho realizado pela VBA (1998)

**QUADRO 5.4.2.2-15 – RESULTADOS DAS AMOSTRAGENS REALIZADAS NOS RIOS DAS BACIAS RECEPTORAS
COMPARAÇÃO COM AS DIRETRIZES PARA A QUALIDADE DE ÁGUA NA AGRICULTURA (AYERS, 1987)**

PARÂMETRO ANALISADO	Diretrizes para a Qualidade de Água na Agricultura	P7' Rio Piancó (Diamante)		P8 Rio dos Porcos (Milagres)		P11 Rio Salgado (Lavras)		P13 Rio Apodi (Itau)		P14 Rio Piranhas (Pombal)		P15 Rio Piranhas (Jucurutu)		P18 Rio Jaguaribe (Jaguaribe)	
		Amostra	Situação	Amostra	Situação	Amostra	Situação	Amostra	Situação	Amostra	Situação	Amostra	Situação	Amostra	Situação
CE (µmhos/cm)	0 – 3000	370	DP	1660	DP	840	DP	470	DP	270	DP	410	DP	270	DP
Ca+ + (meq/l)	0 – 20	0,21	DP	0,52	DP	0,14	DP	0,07	DP	0,08	DP	0,07	DP	0,04	DP
Mg+ + (meq/l)	0 – 5	3,26	DP	11,79	FP	5,68	FP	3,65	DP	2,68	DP	2,87	DP	2,57	DP
Na + (meq/l)	0 – 40	1,01	DP	3,89	DP	4,01	DP	1,72	DP	0,80	DP	1,56	DP	1,14	DP
Cl- (meq/l)	0 – 30	1,25	DP	10,39	DP	5,99	DP	2,60	DP	1,25	DP	1,70	DP	1,25	DP
(SO4)-2 (meq/l)	0 – 20	0,04	DP	0,84	DP	0,16	DP	0,72	DP	0,08	DP	0,29	DP	0,08	DP
(NO3)- - N (mg/l)	0 – 10	0,090	DP	0,073	DP	0,100	DP	0,024	DP	0,063	DP	0,014	DP	0,050	DP
(NH4)+ - N (mg/l)	0 – 5	0,314	DP	0,035	DP	0,142	DP	0,069	DP	0,058	DP	0,96	DP	0,119	DP
(PO4)-3 - P (mg/l)	0 – 2	0,082	DP	0,206	DP	0,089	DP	0,085	DP	0,057	DP	0,081	DP	0,042	DP
K+ (mg/l)	0 – 2	7,7	FP	12,4 1	FP	16,7 2	FP	6,92	FP	7,7	FP	7,53	FP	7,74	FP
RAS (mmol/l)½	0 – 15	0,76	DP	1,57	DP	2,35	DP	1,26	DP	0,68	DP	1,29	DP	1,00	DP
Alcalinidade (mg/l de CaCO3)	-	70		45		110		35		49		61		49	

DP – Dentro do Padrão

FP – Fora do Padrão

QUADRO 5.4.2.2-16 – RESULTADOS DAS AMOSTRAGENS REALIZADAS NOS AÇUDES DAS BACIAS RECEPTORAS

COMPARAÇÃO COM AS DIRETRIZES PARA A QUALIDADE DE ÁGUA NA AGRICULTURA (AYERS, 1987)

PARÂMETRO ANALISADO	Diretrizes para a Qualidade de Água na Agricultura	P7 Açude Mãe d'Água (Coremas)		P12 Açude Pau dos Ferros (Pau dos Ferros)		P12' Açude Pau dos Ferros (Pau dos Ferros)		P16 Açude Armando Ribeiro (São Rafael)		P17 Açude Orós (Orós)		P5 Açude Boqueirão (Campina Grande)		Atalho (*)	
		Amostra	Situação	Amostra	Situação	Amostra	Situação	Amostra	Situação	Amostra	Situação	Amostra	Situação	Amostra	Situação
		CE (µmhos/cm)	0 - 3000	280	DP	620	DP	630	DP	320	DP	260	DP	1200	DP
Ca+ + (meq/l)	0 - 20	0,07	DP	0,17	DP	0,20	DP	0,06	DP	0,03	DP	0,53	DP	1,34	DP
Mg+ + (meq/l)	0 - 5	2,52	DP	3,50	DP	4,04	DP	2,92	DP	2,80	DP	10,31	FP	2,42	DP
Na + (meq/l)	0 - 40	0,72	DP	1,37	DP	1,94	DP	1,09	DP	0,89	DP	3,46	DP	1,87	DP
Cl- (meq/l)	0 - 30	1,10	DP	4,39	DP	4,59	DP	1,35	DP	1,30	DP	8,39	DP	0,89	DP
(SO4)-2 (meq/l)	0 - 20	0,19	DP	0,17	DP	0,06	DP	0,04	DP	0,07	DP	0,06	DP	-	-
(NO3)- - N (mg/l)	0 - 10	0,043	DP	0,080	DP	0,090	DP	0,072	DP	0,133	DP	0,070	DP	5,27	DP
(NH4)+ - N (mg/l)	0 - 5	0,067	DP	0,107	DP	0,097	DP	0,026	DP	0,107	DP	0,123	DP	0,12	DP
(PO4)-3 - P (mg/l)	0 - 2	0,020	DP	0,054	DP	0,062	DP	0,062	DP	0,090	DP	0,062	DP	-	-
K- (mg/l)	0 - 2	7,27	FP	14,37	FP	10,37	FP	7,7	FP	8,57	FP	5,96	FP	9,9	FP
RAS (mmol/l)½	0 - 15	0,64	DP	1,01	DP	1,33	DP	0,89	DP	0,75	DP	1,48	DP	1,36	DP
Alcalinidade (mg/l de CaCO3)	-	45		68		75		48		49		78		-	

DP – Dentro do Padrão

FP – Fora do Padrão

(*) Dados do trabalho realizado pela VBA (1998).

QUADRO 5.4.2.2-17 – RESULTADOS DAS AMOSTRAGENS REALIZADAS NOS RIOS E AÇUDES DAS BACIAS RECEPTORAS

PARÂMETROS COMPLEMENTARES

Ponto	Análises	Temperatura °C	DQO mg/l	SDT mg/l	Dureza mg/l	SiO ₂ mg/l
	Rios					
P7'	Rio Piancó (Diamante)	32	161	0,05	64	9,59
P8	Rio dos Porcos (Milagres)	34	145	0,03	292	7,18
P11	Rio Salgado (Lavras)	31	161	0,19	145	14,89
P13	Rio Apodi (Itaú)	30	105	0,05	92	14,77
P14	Rio Piranhas (Pombal)	28	121	0,01	101	10,80
P15	Rio Piranhas (Jucurutu)	29	153	0,02	72	19,02
P18	Rio Jaguaribe (Jaguaribe)	31	129	0,05	64	13,81
	Açudes					
P7	Açude Mãe d'Água (Coremas)	29	97	0,05	64	13,18
P12	Açude Pau dos Ferros	29	264	0,14	93	4,55
P12'	Pau dos Ferros	28	145	0,05	101	5,28
P16	Armando Ribeiro Gonçalves	31	169	0,11	72	24,54
P17	Orós	31	64	0,04	69	20,64
P5	Boqueirão	29	661	0,06	272	13,24
-	Atalho (*)	-	-	-	189	-

(*) Dados do trabalho realizado pela VBA (1998)

- Análises e Resultados

Para efeito de análise dos dados, avaliaram-se os resultados considerando o enquadramento na Resolução CONAMA 20/86, Classe 2, e as condições de qualidade de água para irrigação. Cada parâmetro definido foi analisado individualmente, considerando, primeiramente, os resultados da campanha de amostragem e, posteriormente, uma comparação com os resultados dos trabalhos consultados.

- Resultados Analisados - Avaliação segundo a Resolução CONAMA 20/86

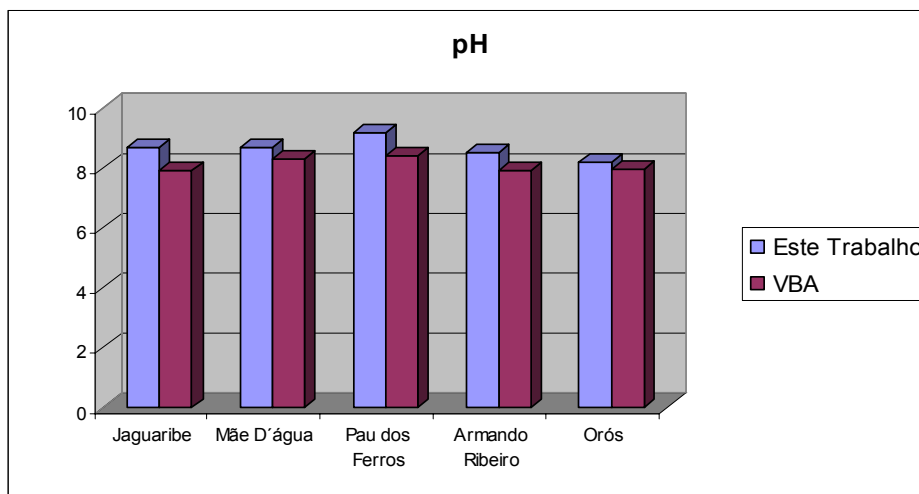
➤ Potencial Hidrogeniônico (pH)

Os resultados de pH encontrados durante os estudos das bacias receptoras do Projeto de Integração, analisados com base na Resolução CONAMA 20/86, foram:

- os rios Porcos, Salgado e o açude Pau dos Ferros (pontos P8, P11 e P12, respectivamente) estavam fora do padrão - ver Quadros 5.4.2.2-15 e 5.4.2.2-16. Nesses pontos, os valores de pH encontrados, em sua maioria, demonstraram uma condição alcalina, com 2 pontos, em média, acima da condição de neutralidade;
- os demais resultados encontrados, todos atendendo aos padrões da Classe 2, estão muito próximos à neutralidade, com exceção dos rios Piancó e Jaguaribe (P7' e P18) e os açudes Mãe d'Água e Armando Ribeiro (P7 e P16), 1,7 pontos, em média, acima da neutralidade, demonstrando uma tendência à condição de alcalinidade.

De uma forma geral, comparando-se os resultados de pH encontrados na campanha, aos do trabalho realizados pela VBA, concluiu-se que estão muito próximos, havendo, no entanto, uma pequena diferença no açude Mãe d'Água (P7), onde o pH encontrado na amostragem apresentou-se um pouco elevado em relação aos encontrados no trabalho da VBA. Pode-se dizer que esta diferença se deve, provavelmente, ao local de amostragem escolhido, visto que foi considerada a pior condição do açude, ou seja, em local próximo à região antropizada.

FIGURA 5.4.2.2-4 – COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DE pH – EIA/INSERÇÃO (VBA)



➤ Oxigênio Dissolvido (OD)

Em relação ao oxigênio dissolvido (OD), os resultados demonstraram que todos os rios e açudes analisados encontram-se dentro dos padrões da Classe 2 da Resolução CONAMA 20/86.

Considerando-se alguns resultados obtidos em campanhas realizadas pela SERHID no rio Piranhas, observou-se um baixo nível de OD nas proximidades da cidade Jardim de Piranhas. Para esse rio, foram feitas duas coletas a jusante das cidades de Pombal e Jucurutu, ou seja, antes e depois de Jardim de Piranhas, apresentando índices aceitáveis de OD próximos ao valor limite da Resolução CONAMA 20/86.

➤ Nitrogênio Amoniacal (NH_3), Nitritos (NO_2), Nitratos (NO_3) e Fosfatos (PO_4)⁻³

Os resultados para esses parâmetros, encontrados durante os estudos ambientais do Projeto de Integração e analisados com base na Resolução CONAMA 20/86, foram:

- a concentração de amônia (NH_3) foi avaliada considerando o padrão para os corpos d'água Classe 3, tendo em vista que, para a qualidade das águas dos corpos d'água Classes 1 e 2, não há índice fixando um padrão limite. Dessa forma, considerando então a Classe 3 para a amônia e a Classe 1 para os nitritos e nitratos, pode-se dizer que os resultados em todos os pontos amostrados atendem ao padrão da Resolução CONAMA 20/86, e que estão muito abaixo do limite estabelecido;
- com exceção do açude Mãe d'Água (P7), a concentração de fosfato (PO_4)⁻³ excedeu aos padrões em todos os demais pontos amostrados. Identificou-se, por sua vez, que o rio Jaguaribe (P18) e o Açude Pau dos Ferros (P12') encontram-se num estágio intermediário de eutrofização. Os demais corpos

d'água analisados apresentam-se eutrofizados, com destaque para o rio dos Porcos (P8), que apresentou os maiores índices de fosfato. Considerando as características da região, pode-se dizer que a presença do fosfato na água, nesses níveis, se deve, provavelmente, à contribuição de defensivos agrícolas ou de detergentes fosforados e, principalmente, à decomposição de grande quantidade de substâncias orgânicas, resultado da ausência de sistemas de tratamento de efluentes nas cidades locais;

- considerando-se os resultados obtidos a partir da campanha realizada pela SERHID, especificamente no rio Piranhas, observaram-se elevados níveis de fosfato, confirmando, com isso, os resultados obtidos na campanha realizada. Ressalta-se, por outro lado, que os resultados apresentados pela VBA (1998), para nitrito, nitrato e amônia, apresentam diferenças significativas em relação aos da campanha, conforme observado nas Figuras 5.4.2.2-11 a 5.4.2.2-13. Tais diferenças podem ser conseqüências dos diferentes períodos hidrológicos de amostragem.

➤ Cloretos

Os resultados para esse parâmetro, encontrados durante os estudos do Projeto de Integração e analisados com base na Resolução CONAMA 20/86, mostraram que:

- no rio dos Porcos (P8) e no açude Boqueirão (P5), a concentração de cloretos ultrapassou o limite da Resolução CONAMA 20/86 e, conseqüentemente, a salinidade desses corpos d'água encontrava-se em níveis elevados;
- os demais rios e açudes analisados apresentaram níveis baixos de cloretos, com exceção do rio Salgado (P11) e do açude Pau dos Ferros (P12'), que apresentaram índices próximos ao do limite da Resolução CONAMA 20/86.

Considerando os resultados da VBA, comparando-os aos da campanha, pode-se inferir que os resultados apresentados nos trabalhos da VBA e da campanha realizada, referentes aos açudes, excluindo Pau dos Ferros (Figura 5.4.2.2-8), apresentaram índices semelhantes.

FIGURA 5.4.2.2-5 – COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DE NITROGÊNIO AMONICAL – EIA/INSERÇÃO (VBA)

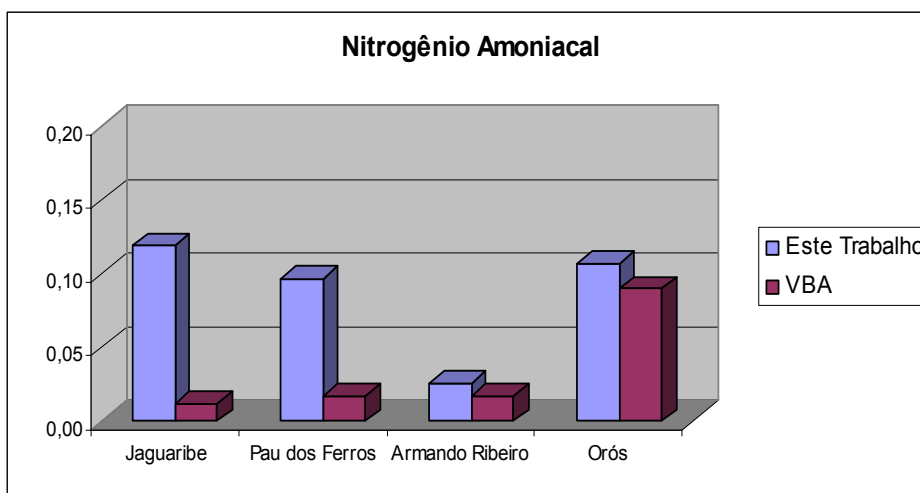


FIGURA 5.4.2.2-6 – COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DE NITRITO – EIA/INSERÇÃO (VBA)

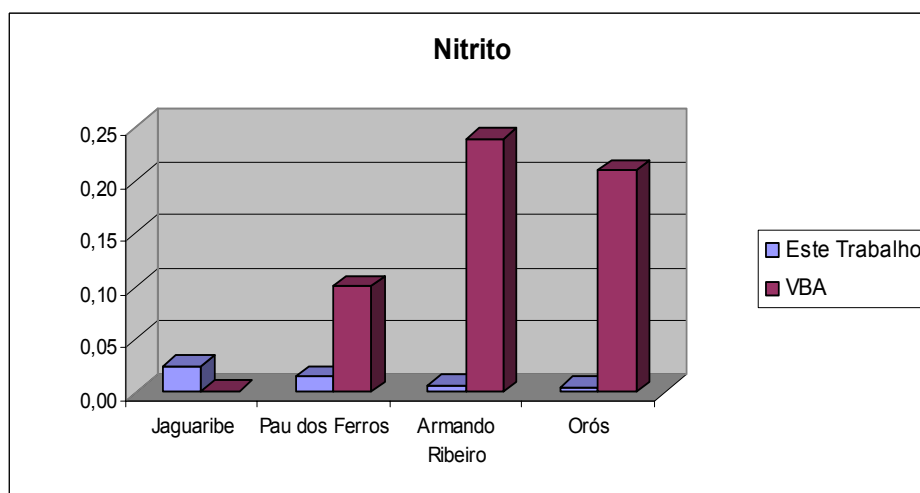


FIGURA 5.4.2.2-7 - COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DE NITRATO – EIA/INSERÇÃO (VBA)

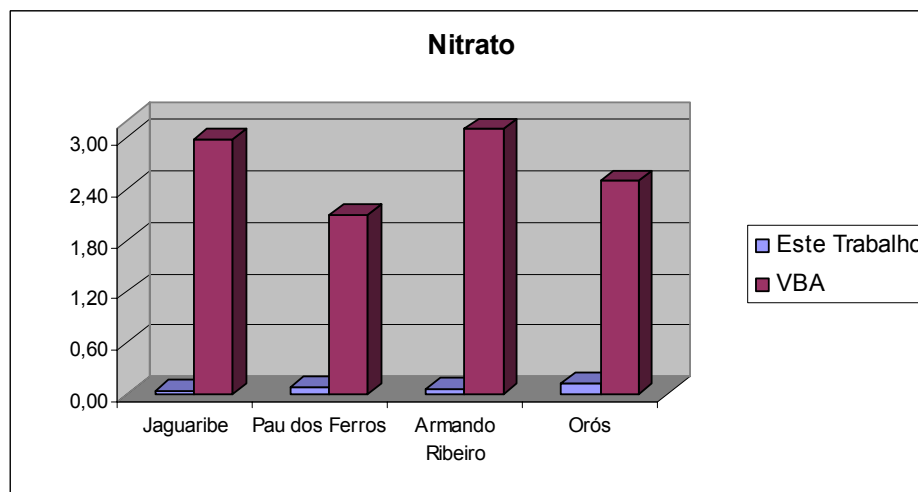
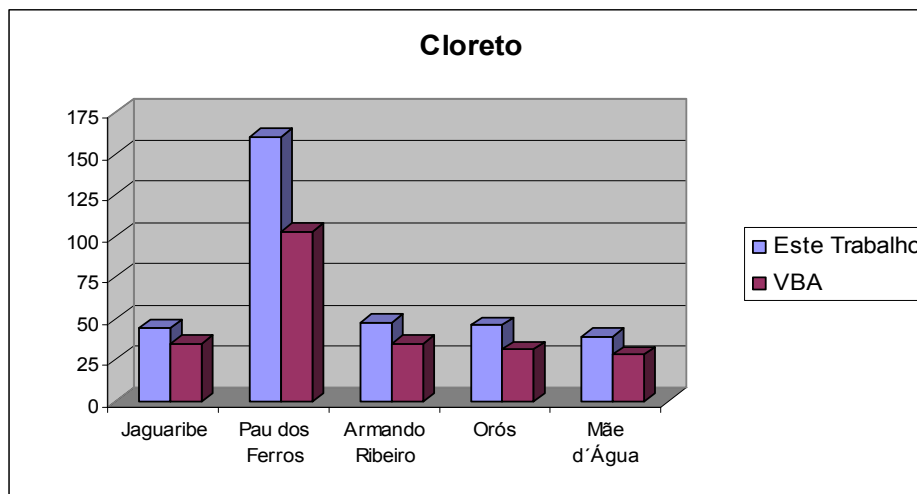


FIGURA 5.4.2.2-8 - COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DE CLORETO – EIA/INSERÇÃO (VBA)



➤ Sulfatos (SO_4)⁻²

Na campanha realizada, identificou-se que a concentração de sulfato (SO_4)⁻², em todos os corpos d'água estudados, encontrava-se dentro dos padrões da Resolução CONAMA 20/86, apresentando índices bastante baixos.

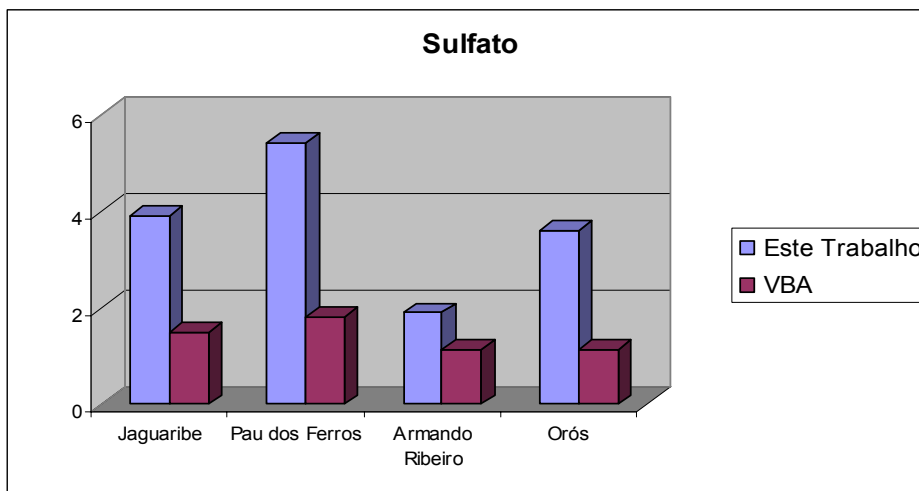
Tanto no trabalho da VBA como da presente campanha, o açude Pau dos Ferros apresentou índices baixos de sulfato, sendo, nas duas análises, enquadrado na Classe 2 da Resolução CONAMA 20/86, conforme observado na Figura 5.4.2.2-9.

➤ Metais

Os metais analisados foram o Ferro (Fe), Chumbo (Pb), Níquel (Ni) e Zinco (Zn). Com relação à campanha realizada pode-se afirmar que:

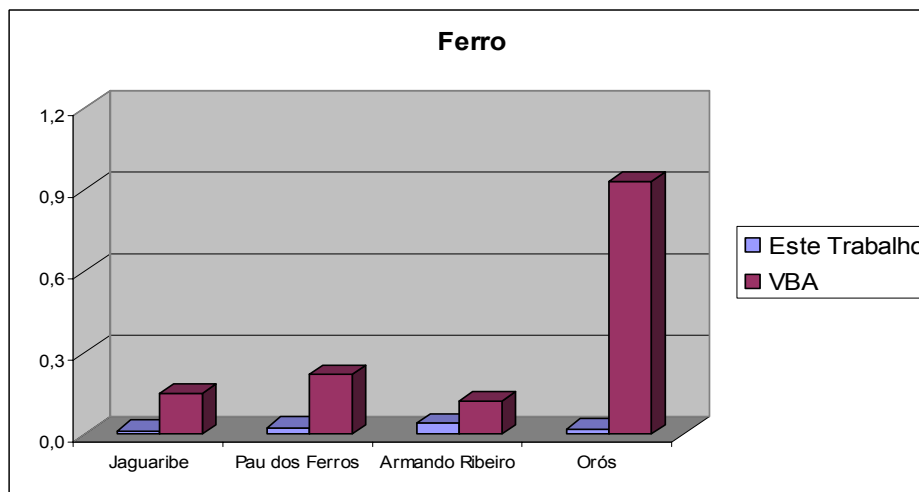
- os resultados encontrados indicaram baixas concentrações para os metais analisados, com todos os resultados praticamente enquadrados na Classe 2 da Resolução CONAMA 20/86, com exceção do rio dos Porcos (P8) e o açude Pau dos Ferros (P12), que apresentaram índices de chumbo acima do limite estabelecido, o que pode significar uma concentração pontual ou decorrente de alguma atividade que esteja sendo executada continuamente próxima ao local de coleta.

FIGURA 5.4.2.2-9 – COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DE SULFATO – EIA/INSERÇÃO (VBA)



Na campanha da VBA, realizada em fevereiro de 1999 foi registrada a presença excessiva de ferro no reservatório de Orós, superando o limite da Classe 2 da Resolução CONAMA 20/86, diferentemente dos resultados apresentados neste trabalho, conforme observado na Figura 5.4.2.2-10. O mesmo ocorreu com o açude Atalhos, com resultado de 0,54 mg/l. Essa diferença pode ser função da localização do ponto de amostragem, onde, no ponto estudado pela VBA, pode estar ocorrendo a decomposição de solo ou alguma atividade que produza efluentes com alta concentração desse metal.

FIGURA 5.4.2.2-10 – COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DE FERRO – EIA/INSERÇÃO (VBA)



➤ Demanda Química de Oxigênio (DQO)

A análise da DQO, embora não seja um parâmetro considerado na Resolução CONAMA 20/86, permite constatar a presença de compostos orgânicos nos corpos d'água. A DQO fornece a quantidade de oxigênio necessária (fornecida por algum produto químico - oxidante) para oxidar os poluentes até suas formas mais

simples. Valores altos de DQO estão ligados à descarga industrial ou mesmo a esgotos sanitários. Assim, quanto maior a DQO, maior será a poluição.

Dessa forma, pode-se observar que todos os corpos d'água apresentam elevada concentração de compostos orgânicos, com exceção do reservatório de Orós. Isto se deve principalmente à descarga de esgotos domésticos sem nenhum tratamento nos corpos d'água da região. O açude Boqueirão destaca-se com a maior concentração de DQO, devido, muito provavelmente, à sua condição na ocasião da coleta (apresenta-se com menos de 1/3 da quantidade normal de água e sem nenhuma renovação).

➤ Coliformes

Estudos realizados pela VBA sobre colimetria demonstraram a presença de coliformes em alguns dos açudes, sem haver, contudo, presença significativa de coliformes fecais. A partir desse trabalho, pode-se inferir que os rios e açudes analisados encontram-se dentro dos padrões de qualidade de água para corpos d'água Classe 2 da Resolução CONAMA 20/86, com exceção dos rios dos Porcos e Salgado, e dos açudes Pau dos Ferros e Boqueirão.

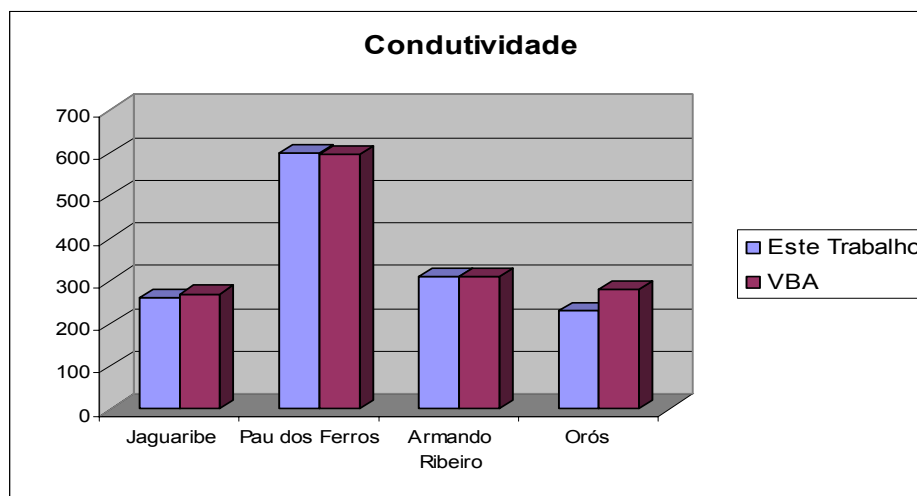
- **Resultados Analisados – Qualidade da Água para Irrigação**

➤ Condutividade Elétrica

De uma forma geral, os corpos d'água analisados apresentaram índices de condutividade elétrica pouco significativos, com exceção dos rios dos Porcos (P8) e Salgado (P11) e do açude Boqueirão (P5), que apresentaram valores elevados de condutividade. No entanto, mesmo próximos ao limite, esses valores são aceitáveis para a irrigação, conforme pode ser observado nos Quadros 5.4.2.2-15 e 5.4.2.2-16.

Na campanha realizada pela VBA, a água do açude Entremontes apresentou índice de condutividade elétrica um pouco acima do padrão (ver Quadro 5.4.2.2-2, mostrado anteriormente).

FIGURA 5.4.2.2-11 – COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA – EIA/INSERÇÃO (VBA)



➤ Sódio, Magnésio e Cálcio

Esses elementos são necessários para o cálculo da Razão de Adsorção do Sódio (RAS). Além disso, o sódio é particularmente importante para a qualidade das águas de irrigação, visto que a maioria das culturas lenhosas e arbóreas é sensível a ele.

A concentração de sódio está dentro da faixa considerada normal para todos os rios e açudes. Em relação ao cálcio, os corpos d'água também apresentaram índices baixos, não comprometendo o uso da água para a irrigação.

A comparação dos resultados dos trabalhos da campanha e os da VBA, para sódio e cálcio, pode ser observada nas Figuras 5.4.2.2-12 e 5.4.2.2-13.

FIGURA 5.4.2.2-12 – COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DE SÓDIO – EIA/INSERÇÃO (VBA)

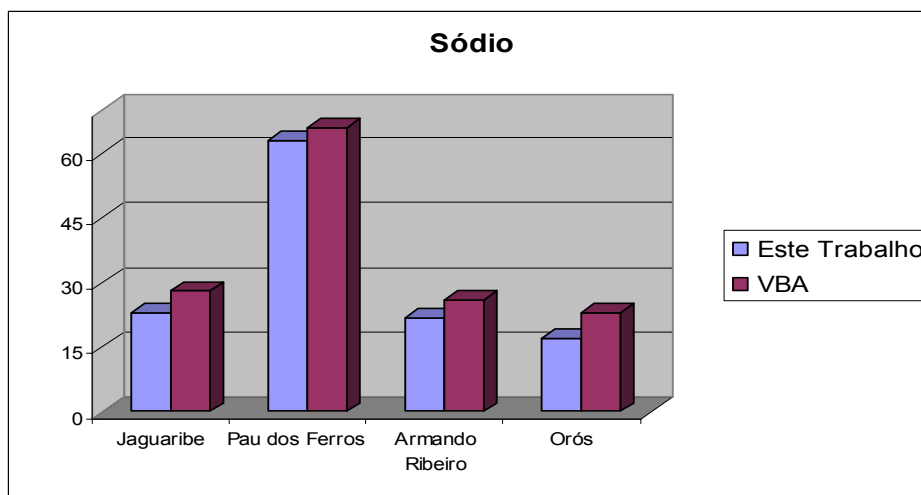
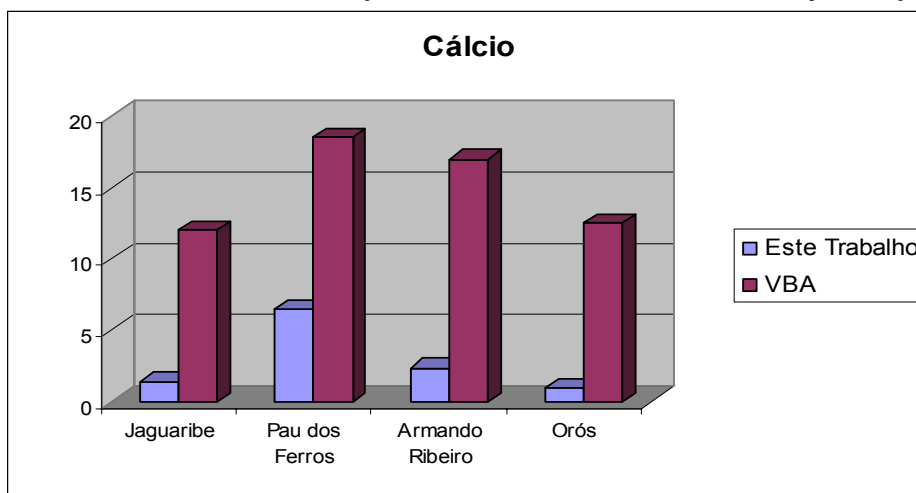


FIGURA 5.4.2.2-13 – COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DE CÁLCIO – EIA/INSERÇÃO (VBA)



Baseado nos valores de magnésio considerados como aceitáveis para água de irrigação, segundo AYERS e WESTCOT (1987), pode-se dizer que, para a maioria dos rios e açudes, a qualidade das águas está dentro da faixa considerada normal em relação à concentração desse elemento. Apenas o rio Salgado (P11) apresenta sua concentração superior ao limite aceitável, e o rio dos Porcos (P8) e o açude Boqueirão apresentaram situações críticas em relação a este elemento. O estudo realizado pela VBA confirma os dados obtidos na amostragem dos pontos acima.

➤ Cloreto

Em relação à concentração de cloreto, todos os rios e açudes encontram-se com valores normais para irrigação. No entanto, segundo a Resolução CONAMA 20/86, apenas o rio dos Porcos (P8) e o açude Boqueirão (P5), analisados neste trabalho, e Entremontes, analisado pela VBA, encontram-se fora do padrão para os corpos d'água Classe 2.

➤ Relação de Adsorção do Sódio (RAS)

O sódio presente na água de irrigação pode ser adsorvido pelas argilas levando ao seu endurecimento e impermeabilização. A quantidade de sódio prejudicial é estabelecida em função dos teores conjuntos de cálcio e magnésio, uma vez que estes elementos agem no sentido de deslocar o sódio contido no solo (processo de troca catiônica). A Relação de Adsorção do Sódio (RAS) determina o grau de adsorção de sódio pelo solo.

O resultado da RAS para a maioria dos corpos d'água analisados, a partir da amostragem feita, apresentou-se dentro dos padrões estabelecidos no Quadro 5.4.2.2-2, mostrado anteriormente.

➤ Dureza

Os rios Piancó (P7'), Salgado (P11), Apodi (P13), Piranhas (P14 e P15) e Jaguaribe (P18), além dos açudes Mãe d'Água (P7), Pau dos Ferros (P12 e P12'), Armando Ribeiro (16) e Orós (P17) apresentaram uma dureza moderada. O açude Boqueirão (P5) e o rio dos Porcos (P8) apresentaram dados de água dura.

Os dados obtidos na amostragem confirmaram os obtidos na campanha realizada pela VBA, notadamente nos açudes. A campanha realizada pela VBA enquadra os açudes Atalhos (CE) e Entremontes (PE) como de água dura e muito dura, respectivamente.

Na verificação da qualidade das águas para fins de irrigação, os parâmetros físico-químicos (pH, condutividade elétrica, cátions e ânions), foram analisados, entre 1988 e 1991, considerando-se os resultados obtidos no trabalho realizado pela EMPARN, em relação à qualidade das águas para a agricultura irrigada, visando à identificação dos graus de salinidade, sodicidade e toxicidade. O balanço das análises realizadas permitiu enquadrar em excelente, boa a regular, ruim e péssima, a qualidade dos corpos d'água. O Quadro 5.4.2.2-18 ilustra a qualidade da água para irrigação na Região do Seridó.

QUADRO 5.4.2.2-18 – QUALIDADE DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO NA REGIÃO DO SERIDÓ

Município	Pontos de Coleta	Qualidade			
		Excelente	Boa a regular	Ruim	Péssima
Jucurutu	Rio Piranhas (Montante)	X			
	Rio Piranhas (Jusante)	X			
São Fernando	Rio Seridó (montante)	X			
	Rio Seridó (Jusante)	X			
Apodi	Lagoa Apodi			X	
Gov. Dix-Sept Rosado	Rio Apodi	X			
Mossoró	Rio Apodi		X		
	Rio do Carmo		X		
Pau dos Ferros	Açude Pau dos Ferros (montante)	X			
	Açude Pau dos Ferros (Jusante)	X			
São Francisco	Rio Apodi		X		

b.3) Considerações Gerais

Este estudo procurou mostrar, de forma objetiva e direta, a situação ambiental dos rios e açudes localizados nas bacias receptoras do Projeto de Integração. Dentre os fatores que atualmente afetam a qualidade das águas na região, o descarte de esgotos sanitários sem tratamento prévio e o carreamento de substâncias utilizadas na agricultura pela água de irrigação são os mais significativos.

Baseado nestes fatores estabeleceu-se um conjunto de parâmetros físico-químicos para avaliar a qualidade das águas, segundo critérios pré-estabelecidos, que tiveram como base a Resolução CONAMA 20/86, para usos definidos na Classe 2, e os limites definidos no trabalho "Qualidade da Água na Agricultura" (AYERS, 1987 - Universidade Federal da Paraíba/FAO), para avaliação da qualidade da água para a irrigação.

Buscou-se ainda correlacionar os parâmetros analisados com os possíveis impactos associados a eles e, dessa forma, possibilitar o desenvolvimento de um plano de monitoramento adequado à integração do rio São Francisco com bacias do Nordeste Setentrional.

É fundamental salientar que os dados levantados especificamente para o presente estudo foram obtidos em condições bastante conservadoras, no que se refere à época, que era de estiagem e aos locais de coleta que eram a jusante das principais cidades contribuintes de cada rio, ou nas margens dos açudes, próximo aos locais de captação de água. Com essas condições, buscou-se determinar as piores condições em relação à carga poluidora de quase todos os parâmetros, ou seja:

- baixa quantidade de água nos rios e açudes, levando a concentrar os poluentes;
- baixa movimentação das águas, reduzindo a oxigenação das mesmas;
- locais de coleta com intensa ação antrópica.

Os resultados destes levantamentos foram ainda confrontados com os de trabalhos existentes, buscando complementar as análises, principalmente no que diz respeito à distribuição sazonal das coletas e à abrangência regional. Este confronto confirmou a consistência dos dados levantados para fundamentar a análise da qualidade das águas das bacias receptoras.

De forma geral, nos corpos hídricos que apresentaram índices de salinidade superiores aos desejáveis (principalmente os baixos cursos dos rios Apodi e Jaguaribe), verificou-se que havia uma atenuação das concentrações a partir do início do período de chuvas, indicando que a renovação da água concorre para melhorar a qualidade desses mananciais.

Quanto aos coliformes, as regiões de Iguatú (CE), nas proximidades do açude Orós (inclusive o açude) e de São José de Piranhas (a jusante do açude Eng. Ávidos), foram as que apresentaram maior quantidade de amostras em desconformidade com os limites da Classe II. Verificou-se que estes índices pioram no início do período chuvoso, sinal de que a "lavagem" inicial da superfície da bacia concorre para carrear esgotos não tratados para os cursos d'água, fato que não se dá nos períodos de estiagem. Finalmente, foi observada, de maneira geral

nas quatro bacias estudadas, uma tendência ligeiramente alcalina, mais acentuada nas águas do rio dos Porcos (afluente do rio Salgado) e no açude Pau dos Ferros.

c) Demandas e Usos da Água

Conforme apresentado anteriormente, o Nordeste Setentrional caracteriza-se como uma região semi-árida, e que, portanto, necessita de intervenções para reservação de água e gestão de seus recursos hídricos, com o objetivo de atender as populações e as atividades econômicas.

O crescimento populacional, a expansão das cidades e o desenvolvimento da economia têm aumentado as necessidades de água, tornando ainda mais importante a garantia da disponibilidade hídrica para o atendimento dessas demandas.

Em decorrência das secas que assolam a região do semi-árido nordestino, grande parte dos sistemas de abastecimento de água opera sujeito à intermitência no fornecimento de água, quando ocorre escassez de suas fontes hídricas. Além disso, as redes de distribuição de água não atendem à totalidade da população, especialmente nas áreas rurais.

Por outro lado, a ocorrência das secas, as migrações do campo para as cidades e os bolsões de pobreza absoluta no meio rural indicam a necessidade de busca de alternativas para o desenvolvimento consistente da agricultura, como meio de geração de empregos e renda. A agricultura de "sequeiro" (dependente de chuvas), praticada na região, é de alto risco, levando com frequência inaceitável, em termos econômicos, ao colapso da produção.

O suprimento de água em quantidade suficiente que possa atender com garantia de 100% às demandas de consumo humano, industrial e agrícola, tanto nas regiões metropolitanas quanto no interior dos estados, é fundamental para o desenvolvimento.

No presente item, com base nas informações coletadas, é apresentado um diagnóstico das demandas para diversos usos da água na Área de Influência Indireta (AII) do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional. As informações obtidas sobre as outorgas de água concedidas pelos Estados nas bacias receptoras são apresentadas ao final deste item.

As demandas de água para abastecimento rural (consumo humano e agricultura irrigada) ao longo do sistema adutor do Projeto de Integração, denominadas de demandas para usos difusos, estão apresentadas no diagnóstico da Área Diretamente Afetada (ADA), na Seção 7.

c.1) Abastecimento Urbano

As demandas para abastecimento das áreas urbanas foram estimadas com base em seus dois principais consumos: humano e industrial.

A AII compreende 395 municípios adjacentes, com uma população total, em 2000, de 7 milhões e 212 mil habitantes, distribuída nas bacias dos rios Jaguaribe, Apodi, Piranhas, Paraíba e nas sub-bacias receptoras do rio São Francisco, conforme apresentado no Quadro 5.4.2.2-19, a seguir.

QUADRO 5.4.2.2-19 – POPULAÇÕES DAS BACIAS RECEPTORAS, EM 2000

Bacia	População (mil habitantes)
Jaguaribe	2.219
Apodi	613
Piranhas	1.395
Paraíba	1.817
São Francisco ¹	1.224
Total	7.268

(1) Só as sub-bacias receptoras.

Desse total, 4 milhões e 651 mil habitantes residem em áreas urbanas. Admitindo-se um consumo médio per capita de 200 l/hab.dia, já incluindo as perdas nos sistemas de distribuição, a demanda atual para consumo humano nas bacias receptoras, em 2000, poderia ser estimada, de uma maneira aproximada, em cerca de 10,8 m³/s.

Como nos Estudos de Inserção Regional, desenvolvidos em 2000, foram feitas estimativas detalhadas das demandas urbanas para o ano de 1998, abrangendo os consumos humano e industrial, avaliadas por cada município e seus respectivos distritos, em função das suas características. Apesar de não abranger todos os municípios da AII, essa estimativa de demandas permite uma boa caracterização do abastecimento urbano nas bacias receptoras, devido ao seu grau de detalhamento. O estudo de demandas abrangeu os núcleos urbanos selecionados por, pelo menos, um dos seguintes critérios:

- Núcleo urbano localizado na faixa marginal ao longo do percurso das águas do Projeto de Integração, definida em 10km para cada margem;
- Cidade de maior porte (da ordem de 5.000 habitantes ou mais), situadas até uma distância de aproximadamente 50km, em relação ao eixo do percurso do Projeto de Integração, que já tenham, ou poderão ter no futuro, uma solução de abastecimento viável técnica e economicamente, garantida a partir de captações nos cursos d'água que fazem parte do Projeto de Integração.

Com base nesses critérios, foram selecionados 652 núcleos urbanos de 331 municípios, distribuídos pelas bacias receptoras conforme apresentado no Quadro 5.4.2.2-20, a seguir.

QUADRO 5.4.2.2-20 – MUNICÍPIOS SELECIONADOS PARA O ESTUDO DE DEMANDA

Bacia	Número de Municípios
Jaguaribe	82
Apodi	43
Piranhas-Açu	121
Paraíba	56
São Francisco ¹	29
Total	331

(1) Só as sub-bacias receptoras.

De modo a caracterizar a situação do atendimento de água, foram levantadas as principais informações comerciais e operacionais sobre os sistemas de abastecimento nos municípios selecionados. O Quadro 5.4.2.2-21, a seguir, elaborado a partir dos dados dos Estudos de Inserção Regional (2000), apresentam as condições encontradas, agrupadas por sub-bacia componente da AII do Projeto de Integração.

Como a população de 1998 foi obtida a partir da projeção dos dados censitários do IBGE do ano de 1996, utilizando-se o método geométrico e a taxa da microrregião do período 1991/96, houve casos em que a população estimada apresentava divergências entre os dados fornecidos em relação à população abastecida, resultando em população abastecida superior à projetada. Por isso, em algumas sub-bacias, os índices de cobertura obtidos foram superiores a 100%. De modo geral, a cobertura de atendimento fica em torno de 90%.

De maneira geral, o número de hidrômetros instalados ainda era muito inferior ao número de ligações existentes.

Os índices de perdas variaram entre 32 e 71% do volume produzido. Nos estados, os índices de perdas verificados ficaram em torno de 34,7% para o Ceará, 43,3% para Paraíba, 41,8% para o Rio Grande do Norte e 50,0% para Pernambuco.

Outras informações a respeito das condições de saneamento das bacias receptoras estão disponíveis no item 5.4.4 (Aspectos Socioeconômicos), apresentado adiante.

QUADRO 5.4.2.2-21 – DADOS COMERCIAIS E OPERACIONAIS DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NAS BACIAS RECEPTORAS

BACIA HIDROGRÁFICA	POPULAÇÃO (1998) (hab)		ÍNDICE DE COBERTURA (%)	Nº DE LIGAÇÕES (un)	VOLUME (m3)		ÍNDICE DE PERDA (%)	Nº DE HIDRÔMETROS (unid)
	URBANA	ABASTECIDA			PRODUZIDO	FATURADO		
Rio Salgado	439.278	390.151	89	97.627	1.425.391	968.275	32	50.529
Alto Jaguaribe	200.960	163.342	81	41.759	892.178	608.927	32	23.844
Médio Jaguaribe	58.736	58.652	100	14.994	358.749	237.835	34	9.915
Rio Banabuiú	162.455	145.814	90	26.680	846.465	551.004	35	22.767
Baixo Jaguaribe	145.361	117.849	81	29.485	811.538	490.631	40	19.496
Bacia do Jaguaribe (CE)	1.006.791	875.808	87	210.545	4.334.321	2.856.672	34	126.551
Rio Piancó	132.218	106.274	80	31.140	2.912.942	1.083.828	63	14.244
Alto Piranhas	20.427	36.616	179	4.897	448.072	158.895	65	1.180
Rio do Peixe	111.748	127.501	114	32.788	2.548.286	1.268.165	50	20.783
Médio Piranhas	72.032	61.829	86	17.104	1.490.817	619.039	58	6.797
Rio Espinharas	104.994	93.559	89	26.242	2.435.406	1.120.663	54	19.506
Rio Seridó	29.938	30.210	101	7.950	433.238	227.360	48	2.845
Rio Picuí	11.170	8.050	72	2.181	111.072	82.300	26	932
Bacia do Rio Piranhas (PB)	482.526	464.039	96	122.302	10.379.833	4.560.250	56	66.287
Bacia do Rio Piranhas/Açu (RN)	290.353	268.202	92	66.485	23.122.639	14.497.128	37	50.756
Alto Paraíba	43.049	49.146	114	14.486	597.253	368.821	38	5.561
Rio Taperoá	47.788	55.189	115	13.966	398.138	235.183	41	4.732
Médio Paraíba	414.746	360.715	87	90.510	9.615.466	4.950.106	49	62.193
Baixo Paraíba	887.688	784.030	88	193.153	38.023.853	11.130.406	71	135.345
Bacia do Rio Paraíba (PB)	1.393.271	1.249.080	90	312.115	48.634.710	16.684.516	66	207.831
Bacia do Rio Apodi (RN)	407.831	318.130	78	78.544	27.655.027	16.187.888	41	51.917
Rio Brígida	102.556	92.044	90	22.252	432.816	298.589	31	12.970
Bacia GI-5	16.251	13.976	86	3.281	134.151	65.837	51	1.935
Rio Terra Nova	61.762	62.862	102	14.939	563.387	284.793	49	9.019
Bacia GI-3	19.441	17.211	89	4.157	232.792	69.175	70	2.825
Rio Moxotó	119.448	103.309	86	24.443	704.591	357.507	49	15.221
Riacho do Navio	15.712	14.272	91	3.467	79.758	49.531	38	3.178
Bacia do Rio São Francisco (PE) ¹	335.170	303.674	91	72.539	2.147.495	1.125.432	48	45.148

Com base em estudos recentes sobre o consumo "per capita", desenvolvidos a partir dos dados operacionais e através de métodos empíricos, onde o consumo é estimado com o auxílio de funções de demanda, e em resultados obtidos para a cidade de Fortaleza, nos Estudos de Inserção Regional foram estabelecidos os seguintes valores de consumo "per capita" líquido mostrados a seguir :

- Comunidades com menos de 5.000 habitantes = 95 l/hab. x dia;
- Comunidades com população entre 5.000 e 20.000 hab. = 103 l/hab. x dia;
- Comunidades com população entre 20.000 e 100.000 hab. = 112 l/hab. x dia;
- Comunidades com população superior a 100.000 hab. = 150 l/hab. x dia.

Aplicando-se os índices de perdas verificados sobre os valores líquidos dos consumos "per capita", obtém-se o Quadro 5.4.2.2-22, demonstrando os valores brutos da demanda por habitante considerados nos estudos de demanda.

QUADRO 5.4.2.2-22 – CONSUMO PER CAPITA BRUTO PARA CADA ESTADO

Dimensão da Comunidade (hab)	Consumo Per Capita Líquido (l/hab. x dia)	Consumo Per Capita Bruto (l/hab. x dia)			
		Ceará (34,7%)	Paraíba (43,3%)	Rio G. do Norte (41,8%)	Pernambuco (50,0%)
pop ≤ 5.000	95	145	168	163	190
5.000 < pop ≤ 20.000	103	158	182	177	206
20.000 < pop ≤ 100.000	112	172	198	192	224
pop ≥ 100.000	150	230	265	258	300

A partir do consumo per capita estabelecido e da população das bacias receptoras relativa ao ano de 1998, os Estudos de Inserção Regional determinaram a demanda humana, conforme apresentada no Quadro 5.4.2.2-23, a seguir. A população de 1998 foi estimada, a partir de dados censitários do IBGE de 1996, utilizando-se o método geométrico e a taxa de crescimento da microrregião geográfica no período de 1991-1996.

QUADRO 5.4.2.2-23 – DEMANDA DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NAS BACIAS RECEPTORAS

BACIA HIDROGRÁFICA	DEMANDA EM 1998 (l/s)	
	Pop. 1998 (hab)	Vazão Média (l/s)
Rio Salgado	496.267	1.071
Alto Jaguaribe	241.395	442
Médio Jaguaribe	68.615	120
Rio Banabuiú	193.492	362
Baixo Jaguaribe	163.999	308
Bacia do Jaguaribe (CE)	1.163.768	2.303

BACIA HIDROGRÁFICA	DEMANDA EM 1998 (l/s)	
	Pop. 1998 (hab)	Vazão Média (l/s)
Rio Piancó	137.757	285
Alto Piranhas	21.174	42
Rio do Peixe	123.305	272
Médio Piranhas	73.091	149
Rio Espinharas	106.210	237
Rio Seridó	32.409	66
Rio Picuí	12.467	26
Bacia do Rio Piranhas (PB)	506.414	1.077
Bacia Rio Piranhas/Açu (RN)	296.926	620
Alto Paraíba	45.528	93
Rio Taperoá	53.074	108
Médio Paraíba	431.046	1.212
Baixo Paraíba	894.468	2.476
Bacia do Rio Paraíba (PB)	1.424.117	3.889
Bacia Rio Apodi (RN)	411.751	1.015
Rio Brígida	122.569	297
Bacia GI-5	16.251	39
Rio Terra Nova	52.801	131
Bacia GI-3	24.062	56
Rio Moxotó	114.899	284
Riacho do Navio	2.721	6
Bacia do Rio São Francisco (PE) ¹	333.303	813

Para estimativa da demanda industrial, nos Estudos de Inserção Regional as principais fontes consultadas foram os Planos Estaduais de Recursos Hídricos e os Cadastros das Indústrias Existentes, fornecidos pelas Secretarias Estaduais de Indústria e Comércio, Turismo, Ciência e Tecnologia, bem como pelas Federações Estaduais das Indústrias.

A metodologia empregada foi a mesma utilizada em diversos estudos similares elaborados para a região, em especial o PLIRHINE – Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste (SUDENE, 1980) e os Planos Estaduais de Recursos Hídricos. Tal metodologia se baseia no número de funcionários da indústria, no gênero das indústrias e nos coeficientes de demanda unitária recomendados pela Resources Agency of Califórnia (RAC). O Quadro 5.4.2.2-24, a seguir, apresenta os coeficientes de demanda industrial utilizados.

QUADRO 5.4.2.2-24 – COEFICIENTES DE DEMANDA INDUSTRIAL (M³/OPERÁRIO/DIA)

Gênero da Indústria		Coeficiente de Demanda (m ³ /operário/dia)
Código	Descrição	
00	Extração Mineral	0,20
10	Transformações de Produtos Minerais não Metálicos	0,30
11	Metalúrgica	0,50
12	Mecânica	0,30
13	Material Elétrico e de Comunicação	0,20
14	Material de Transporte	0,30
15	Madeira	0,20
16	Mobiliária	0,20
17	Papel e Papelão	0,30
18	Borracha	0,02
19	Couros e Peles, Calçados e Artigos de Vestuário	2,80
20	Química	9,80
21	Produtos Farmacêuticos e Veterinários	9,80
22	Perfumaria, Sabões e Velas	2,00
23	Produtos de Materiais Plásticos	0,82
24	Têxtil	2,50
25	Vestuário, Calçados e Artefatos de Tecido	0,20
26	Produtos Alimentares	5,00
27	Bebidas	10,00
29	Editorial Gráfica	0,30
30	Indústria e/ou Serviços de Construção	0,20

A estimativa das demandas industriais em 1998 nas bacias receptoras, resultante dos estudos, é apresentada no Quadro 5.4.2.2-25.

De maneira geral, as indústrias que apresentam maior consumo de água são as de produtos alimentares e de bebidas. Durante a composição dos valores por sub-bacia, mostraram-se irrelevantes, por apresentarem demandas totais inferiores a 10 l/s, os seguintes gêneros de indústria: extração mineral; material de transporte; madeira; papel e papelão; mobiliária e borracha. Essas demandas, apesar de não aparecerem no Quadro, foram computados na vazão total.

Pode-se observar, que a bacia com maior demanda industrial, cerca de 1,5 m³/s, é a do rio Paraíba, sendo 50% do valor estimado associado à indústria de bebidas. Além desse gênero, havia demandas superiores a 10% do total para as indústrias têxtil e de couros/vestuários.

Na bacia do rio Jaguaribe mais de 50% da demanda industrial estimada (0,58 m³/s) correspondia à indústria de produtos alimentares.

Já na bacia do rio Piranhas, a demanda de 0,15 m³/s, cerca de 72% do total, era destinada para a indústria de bebidas. Nas bacias do rio Apodi e nas sub-bacias do rio São Francisco, com demandas menores, as principais parcelas estavam relacionadas com indústrias alimentícias.

QUADRO 5.4.2.2-25 – DEMANDAS INDUSTRIAIS (L/S) NAS BACIAS RECEPTORAS

Bacia Hidrográfica	Gênero da Indústria															Total (l/s)
	10	11	12	13	19	20	21	22	23	24	25	26	27	29	30	
Rio Salgado	5,49	7,74	0,30	-	3,24	34,59	21,55	1,39	3,29	6,37	9,22	70,60	11,57	0,28	3,33	181,35
Alto Jaguaribe	2,15	0,67	0,14	-	-	13,61	-	0,46	-	1,16	2,48	47,69	9,26	0,10	1,67	80,40
Médio Jaguaribe	0,66	-	0,87	-	-	-	-	0,46	-	2,60	0,16	18,52	-	-	0,05	23,77
Rio Banabuiú	0,83	1,16	-	0,28	-	11,34	-	0,46	0,95	11,28	4,16	113,89	3,47	0,14	0,32	149,47
Baixo Jaguaribe	6,49	0,35	0,07	-	-	6,81	-	1,16	-	31,83	5,32	45,14	47,45	-	0,16	145,94
Bacia do Rio Jaguaribe (CE)	15,63	9,91	1,37	0,28	3,24	66,35	21,55	3,94	4,24	53,24	21,34	295,83	71,76	0,52	5,53	580,93
Rio Piancó	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,48	0,12	-	17,94	0,07	-	19,67
Alto Piranhas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rio do Peixe	0,17	-	-	-	-	16,79	-	-	-	9,23	0,08	-	79,98	0,19	0,11	106,66
Rio Espinharas	1,20	0,18	0,64	-	8,62	-	-	-	-	0,93	0,15	-	44,91	0,13	0,15	56,89
Rio Seridó	0,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,26
Rio Picuí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bacia do Rio Piranhas (PB)	1,81	0,35	0,64	-	9,63	16,79	-	-	-	26,62	0,34	-	150,12	0,39	0,26	207,13
Bacia do Rio Piranhas/Açu (RN)	10,52	-	-	-	0,75	-	-	6,13	-	-	-	20,95	-	-	0,07	38,50
Bacia Alto Paraíba	0,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,49	-	-	9,58
Rio Taperoá	0,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,90
Médio Paraíba	2,50	5,27	3,31	1,63	69,00	15,31	-	-	7,33	61,89	3,83	-	229,28	1,26	2,27	403,75
Baixo Paraíba	6,15	3,86	3,64	6,03	146,09	164,01	8,39	-	8,36	126,01	3,82	-	565,63	3,76	18,02	1.064,72
Bacia do Rio Paraíba (PB)	9,46	9,13	6,94	7,66	215,09	179,33	8,39	-	15,69	187,91	7,65	-	804,40	5,03	20,28	1.478,96
Bacia Rio Apodi (RN)	6,08	-	0,16	-	-	-	26,77	-	2,78	-	0,10	65,10	-	0,43	3,24	105,19
Rio Brígida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bacia GI-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bacia do Rio Terra Nova	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bacia GI-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rio Moxotó	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Riacho do Navio	5,00	-	-	-	-	2,61	-	-	-	10,36	-	17,36	6,48	-	-	41,97
a do Rio São Francisco (PE)	5,00	-	-	-	-	2,61	-	-	-	10,36	-	17,36	6,48	-	-	41,97

Ainda nos Estudos de Inserção Regional, foi avaliada a oferta hídrica local em cada município, de modo a permitir a obtenção do déficit hídrico para abastecimento urbano. Com base em estudos existentes e consultas a órgãos públicos, foi estimada a oferta local. De maneira geral, foram consideradas vazões disponíveis nos açudes com garantia de 99%.

O déficit hídrico foi calculado para cada município pela diferença entre oferta e demanda hídrica. Para o caso de uma fonte hídrica atendendo a mais de um município foi calculado o déficit hídrico dessa fonte considerando a demanda resultante dos vários municípios.

O Quadro 5.4.2.2-26, a seguir, apresenta, resumidamente, a consolidação dos balanços hídricos nas sub-bacias receptoras do Nordeste Setentrional. Constata-se a partir desses resultados, um déficit hídrico total, em 1998, de 4.094 l/s, dividido entre os estados do Ceará (752 l/s), Paraíba (2.537 l/s), Rio Grande do Norte (447 l/s) e Pernambuco (358 l/s). Essa vulnerabilidade da situação hídrica nas bacias receptoras está relacionada com as condições de alta variabilidade do regime pluviométrico nordestino, que resultam por vezes em colapsos de seus sistemas de suprimento hídrico.

QUADRO 5.4.2.2-26 – DÉFICIT HÍDRICO PARA ABASTECIMENTO URBANO NOS MUNICÍPIOS

Bacia Hidrográfica	Demanda (l/s)			Déficit (l/s)
	Humana	Industrial	Total	
Rio Salgado	1.071	181	1.252	226
Alto, Médio e Baixo Jaguaribe	870	250	1.121	474
Rio Banabuiú	362	149	512	52
Bacia do Rio Jaguaribe (CE)	2.303	581	2.884	752
Rio Piancó	285	20	304	120
Alto Piranhas	42	0	42	30
Rio do Peixe	272	107	378	63
Médio Piranhas e Rio Espinharas	386	81	467	391
Rio Seridó	66	0	66	39
Rio Picuí	26	0	26	3
Bacia do Rio Piranhas (PB)	1.077	207	1.284	646
Bacia do Rio Piranhas/Açu (RN)	620	39	658	157
Alto Paraíba	93	10	102	64
Médio Paraíba e Rio Taperoá	1.320	405	1.725	208
Baixo Paraíba	2.476	1.065	3.541	1.620
Bacia do Rio Paraíba (PB)	3.889	1.479	5.368	1.891
Bacia Rio Apodi (RN)	1.015	106	1.121	290
Rio Brígida	297	15	311	59
Bacia GI-5	39	0	39	0
Rio Terra Nova	131	0	132	108
Bacia GI-3	56	0	56	10
Rio Moxotó	284	27	311	181
Riacho do Navio	6	0	6	1
Bacia do Rio São Francisco (PE)¹	813	42	855	358

c.2) Áreas Potenciais para Irrigação Intensiva

Nas bacias hidrográficas em estudo do Nordeste Setentrional, existe uma grande quantidade de terras férteis e solos irrigáveis subutilizados, face à limitação dos recursos hídricos locais.

A possibilidade técnica de otimizar a capacidade de regularização dos reservatórios de água já existentes na região, mediante o bombeamento de águas do rio São Francisco para as bacias locais, receptoras, e a operação conjunta dos açudes, pode viabilizar a integração de novas áreas ao processo produtivo através da irrigação intensiva.

No relatório de Identificação das Áreas de Irrigação Integráveis (Acquatool consultoria, janeiro de 2002), foram identificadas 26 áreas aptas para irrigação, com estudos e projetos existentes (alguns parcialmente implantados), localizadas nos estados do Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte. As principais informações utilizadas na caracterização das áreas identificadas foram:

- o nível de detalhe em que se encontram os projetos (plano diretor, estudo de reconhecimento ou viabilidade, projeto básico ou executivo);
- a localização da fonte hídrica de cada área, distância e altura manométrica do bombeamento;
- o principal porto da região para escoamento da produção e a distância de cada área;
- a disponibilidade hídrica local;
- o grau de dependência de fontes hídricas externas, como as águas bombeadas do rio São Francisco, no caso da implantação do Projeto de Integração.

O Mapa de Áreas Integráveis, apresentado em anexo, mostra a localização de todas as áreas identificadas. Em termos de diagnóstico ambiental, essas áreas representam demandas atuais e potenciais de uso da água, localizadas dentro das bacias receptoras do Projeto de Integração, totalizando 265.853 ha de superfície agrícola útil (SAU).

Entende-se que o aproveitamento dessas áreas aptas depende da implantação dos projetos estaduais ou regionais nos quais estão inseridos, e que as demandas de água estimadas são valores limites máximos, que estariam condicionados à disponibilidade dos recursos hídricos para seu atendimento total ou parcial.

O Quadro 5.4.2.2-27, a seguir, apresenta um resumo das demandas hídricas estimadas para agricultura irrigada.

QUADRO 5.4.2.2-27 – DEMANDAS HÍDRICAS POTENCIAIS PARA APROVEITAMENTO DAS ÁREAS APTAS PARA AGRICULTURA IRRIGADA

Área	Estado	Sub-Bacia	Bacia	Superfície Agrícola Útil (ha)	Demanda Potencial Para Irrigação (m ³ /s)	Oferta Local		Déficit Hídrico (m ³ /s)
						de Açudes Externos ao Sistema ¹ (m ³ /s)	de Açudes Componentes do Sistema ² (m ³ /s)	
Serra Negra	PE	Pajeú	São Francisco	9.000	4,50	0,00	0,00	4,50
Moxotó	PE	Moxotó	São Francisco	8.596	4,30	0,00	1,07	3,23
Marí	PE	Brígida	São Francisco	4.250	2,13	0,00	0,64	1,49
Belmonte	PE	Brígida	São Francisco	3.752	1,88	0,00	0,56	1,32
Terra Nova	PE	Terra Nova	São Francisco	1.500	0,75	0,00	0,23	0,52
GI5	PE	GI5	São Francisco	2.500	1,25	0,00	0,00	1,25
Sub-bacia do Alto Paraíba	PB	Alto Paraíba	Paraíba	2.000	1,00	0,00	0,10	0,90
Sub-bacia do Baixo Paraíba	PB	Baixo Paraíba	Paraíba	10.000	5,00	0,00	0,50	4,50
Várzeas de Sousa	PB	Peixe	Piranhas	5.000	2,50	0,00	2,50	0,00
Várzeas de Sousa (expansão)	PB	Peixe	Piranhas	11.500	5,75	0,00	1,50	4,25
Sub-bacia Alto Piranhas	PB	Alto Piranhas	Piranhas	3.000	1,50	0,00	0,00	1,50
Sub-bacia Médio Piranhas	PB	Médio Piranhas	Piranhas	3.000	1,50	0,00	0,45	1,05
Sub-bacia Piancó	PB	Piancó	Piranhas	6.000	1,50	0,00	1,50	0,00
Baixo Açu	RN	Piranhas/Açu	Piranhas	6.000	3,00	0,00	3,00	0,00
Baixo Açu (expansão)	RN	Piranhas/Açu	Piranhas	22.000	11,00	0,00	3,85	7,15
Carnaubais	RN	Piranhas/Açu	Piranhas	1.000	0,50	0,00	0,50	0,00
Carnaubais (expansão)	RN	Piranhas/Açu	Piranhas	23.000	11,50	0,00	4,02	7,48
Tabuleiros Mendubim	RN	Piranhas/Açu	Piranhas	8.004	4,00	0,00	4,00	0,00
Santa Cruz Apodi (1a Etapa)	RN	Apodi/Mossoró	4Apodi	9.236	4,62	0,00	4,62	0,00
Santa Cruz Apodi (2a Etapa)	RN	Apodi/Mossoró	Apodi	17.136	8,57	0,00	0,00	8,57
Passagem Funda	RN	Apodi/Mossoró	Apodi	3.000	1,50	0,00	0,00	1,50
Poço Verde	RN	Apodi/Mossoró	Apodi	2.000	1,00	1,00	0,00	0,00

Área	Estado	Sub-Bacia	Bacia	Superfície Agrícola Útil (ha)	Demanda Potencial Para Irrigação (m ³ /s)	Oferta Local		Déficit Hídrico (m ³ /s)
						de Açudes Externos ao Sistema ¹ (m ³ /s)	de Açudes Componentes do Sistema ² (m ³ /s)	
Poço Verde (expansão)	RN	Apodi/Mossoró	Apodi	9.000	4,50	0,00	0,00	4,50
Mossoró	RN	Apodi/Mossoró	Apodi	6.000	3,00	0,00	0,00	3,00
Chapada do Castanhão	CE	Médio Jaguaribe	Jaguaribe	10.640	5,32	0,00	5,32	0,00
Apodi Ceará	CE	Baixo Jaguaribe	Jaguaribe	10.000	5,00	0,00	4,00	1,00
Jaguaribe Apodi	CE	Baixo Jaguaribe	Jaguaribe	5.393	2,70	0,00	2,70	0,00
Jaguaribe Icapuí	CE	Baixo Jaguaribe	Jaguaribe	5.000	2,50	0,00	2,00	0,50
Baixo Jaguaribe	CE	Baixo Jaguaribe	Jaguaribe	10.000	5,00	0,00	4,00	1,00
Cariri Oriental	CE	Salgado	Jaguaribe	20.000	10,00	1,00	0,00	9,00
Transição Sul Morada Nova	CE	Banabuiú	Jaguaribe	8.011	4,00	0,00	2,00	2,00
Tabuleiro Russas (1a Etapa)	CE	Banabuiú/ Baixo Jaguaribe	Jaguaribe	10.335	5,17	5,17	0,00	0,00
Tabuleiro Russas (2a Etapa)	CE	Banabuiú/ Baixo Jaguaribe	Jaguaribe	10.000	5,00	0,00	2,50	2,50

- (1) A oferta local está associada a açudes que não fariam parte do sistema adutor do Projeto de Integração.
- (2) Essa oferta local está associada a açudes existentes que fariam parte da operação conjunta do Projeto de Integração.

A seguir são apresentadas breves descrições das áreas identificadas. Além das informações obtidas no citado documento, foram elaborados, para o presente diagnóstico, mapas de Uso Atual da Terra e Cobertura Vegetal, apresentados ao final deste subitem, de modo a caracterizar os graus de antropização e de conservação de cada uma das áreas identificadas.

- Serra Negra (Pernambuco)

Está localizada na sub-bacia do rio Pajeú (bacia do São Francisco), entre os municípios de Floresta (PE) e Ibimirim (PE).

O levantamento detalhado de solos identificou 9.879 ha de terras irrigáveis por qualquer método e 5.398 ha por aspersão, no entanto, em função das severas limitações de ordem hídrica, foi determinada uma área máxima de 9.000 ha para irrigação.

A distância média entre o local de captação e a área é de 3.000m, com uma altura manométrica de bombeamento de 40m.

A demanda média foi estimada em 4,5 m³/s, que precisaria ser suprida por completo por uma fonte hídrica externa. Com a implantação do Projeto de Integração poderia ser atendida através do reservatório projetado de Salgueiro (Eixo Leste - Trecho V).

O Quadro a seguir apresenta a distribuição das classes de uso e ocupação da terra e cobertura vegetal correspondente à área total de Serra Negra.

USO E OCUPAÇÃO		
Classe	Área (ha)	%
Caatinga arbórea	9.172	58,6
Caatinga arbustiva densa	3.631	23,2
Pastagem	2.818	18,0
Corpos d'água	28	0,2
TOTAL	15.649	100,0

- Moxotó (PE)

Localiza-se no Sertão Pernambucano na sub-bacia do rio Moxotó (bacia do rio São Francisco), imediatamente a jusante do açude público federal Eng. Francisco Sabóia (Poço da Cruz). Trata-se de uma área de irrigação abandonada dos municípios de Ibimirim e Inajá.

A área levantada constitui-se de uma planície aluvional que se estende pelas duas margens do rio. Os solos predominantes são de origem sedimentar (aluviões), abrangendo 8.596 ha.

O local de captação da água está a uma distância de cerca de 6.200m e a uma altura manométrica de bombeamento de 25m.

A demanda média foi estimada em 4,3 m³/s. Cerca de 25% dessa necessidade hídrica poderia ser suprida pelo açude Poço da Cruz, sendo necessário um reforço externo da ordem de 75% da demanda. Com a implantação do Projeto de Integração esse déficit poderia ser atendido através do próprio açude existente Poço da Cruz.

O Quadro a seguir apresenta a distribuição das classes de uso e ocupação da terra e cobertura vegetal correspondente à área total de Moxotó.

USO E OCUPAÇÃO		
Classe	Área (ha)	%
Caatinga arbustiva	14	0,1
Pastagem e Caatinga arbustiva aberta	2.253	23,3
Lavoura, várzea e caatinga arbustiva aberta	6.023	62,3
Vegetação de várzea	1.375	14,2
TOTAL	9.665	100,0

- Marí (PE)

Trata-se de uma área situada numa chapada residual a jusante do reservatório de Entremontes, na sub-bacia do rio Brígida (bacia do rio São Francisco), ocupando terras dos municípios de Parnamirim, Santa Maria da Boa Vista e Orocó

Os solos são constituídos por podzólicos vermelho-amarelos, bruno não cálcicos e solos aluviais (0,5%), sendo 4.250 ha aptos para irrigação.

O local da captação está a uma distância média de 2.500 m da área e a uma altura manométrica de bombeamento de 50 m.

A demanda média foi estimada em 2,13 m³/s. Cerca de 30% dessa necessidade hídrica poderia ser suprida pelo açude Entremontes, sendo necessário um reforço externo da ordem de 70% da demanda. Com a implantação do Projeto de Integração esse déficit poderia ser atendido através do próprio açude existente Entremontes.

O Quadro a seguir apresenta a distribuição das classes de uso e ocupação da terra e cobertura vegetal correspondente à área total de Marí.

USO E OCUPAÇÃO		
Classe	Área (ha)	%
Caatinga arbórea	556	7,2
Caatinga arbustiva densa	1.849	24,0
Caatinga arbustiva aberta	1.418	18,4
Pastagem	3.799	49,4
Corpos d'água	67	0,9
TOTAL	7.689	100,0

- Belmonte (PE)

Situa-se às margens do rio Brígida, entre o reservatório Chapéu e a cidade de Parnamirim, com 3.752 ha aptos para irrigação.

A distância média até o local de captação é 2.500 m, sendo 35 m a altura manométrica de bombeamento.

A demanda média foi estimada em 1,88 m³/s. Cerca de 30% dessa necessidade hídrica poderia ser suprida pelo açude Chapéu, sendo necessário um reforço externo da ordem de 70% da demanda. Com a implantação do Projeto de Integração esse déficit poderia ser atendido através do próprio açude existente Chapéu.

O Quadro a seguir apresenta a distribuição das classes de uso e ocupação da terra e cobertura vegetal correspondente à área total de Belmonte.

USO E OCUPAÇÃO		
Classe	Área (ha)	%
Caatinga arbustiva densa	280	7,9
Pastagem e caatinga arbustiva aberta	1.865	52,4
Pastagem	852	24,0
Lavoura	386	10,9
Corpos d'água	128	3,6
Áreas urbanas	46	1,3
TOTAL	3.557	100,0

- Terra Nova (PE)

Trata-se de uma área situada às margens do rio Terra Nova (bacia do São Francisco), a jusante do reservatório de mesmo nome, estendendo-se pelo município de Cabrobó, com 1.500 ha aptos para irrigação.

O local da captação de água dista 2.000 m em média, apresentando uma altura manométrica de bombeamento de 20 m.

A demanda média foi estimada em 0,75 m³/s. Cerca de 30% dessa necessidade hídrica poderia ser suprida pelo reservatório projetado Terra Nova, sendo necessário um reforço externo da ordem de 70% da demanda. Com a implantação do Projeto de Integração esse déficit poderia ser atendido através do reservatório projetado Terra Nova.

O Quadro abaixo apresenta a distribuição das classes de uso e ocupação da terra e cobertura vegetal correspondente à área total de Terra Nova e GI5, descrita a seguir.

USO E OCUPAÇÃO		
Classe	Área (ha)	%
Caatinga arbustiva densa	1.164	25,7
Caatinga arbustiva aberta	1.076	23,8
Pastagem e caatinga arbustiva aberta	1.729	38,2
Lavoura	542	12,0
Corpos d'água	15	0,3
TOTAL	4.526	100,0

- GI 5 (PE)

Situa-se às margens dos riachos Jacaré e Formoso (bacia do São Francisco), a jusante do açude existente Angico, estendendo-se pelo município de Cabrobó, com 2.500 ha aptos para irrigação.

O local de captação da água dista em média 1500 m da área, apresentando uma altura manométrica de bombeamento de 20m.

A demanda média foi estimada em 1,25 m³/s, que precisaria ser suprida por completo por uma fonte hídrica externa. Com a implantação do Projeto de Integração esse déficit poderia ser atendido através do açude Angico.

- Várzeas de Sousa (Paraíba)

A área de irrigação denominada Várzeas de Sousa, bem como sua expansão, situa-se na bacia do Alto Piranhas, principalmente às margens do rio do Peixe, estendendo-se pelos municípios de Cajazeiras, São João do Rio do Peixe e Sousa.

São terras de alta aptidão para a agricultura irrigada, com solos profundos de topografia plana, sujeitos a alta insolação, baixa umidade atmosférica e ventos moderados. Essas terras são compostas por solos aluviais, vertissolos e litólicos associados a vertissolos, planossolos sódicos, bruno não cálcicos e afloramento de rocha.

A demanda média da 1ª Etapa foi estimada em 2,50 m³/s, que poderia ser suprida pelo açude existente Coremas/Mãe d'Água, na bacia do rio Piancó, aduzida pelo Canal da Redenção.

A demanda média da Expansão foi estimada em 5,75 m³/s. Cerca de 70% dessa necessidade hídrica poderia ser suprida por outros açudes existentes locais (Lagoa do Arroz, Capivara e Olho d'água) e pelo açude Coremas/Mãe d'Água, sendo necessário um reforço hídrico externo da ordem de 30% da demanda. Com a implantação do Projeto de Integração, esse reforço poderia chegar à área através do próprio açude Coremas/ Mãe d'Água, que apesar de não receber águas bombeadas do rio São Francisco, é beneficiado pela sinergia propiciada pelo Projeto.

O Quadro a seguir apresenta a distribuição das classes de uso e ocupação da terra e cobertura vegetal correspondente à área total de Várzeas de Sousa.

USO E OCUPAÇÃO		
Classe	Área (ha)	%
Caatinga arbórea	1.965	2,8
Caatinga arbustiva densa	16.960	24,6
Vegetação de várzea	563	0,8
Agropecuária e caatinga arbustiva aberta	48.662	70,6
Lavoura	2.070	3,0
Corpos d'água	258	0,4
Áreas urbanas	443	0,6
TOTAL	68.956	100,0

- Sub-bacia do Alto Piranhas (PB)

Tratam-se de áreas localizadas nos aluviões do riacho Tamanduá, a montante do reservatório Engenheiro Ávidos. Essas áreas estendem-se pelo município de São José de Piranhas.

Essas áreas são recobertas predominantemente por rochas do complexo gnáissico migmatítico, que consorciadas às rochas intrusivas, sobretudo de natureza granítica, correspondem a 85% da área da bacia.

Devido às restrições de solos e das disponibilidades hídricas, as áreas com potencial para irrigação intensiva totalizam 3.000 ha de terras, adequadas para utilização com culturas anuais perenes e pastagens.

A captação de água está a uma distância média de 2.500m das áreas de irrigação e possui altura manométrica de bombeamento de 20m.

A demanda média foi estimada em 1,50 m³/s, que precisaria ser suprida por completo por uma fonte hídrica externa. Com a implantação do Projeto de Integração esse déficit poderia ser atendido através do reservatório projetado Cuncas, de onde sai uma derivação para a calha do riacho Tamanduá.

O Quadro a seguir apresenta a distribuição das classes de uso e ocupação da terra e cobertura vegetal correspondente à área total do Alto Piranhas.

USO E OCUPAÇÃO		
Classe	Área (ha)	%
Caatinga arbustiva densa	587	17,4
Pastagem e caatinga arbustiva aberta	2.611	77,5
Corpos d'água	171	5,1
TOTAL	3.369	100,0

- Sub-bacia do Médio Piranhas (PB)

Constitui-se de áreas localizadas nos aluviões do rio Piranhas, nos municípios de Paulista e São Bento, a jusante do reservatório Coremas-Mãe d'Água, que totalizam 3.000 ha de áreas aptas para irrigação.

A fonte hídrica é o rio Piranhas, sendo que o local da captação de água fica a uma distância média de 1.500m da área e a uma altura manométrica de bombeamento de 20m.

A demanda média foi estimada em 1,50 m³/s. Cerca de 30% dessa necessidade hídrica poderia ser suprida pelo açude Coremas/Mãe d'Água, sendo necessário um reforço externo para o restante da demanda, ou seja, 1,05 m³/s.

O Quadro a seguir apresenta a distribuição das classes de uso e ocupação da terra e cobertura vegetal correspondente à área total do Médio Piranhas.

USO E OCUPAÇÃO		
Classe	Área (ha)	%
Caatinga arbustiva densa	830	8,3
Caatinga arbustiva aberta	6.132	61,1
Lavoura	2.915	29,1
Corpos d'água	116	1,2
Áreas urbanas	35	0,3
TOTAL	10.028	100,0

- Sub-bacia do Piancó (PB)

São áreas situadas nos aluviões do rio Piancó a jusante do açude Coremas-Mãe d'Água, estendendo-se pelos municípios de Itaporanga, Piancó e Coremas, que totalizam 3.000 ha de áreas aptas para irrigação.

A fonte hídrica é o açude Coremas-Mãe d'Água, sendo que o local da captação de água fica a uma distância média de 2.000m da área e a uma altura manométrica de bombeamento de 20m.

A demanda média foi estimada em 1,5 m³/s, que poderia ser suprida pelo açude existente Coremas/Mãe d'Água, sem necessitar de reforço hídrico externo.

O Quadro a seguir apresenta a distribuição das classes de uso e ocupação da terra e cobertura vegetal correspondente à área total do Piancó.

USO E OCUPAÇÃO		
Classe	Área (ha)	%
Caatinga arbustiva densa	8.673	43,0
Caatinga arbustiva aberta	501	2,5
Vegetação de várzea	126	0,6
Pastagem e caatinga arbustiva aberta	9.776	48,4
Lavoura	859	4,3
Corpos d'água	257	1,3
TOTAL	20.192	100,0

- Sub-bacia do Alto Paraíba (PB)

São áreas situadas nos percursos do rio Paraíba, bem como no seu afluente rio do Meio, a jusante dos açudes Poções (município de Monteiro) e Camalaú (municípios Camalaú e Congo) e a montante do reservatório Epitácio Pessoa (municípios de São Domingos do Cariri e Cabaceiras).

As áreas são constituídas por solos aluviais muito adequados para agricultura, cuja principal restrição decorre da possibilidade de inundação por localizarem-se nas margens dos rios, e solos do tipo Bruno Não Cálcico, importantes por sua fertilidade natural.

As terras com potencial para irrigação intensiva abrangem 2.000 ha, cuja demanda média foi estimada em 1,0 m³/s. Cerca de 10% dessa necessidade

hídrica poderia ser suprida pelos açudes Poções, Camalaú e Epitácio Pessoa, sendo necessário um reforço externo para atender o restante da demanda. Com a implantação do Projeto de Integração esse déficit poderia ser atendido através desses mesmos açudes.

O Quadro a seguir apresenta a distribuição das classes de uso e ocupação da terra e cobertura vegetal correspondente à área total do Alto Paraíba.

USO E OCUPAÇÃO		
Classe	Área (ha)	%
Caatinga arbustiva densa	4.906	27,9
Caatinga arbustiva aberta	166	0,9
Vegetação de várzea	2.255	12,8
Pastagem e caatinga arbustiva aberta	8.162	46,5
Lavoura e pastagem	1.585	9,0
Corpos d'água	472	2,7
Áreas urbanas	7	0,0
TOTAL	17.553	100,0

- Sub-bacia do Baixo Paraíba (PB)

Trata-se de manchas aluviais e glebas de tabuleiros localizadas ao longo do Baixo rio Paraíba, estendendo-se pelos municípios de Itabaiana, São Miguel de Taipu e Santa Rita, que totalizam 10.000 ha de áreas aptas para irrigação.

A área seria abastecida pelo rio Paraíba controlado pelo açude Epitácio Pessoa (Boqueirão). O local da captação apresenta uma distância média de 3.000 m e uma altura manométrica de bombeamento de 40 m.

A demanda média foi estimada em 5,0 m³/s. Cerca de 10% dessa necessidade hídrica poderia ser suprida pelo açude Epitácio Pessoa, sendo necessário um reforço externo para o atender o restante da demanda, ou seja, 4,5 m³/s. Com a implantação do Projeto de Integração esse déficit poderia ser atendido através desse mesmo açude.

O Quadro a seguir apresenta a distribuição das classes de uso e ocupação da terra e cobertura vegetal correspondente à área total do Baixo Paraíba.

USO E OCUPAÇÃO		
Classe	Área (ha)	%
Floresta estacional semidecidual	1.991	9,4
Pastagem e floresta estacional alterada	6.857	32,4
Pastagem	394	1,9
Lavoura	13.807	65,3
Corpos d'água	89	0,4
TOTAL	21.147	100,0

- Baixo Açú (Rio Grande do Norte)

Essas áreas de irrigação estão situadas na região central do Estado do Rio Grande do Norte, na bacia do rio Piranhas-Açú, estendendo-se pelos municípios de Açú, Carnaubais e Alto Rodrigues.

A área levantada está sobre tabuleiros calcários e é constituída por solos podzólicos vermelho-amarelos e latossolos vermelho-amarelo, com médio a alto potencial agrícola.

O atendimento da demanda hídrica dos 6.000 ha já implantados, vazão média estimada de 3m³/s, é feito apenas com águas locais, através da captação no rio Piranhas/Açú a jusante do açude Armando Ribeiro Gonçalves.

Para a expansão, a demanda média foi estimada em 11,00 m³/s. Cerca de 35% dessa necessidade hídrica poderia ser suprida pelo açude Armando Ribeiro Gonçalves, sendo necessário um reforço externo para atender o restante da demanda, ou seja, 7,15 m³/s. Com a implantação do Projeto de Integração esse déficit poderia ser atendido através desse mesmo açude.

O Quadro a seguir apresenta a distribuição das classes de uso e ocupação da terra e cobertura vegetal correspondente à área total de Baixo Açú.

USO E OCUPAÇÃO		
Classe	Área (ha)	%
Caatinga arbórea	259	0,8
Agropecuária e caatinga arbustiva aberta	8.734	28,6
Lavoura	17.903	58,7
Solo salino exposto	141	0,5
Área inundável	2.331	7,6
Aqüicultura	27	0,1
Corpos d'água	217	0,7
Poços de petróleo	504	1,7
Área urbana	409	1,3
TOTAL	30.525	100,0

- Carnaubais (RN)

As áreas denominadas Carnaubais e Carnaubais Expansão estão situadas à margem esquerda do rio Piranhas-Açú, a jusante do açude Eng. Armando Ribeiro Gonçalves.

A fonte hídrica é o próprio rio Piranhas-Açú, controlado pelo açude citado, distante em média 4.100m e com altura manométrica de bombeamento de 63 m.

A primeira parte do projeto, com cerca de 1.000 ha e vazão média de 0,5 m³/s, pode ser suprida apenas com as águas locais.

Para a expansão, a demanda média foi estimada em 11,50 m³/s. Cerca de 35% dessa necessidade hídrica poderia ser suprida pelo próprio açude, sendo necessário um reforço externo para o restante da demanda, ou seja, 7,48 m³/s.

O Quadro a seguir apresenta a distribuição das classes de uso e ocupação da terra e cobertura vegetal correspondente à área total de Baixo Açú.

USO E OCUPAÇÃO		
Classe	Área (ha)	%
Caatinga arbórea	4.509	43,4
Agropecuária e caatinga arbustiva aberta	30	0,3
Pastagem	2.186	21,0
Lavoura	3.064	29,5
Corpos d'água	11	0,1
Poços de petróleo	596	5,7
TOTAL	10.396	100,0

- Tabuleiros de Mendubim (RN)

A área localiza-se na região central do Estado do Rio Grande do Norte, na margem esquerda do rio Piranhas/Açú, no município Açú, totalizando 8.004 ha de terras aptas para irrigação.

A área seria abastecida pelos reservatórios Eng. Armando Ribeiro Gonçalves e Mendubim, através da transposição de águas do primeiro para o segundo por um túnel escavado em rocha com 3.600 m de extensão e capacidade de 7,44 m³/s.

A demanda média foi estimada em 4,0 m³/s, que poderia ser suprida pelos açudes Mendubim e Armando Ribeiro Gonçalves, sem a necessidade de reforço externo.

O Quadro a seguir apresenta a distribuição das classes de uso e ocupação da terra e cobertura vegetal correspondente à área total de Tabuleiros de Mendubim.

USO E OCUPAÇÃO		
Classe	Área (ha)	%
Caatinga arbustiva densa	3.249	34,7
Caatinga arbustiva aberta	1.062	11,3
Vegetação de várzea	7	0,1
Pastagem	43	0,5
Lavoura	3.950	42,1
Corpos d'água	1.061	11,3
TOTAL	9.372	100,0

- Santa Cruz Apodi (RN)

A área situa-se na chapada existente na margem esquerda do rio Apodi, estendendo-se pelos municípios de Apodi e Felipe Guerra.

A primeira parte do projeto, com cerca de 9.236 ha de áreas aptas e vazão média de 4,62 m³/s, pode ser suprida apenas com as águas locais, através da captação no rio Apodi a jusante do açude Santa Cruz.

Para a expansão, com cerca de 17.136 ha de áreas aptas, a demanda média foi estimada em 8,57 m³/s, que precisaria ser totalmente suprida por um reforço externo. Com a implantação do Projeto de Integração esse déficit poderia ser atendido através do açude Santa Cruz.

O Quadro a seguir apresenta a distribuição das classes de uso e ocupação da terra e cobertura vegetal correspondente à área total de Santa Cruz Apodi.

USO E OCUPAÇÃO		
Classe	Área (ha)	%
Caatinga arbórea	1.015	3,4
Caatinga arbustiva aberta	8.869	29,4
Vegetação de várzea	263	0,9
Lavoura	9.138	30,3
Lavoura e pastagem	10.677	35,4
Corpos d'água	139	0,5
Áreas urbanas	98	0,3
TOTAL	30.199	100,0

- Passagem Funda (RN)

Trata-se de uma área localizada na chapada do Apodi, na margem esquerda do rio de mesmo nome, com cerca de 3.000 ha de terras aptas para irrigação.

A fonte hídrica é o açude Santa Cruz. Para o abastecimento dessa área seria necessária uma adutora de aproximadamente 30 km até o local da captação, que dista cerca de 4.500 m, com uma altura manométrica de bombeamento de 50 m.

A demanda média foi estimada em 1,50 m³/s, que precisaria ser totalmente suprida por um reforço externo. Com a implantação do Projeto de Integração esse déficit poderia ser atendido através do açude Santa Cruz.

O Quadro a seguir apresenta a distribuição das classes de uso e ocupação da terra e cobertura vegetal correspondente à área total de Passagem Funda.

USO E OCUPAÇÃO		
Classe	Área (ha)	%
Floresta estacional semidecidual		0,0
Caatinga arbórea	647	13,5
Caatinga arbustiva densa		0,0
Caatinga arbustiva aberta	1.343	28,1
Vegetação de várzea		0,0
Agropecuária e caatinga arbustiva aberta		0,0
Pastagem e floresta estacional alterada		0,0
Pastagem e caatinga arbustiva aberta		0,0

USO E OCUPAÇÃO		
Classe	Área (ha)	%
Pastagem		0,0
Lavoura	1.704	35,7
Lavoura e pastagem	1.068	22,4
Solo salino exposto		0,0
Área inundável		0,0
Aqüicultura		0,0
Corpos d'água	14	0,3
Poços de petróleo		0,0
Áreas urbanas		0,0
TOTAL	4.776	100,0

- Poço Verde (RN)

Trata-se de uma área situada na margem esquerda do rio do Carmo, estendendo-se pelos municípios de Upanema e Governador Dix-Sept Rosado.

A primeira parte do projeto, com cerca de 2.000 ha de terras aptas e vazão média de 1,0 m³/s, pode ser suprida apenas com as águas locais, através de uma adutora de 29 km que liga o reservatório Umari ao ponto de captação.

Para a expansão, com cerca de 9.000 ha de terras aptas, a demanda média foi estimada em 4,5 m³/s, que precisaria ser totalmente suprida por um reforço externo, através de uma adutora de 54 km que ligaria o reservatório Santa Cruz Apodi ao ponto de captação.

O Quadro a seguir apresenta a distribuição das classes de uso e ocupação da terra e cobertura vegetal correspondente à área total de Poço Verde.

USO E OCUPAÇÃO		
Classe	Área (ha)	%
Caatinga arbórea	2.468	11,5
Pastagem e caatinga arbustiva aberta	17.398	80,8
Lavoura	1.666	7,7
TOTAL	21.532	100,0

- Mossoró (RN)

A área localiza-se na margem esquerda do rio Apodi, estendendo-se pelo município de Mossoró, com um total de 6.000 ha de terras aptas para irrigação.

A fonte hídrica é o rio Apodi perenizado pelo açude Santa Cruz Apodi. O abastecimento dessa área seria feito através de uma derivação com aproximadamente 3,5 km de extensão e uma altura manométrica de bombeamento de 55 m.

A demanda média foi estimada em 3,0 m³/s, que precisaria ser totalmente suprida por um reforço externo através do açude Santa Cruz Apodi.

O Quadro a seguir apresenta a distribuição das classes de uso e ocupação da terra e cobertura vegetal correspondente à área total de Mossoró.

USO E OCUPAÇÃO		
Classe	Área (ha)	%
Caatinga arbórea	4.081	53,4
Vegetação de várzea	57	0,7
Agropecuária e caatinga arbustiva aberta	1.318	17,2
Lavoura	2.192	28,7
TOTAL	7.648	100,0

- Chapada do Castanhão (Ceará)

Trata-se de uma área localizada na Chapada do Castanhão, na margem esquerda do médio Jaguaribe, estendendo-se pelos municípios de Nova Jaguaribara, Alto Santo e São João do Jaguaribe, num total de 10.640 ha de terras aptas para irrigação.

A demanda hídrica média foi estimada em 5,32 m³/s, que poderia ser suprida apenas com as águas locais através de captação no açude Castanhão, sem a necessidade de um reforço externo.

O Quadro a seguir apresenta a distribuição das classes de uso e ocupação da terra e cobertura vegetal correspondente à área total de Chapada do Castanhão.

USO E OCUPAÇÃO		
Classe	Área (ha)	%
Caatinga arbórea	1.698	7,0
Caatinga arbustiva aberta	5.361	22,0
Vegetação de várzea	15	0,1
Lavoura	17.215	70,5
Áreas urbanas	131	0,5
TOTAL	24.420	100,0

- Jaguaribe-Apodi e Apodi-Ceará (CE)

Essas áreas localizam-se na margem direita do rio Jaguaribe, estendendo-se pelos municípios de Quixeré, Limoeiro do Norte e Tabuleiro do Norte, num total de 15.393 ha de terras aptas para irrigação.

A fonte hídrica para as duas áreas é o rio Jaguaribe a jusante do açude Castanhão. O local de captação da água foi considerado o mesmo: na barragem de derivação denominada Pedrinhas, em Limoeiro do Norte.

Para a área Jaguaribe-Apodi, a demanda média foi estimada em 2,7 m³/s, que pode ser suprida apenas com as águas locais, através do açude Castanhão.

Para a área Apodi-Ceará, a demanda média foi estimada em 5,0 m³/s. Cerca de 80% dessa necessidade hídrica também poderia ser suprida pelo açude

Castanhão, sendo necessário um reforço externo para atender o restante da demanda.

O Quadro a seguir apresenta a distribuição das classes de uso e ocupação da terra e cobertura vegetal correspondente à área total de Jaguaribe Apodi e Jaguaribe Ceará.

USO E OCUPAÇÃO		
Classe	Área (ha)	%
Caatinga arbórea	11.689	55,5
Caatinga arbustiva aberta	627	3,0
Lavoura	8.734	41,5
TOTAL	21.050	100,0

- Jaguaribe-Icapuí (CE)

Trata-se de uma área localizada na bacia do baixo Jaguaribe, que se estende pelos municípios de Jaguaruana, Aracati e Icapuí, totalizando 5.000 ha de área recomendadas para irrigação.

A fonte hídrica é o rio Jaguaribe a jusante dos açudes Orós e Castanhão. A demanda média foi estimada em 2,5 m³/s. Cerca de 80% dessa necessidade hídrica poderia ser suprida pelo açude Castanhão, sendo necessário um reforço externo para atender o restante da demanda, ou seja, 0,5 m³/s. Com a implantação do Projeto de Integração esse déficit poderia ser atendido através do próprio Jaguaribe.

O Quadro a seguir apresenta a distribuição das classes de uso e ocupação da terra e cobertura vegetal correspondente à área total de Jaguaribe-Icapuí.

USO E OCUPAÇÃO		
Classe	Área (ha)	%
Caatinga arbórea	9.608	25,5
Caatinga arbustiva aberta	13.174	34,9
Lavoura	14.952	39,6
TOTAL	37.734	100,0

- Baixo Jaguaribe (CE)

Essa área localiza-se na bacia do Baixo Jaguaribe, estendendo-se pelos municípios de Tabuleiro do Norte, Limoeiro do Norte, Russas, Quixeré, Jaguaruana e Itaiçaba, com um total de 10.000 ha de áreas recomendadas para irrigação.

A fonte hídrica é o rio Jaguaribe a jusante do açude Castanhão. A demanda média foi estimada em 5,0 m³/s. Cerca de 80% dessa necessidade hídrica poderia ser suprida pelo açude Castanhão, sendo necessário um reforço externo para atender o restante da demanda, ou seja, 1,0 m³/s. Com a implantação do Projeto de Integração esse déficit poderia ser atendido através do mesmo açude.

O Quadro a seguir apresenta a distribuição das classes de uso e ocupação da terra e cobertura vegetal correspondente à área total de Baixo Jaguaribe.

USO E OCUPAÇÃO		
Classe	Área (ha)	%
Caatinga arbórea	704	1,0
Vegetação de várzea	2.326	3,2
Pastagem e caatinga arbustiva aberta	1.010	1,4
Pastagem	341	0,5
Lavoura	50.392	69,2
Área inundável	16.337	22,4
Corpos d'água	1.168	1,6
Áreas urbanas	507	0,7
TOTAL	72.785	100,0

- Cariri Oriental (CE)

Essa área está localizada na bacia do rio Salgado, estendendo-se pelos municípios de Brejo Santo, Mauriti e Milagres. A área total recomendada para irrigação é de 20.000 ha.

O abastecimento dessa área pode ser feito através dos açudes Quixabinha e Atalho. A demanda média foi estimada em 10,0 m³/s. Cerca de 10% dessa necessidade hídrica poderia ser suprida pelo açude Quixabinha, sendo necessário um reforço externo para atender o restante da demanda. Com a implantação do Projeto de Integração esse déficit poderia ser atendido através do açude Atalho.

O Quadro a seguir apresenta a distribuição das classes de uso e ocupação da terra e cobertura vegetal correspondente à área total de Cariri Oriental.

USO E OCUPAÇÃO		
Classe	Área (ha)	%
Caatinga arbórea	6.469	4,3
Caatinga arbustiva densa	10.376	6,9
Caatinga arbustiva aberta	13.434	8,9
Agropecuária e caatinga arbustiva aberta	102.788	68,3
Lavoura	17.041	11,3
Corpos d'água	125	0,1
Áreas urbanas	368	0,2
TOTAL	150.601	100,0

- Transição Sul de Morada Nova (CE)

Trata-se de uma área localizada na margem direita do rio Banabuiú, no município de Morada Nova, com cerca de 8.000 ha de terras aptas para irrigação.

A fonte hídrica dessa área é o reservatório Castanhão, que se liga à área através do Eixo de Integração do Sertão Central. Por esse eixo, a água percorreria cerca de 40 km até o local de captação.

A demanda média foi estimada em 4,0 m³/s. Cerca de 50% dessa necessidade hídrica poderia ser suprida pelo açude Castanhão, sendo necessário um reforço externo para o restante da demanda.

O Quadro a seguir apresenta a distribuição das classes de uso e ocupação da terra e cobertura vegetal correspondente à área total de Transição Sul de Morada Nova.

USO E OCUPAÇÃO		
Classe	Área (ha)	%
Caatinga arbórea	372	1,8
Caatinga arbustiva aberta	4.034	19,6
Vegetação de várzea	134	0,7
Lavoura	16.012	77,8
Corpos d'água	27	0,1
TOTAL	20.579	100,0

- Tabuleiros de Russas (CE)

Essa área de irrigação está situada à margem esquerda do rio Jaguaribe e de seu afluente o rio Banabuiú, estendendo-se pelos municípios de Morada Nova, Limoeiro do Norte e Russas, num total de 20.335 ha de terras recomendadas para irrigação.

A fonte hídrica para uma primeira etapa (10.335 ha) é o rio Banabuiú, controlado pelos açudes Arrojado Lisboa e Pedras Brancas. A demanda média de 5,17 m³/s pode ser suprida apenas com as águas locais.

Para uma segunda etapa, a demanda média estimada em 5,0 m³/s poderia ser suprida pelo açude Castanhão, sendo necessário um reforço externo de cerca de 50% da demanda, ou seja, 2,5 m³/s, que poderia ser atendida com a implantação do Projeto de Integração.

O Quadro a seguir apresenta a distribuição das classes de uso e ocupação da terra e cobertura vegetal correspondente à área total de Tabuleiros de Russas.

USO E OCUPAÇÃO		
Classe	Área (ha)	%
Caatinga arbórea	16.184	21,3
Caatinga arbustiva aberta	5.361	7,1
Agropecuária e caatinga arbustiva aberta	7.475	9,8
Pastagem	4.934	6,5
Lavoura	41.827	55,1
Corpos d'água	144	0,2
TOTAL	75.925	100,0

Mapa nº 1 – Serra Negra/Arco Íris

Mapa nº 2 – Moxotó

Mapa nº 3 – Marí

Mapa nº 4 – Belmonte

Mapa nº 5 – Terra Nova/ GI5

Mapa nº 6 – Várzea de Sousa

Mapa nº 7 – Alto Piranhas

Mapa nº 8 – Médio Piranhas

Mapa nº 9 – Piancó

Mapa nº 10 – Alto Paraíba 1/2

Mapa nº 10 – Alto Paraíba 2/2

Mapa nº 11 – Baixo Paraíba

Mapa n° 12 – Baixo Açú

Mapa nº 13 – Carnaubais

Mapa nº 14 – Tabuleiros de Mendubim

Mapa nº 15 – Santa Cruz Apodi

Mapa nº 16 – Passagem Funda

Mapa nº 17 – Poço Verde

Mapa nº 18 – Mossoró

Mapa n° 19 – Chapada do Castanhão

Mapa nº 20 – Jaguaribe Apodi

Mapa nº 21 – Jaguaribe Icapuí

Mapa nº 22 – Baixo Jaguaribe

Mapa nº 23 – Cariri Oriental

Mapa nº 24 – Transição Sul de Morada Nova

Mapa n° 25 – Tabuleiros de Russas

c.3) Quadro Atual de Outorgas

A outorga de direito de uso dos recursos hídricos consiste em um mecanismo pelo qual o usuário recebe uma autorização, ou uma concessão, para fazer uso da água. A outorga de direito, juntamente com a cobrança pelo uso da água, constitui relevante elemento para a gestão dos recursos hídricos, contribuindo, também, para a disciplina desse uso.

Estão sujeitos à outorga pelo poder público os seguintes usos de recursos hídricos:

- derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;
- extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;
- lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;
- aproveitamento dos potenciais hidrelétricos;
- outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo d'água.

A outorga torna-se efetiva por ato da autoridade competente do Poder Executivo Federal ou dos estados. O Poder Executivo Federal deverá se articular previamente com os estados para conceder outorgas de direitos de uso de recursos hídricos em bacias hidrográficas com águas de domínio federal e estadual.

Os estados do Ceará e do Rio Grande do Norte, antecipadamente à Lei Federal 9.433/97, estabeleceram as suas normas jurídicas em relação aos recursos hídricos.

No estado do Ceará, o órgão gestor é a Secretaria de Recursos Hídricos. Em consulta a este órgão, foi informada a relação das outorgas em vigência nas bacias dos rios Salgado, Baixo e Médio Jaguaribe, conforme Quadro 5.4.2.2-28.

QUADRO 5.4.2.2-28 – OUTORGAS NAS BACIAS DOS RIOS SALGADO E BAIXO E MÉDIO JAGUARIBE

Nº PROC.	DATA FINAL	NOME DO INTERESSADO	TIPO DE USO	MUNICÍPIO	VAZÃO OUTORGADA (l/s)	HORAS POR DIA	FONTE
BACIA DO RIO SALGADO							
01429425-7	26-09-2007	SOC. AN. DE AGUA E ESGOTO DO CRATO - SAAEC	HUMANO	CRATO	15,00	24	FONTE BATATEIRA
03272796-8	17-12-2007	VALDEMAR RIBEIRO LUNA	IRRIGAÇÃO	BARBALHA	4,79	24	FONTE DO SOZINHO
98195010-8	27-07-2008	COGERH	HUMANO	ICÓ	102,25	24	AÇUDE OROS LIMA C
01429424-9	26-09-2007	SOC. AN. DE AGUA E ESGOTO DO CRATO - SAEEC	HUMANO	CRATO	10,00	12	FONTE DA BATATEIR
04058619-7	31-03-2005	SISTEMA INTEG. DE SANEAMENTO RURAL - SISAR	HUMANO	MISSAO VELHA	1,66	12	FONTE MONTE ALEG
01429423-0	26-09-2007	SOC. AN. DE AGUA E ESGOTO DE CRATO - SAAEC	HUMANO	CRATO	1,11	24	FONTE VALE VERDE
03272801-8	17-12-2013	ANTONIOBEZERRA MONTEIRO	HUMANO	CRATO	0,26	24	FONTE DOS LEANDRO
97278906-5	27-01-2008	A.C. LAZER HOTEL E TURISMO LTDA	TURISMO/LAZER	BARBALHA		8	FONTE NA CHAPADA
03272774-7	10-04-2004	FRANCISCO CARLOS DA CRUZ NEVES	PISCICULTURA	BARBALHA	1,78	24	FONTE DO CEU
03272805-0	30-01-2005	LOURIVAL PATRICIO DOS SANTOS	IRRIGAÇÃO	CRATO	6,09	6	POÇO PROFUNDO
03283407-1	15-10-2007	ASSOCIAÇÃO CONDOMINIO RURAL TANQUINHO	IRRIGAÇÃO	MAURITI	18,07	24	04 POÇOS
03272831-0	11-02-2014	SISTEMA INTEGRADO DE SANEAMENTO RURAL	HUMANO	JUAZEIRO DO NORTE	0,42	15	FONTE ENGENHO VEL
03283058-0	15-09-2013	ASSOCIAÇÃO COMUNITARIA DO SITIO BARREIROS	HUMANO	VARZEA ALEGRE	2,00	3	AÇUDE OLHO D'AGUA
03095242-5	30-08-2013	ASSOCIAÇÃO PROL DESENV RURAL DE GUARIBAS	HUMANO	CRATO	0,36	15	FONTE GUARIBAS
04058518-2	03-03-2005	JOAO BATISTA CARVALHO DE ARAUJO	IRRIGAÇÃO	BREJO SANTO	9,36	10	POÇO PROFUNDO
03272733-0	31-07-2007	SALVIO RIBEIRO DA COSTA	IRRIGAÇÃO	BARBALHA	0,86	8	RIACHO SOZINHO
03272825-5	11-02-2014	SISTEMA INTEGRADO DE SANEAMENTO RURAL	HUMANO	JUAZEIRO DO NORTE	0,55	15	FONTE BREJINHO
03435690-8	03-09-2004	RAIMUNDO RIBEIRO LUSTOZA	PISCICULTURA	L. DA MANGABEIRA	0,00	0	AÇUDE ROSARIO
03435509-0	09-02-2014	CAGECE - LAVRAS DA MANGABEIRA	HUMANO	L. DA MANGABEIRA	53,11	24	AÇUDE ROSARIO

Nº PROC.	DATA FINAL	NOME DO INTERESSADO	TIPO DE USO	MUNICÍPIO	VAZÃO OUTORGADA (l/s)	HORAS POR DIA	FONTE
BACIA DO BAIXO JAGUARIBE							
03272787-9	26-09-2007	FRANCISCO MARQUES DE OLIVEIRA	IRRIGAÇÃO	TABULEIRO DO NORTE	356,03	24	RIO QUIXERE
03234040-0	30-07-2007	LUSO CAMARAO LTDA	CARCINICULTURA	ARACATI	269,18	20	RIO JAGUARIBE
03233121-5	17-11-2004	DEL MONTE FRESH PRODUCE BRASIL LTDA	IRRIGAÇÃO	QUIXERÉ	33,73	24	5 POÇOS
03233122-3	17-11-2004	DEL MONTE FRESH PRODUCE BRASIL LTDA	INDUSTRIAL	QUIXERÉ	1,39	24	POÇO PROFUNDO
03233124-0	17-11-2004	DEL MONTE FRESH PRODUCE BRASIL LTDA	INDUSTRIAL	QUIXERÉ	13,89	24	POÇO PROFUNDO
03233123-1	17-11-2004	DEL MONTE FRESH PRODUCE BRASIL LTDA	IRRIGAÇÃO	QUIXERÉ	1,87	24	POÇO PROFUNDO
04058688-0	31-03-2005	JOAQUIM GONDIM DA SILVA	IRRIGAÇÃO	JAGUARUANA	9,50	20	POÇO TUBULAR
03233117-7	07-10-2004	DEL MONTE FRESH PRODUCE BRASIL LTDA	IRRIGAÇÃO	QUIXERÉ	57,16	24	7 POÇOS
03233119-3	17-11-2004	DEL MONTE FRESH PRODUCE BRASIL LTDA	IRRIGAÇÃO	QUIXERÉ	28,11	24	4 POÇOS
03283111-0	22-09-2007	JEOVA COSTA LIMA	PISCICULTURA	RUSSAS	22,50	12	5 POÇOS
03272651-1	03-03-2004	JOSE MILTON DE ALMEIDA FILHO	CARCINICULTURA	JAGUARUANA	27,06	24	RIO JAGUARIBE
03272735-6	31-07-2007	DEL MONTE FRESH TRADE COMP. BRASIL LTDA	INDUSTRIAL	LIMOEIRO DO NORTE	4,17	10	POÇO PROFUNDO
03272734-8	31-07-2007	DEL MONTE FRESH TRADE COMP. BRASIL LTDA	INDUSTRIAL	LIMOEIRO DO NORTE	9,72	10	POÇO PROFUNDO
03234059-1	31-07-2007	DEL MONTE FRESH TRADE COMP. BRASIL LTDA	INDUSTRIAL	LIMOEIRO DO NORTE	9,72	10	POÇO PROFUNDO
03272829-8	17-12-2004	GERALDO MAGELA COLARES MAIA	IRRIGAÇÃO	LIMOEIRO DO NORTE	2,87	18	POÇO AMAZONAS
03233109-6	17-11-2004	DEL MONTE FRESH PRODUCE BRASIL LTDA	IRRIGAÇÃO	QUIXERÉ	41,85	24	4 POÇOS
03272828-0	27-11-2007	FERNANDO MAIA DE MENDONÇA	IRRIGAÇÃO	LIMOEIRO DO NORTE	3,75	24	RIO QUIXERE
03459884-7	29-12-2004	NOLEM	IRRIGAÇÃO	QUIXERÉ	22,49	20	POÇO
03459883-9	29-12-2004	NOLEM	IRRIGAÇÃO	QUIXERÉ	22,49	20	POÇO 5
03459878-2	29-12-2004	NOLEM	IRRIGAÇÃO	QUIXERÉ	22,49	20	POÇO 4
03459879-0	29-12-2004	NOLEM	IRRIGAÇÃO	QUIXERÉ	22,49	20	POÇO 3
03459881-2	29-12-2004	NOLEM	IRRIGAÇÃO	QUIXERÉ	22,49	20	POÇO 1
03233108-8	17-11-2004	DEL MONTE FRESH PRODUCE BRASIL LTDA	IRRIGAÇÃO	QUIXERÉ	34,36	24	4 POÇOS
03459915-0	16-12-2004	JOSE ELISIO FROTA	IRRIGAÇÃO	QUIXERÉ	20,39	24	POÇO
03233001-4	30-07-2007	DAKOTA NORDESTE S/A	INDUSTRIAL	RUSSAS	3,33	15	AÇUDE ARAHIBU
03366302-5	21-11-2004	MARINE ALIMENTOS COM. IND. IMP. EXP. LTDA	INDUSTRIAL	ICAPUI	2,00	24	POÇO PROFUNDO
03355408-0	05-05-2004	MARIA SANTANA DE OLIVEIRA	PISCICULTURA	QUIXERÉ	5,68	6	POÇO AMAZONAS
03366232-0	17-11-2004	JOAO TEIXEIRA JUNIOR	IRRIGAÇÃO	QUIXERÉ	28,84	16	POÇO PROFUNDO
03272799-2	23-04-2004	ANA LODHIA VENANCIO ALMEIDA	CARCINICULTURA	JAGUARUANA	39,16	24	RIO JAGUARIBR

Nº PROC.	DATA FINAL	NOME DO INTERESSADO	TIPO DE USO	MUNICÍPIO	VAZÃO OUTORGADA (l/s)	HORAS POR DIA	FONTE
BACIA DO BAIXO JAGUARIBE (contin.)							
03272800-0	23-04-2004	ALEXANDRE VENANCIO DE ALMEIDA	CARCINICULTURA	JAGUARUANA	42,99	24	RIO JAGUARIBE
03355407-2	21-10-2007	RAIMUNDO ARISLEU GURGEL DE OLIVEIRA	IRRIGAÇÃO	LIMOEIRO DO NORTE	7,41	24	POÇO TUBULAR
03459880-4	29-12-2004	NOLEM	IRRIGAÇÃO	QUIXERÉ	22,49	20	POÇO 2
01366517-0	06-11-2006	JOAQUIM MANOEL NETO	IRRIGAÇÃO	JAGUARUANA	8,35	5	RIO JAGUARIBE
03272762-3	30-08-2007	JOSE MARIA REBOUÇAS	PISCICULTURA	JAGUARUANA	2,36	24	POÇO AMAZONAS
02095335-6	06-11-2006	BENAL BEZERRA E NUNES AQUICULTURA LTDA	PISCICULTURA	ITAICABA	14,56	24	RIO JAGUARIBE
02095336-4	06-11-2006	CIJAL COM. IND. EXP. JAG. AQUIC. LTDA	PISCICULTURA	JAGUARUANA	238,54	24	RIO JAGUARIBE
02095335-6	26-12-2006	BENAL BEZERRA E NUNES AQUICULTURA LTDA	AQUICULTURA	ITAICABA	14,65	24	RIO JAGUARIBE
02386257-2	04-02-2007	ASSOC. COMUNITARIA TIMBAUBA DO MOFUNBO	PISCICULTURA	QUIXERÉ	117,01	2	RIO JAGUARIBE
02386300-5	01-10-2005	CAPROMAR-CANARINEIRA E PROD. MARINHOS	AQUICULTURA	ARACATI	37,89	18	RIO JAGUARIBE
01366518-9	06-11-2006	GILVAN RAIMUNDO DA SILVA	IRRIGAÇÃO	JAGUARUANA	1,06	24	RIO JAGUARIBE
01344250-3	06-11-2006	ITAUEIRA AGROPECUARIA S/A	IRRIGAÇÃO	ITAICABA	18,32	24	RIO JAGUARIBE
01344302-0	06-11-2006	FRANCISCO IVAN ABREU SANTIAGO	IRRIGAÇÃO	JAGUARUANA	1,39	24	RIO JAGUARIBE
01344300-3	06-11-2006	JOAO ANTONIO MELO SERAFIM	IRRIGAÇÃO	JAGUARUANA	1,97	24	RIO JAGUARIBE
01344287-2	06-11-2006	HERMENEGILDO OLIVEIRA DE CARVALHO	IRRIGAÇÃO	JAGUARUANA	7,79	24	RIO JAGUARIBE
01344303-8	06-11-2006	RAUL IZAIAS DA COSTA	IRRIGAÇÃO	JAGUARUANA	2,12	24	RIO JAGUARIBE
02096069-7	06-11-2006	JOAO OLIVEIRA DE CARVALHO	IRRIGAÇÃO	JAGUARUANA	0,71	24	RIO JAGUARIBE
02096070-0	06-11-2006	JOSE ANTONIO DE CARVALHO	IRRIGAÇÃO	JAGUARUANA	1,08	24	RIO JAGUARIBE
01366519-7	06-11-2006	FRANCISCO HILDO DE CARVALHO	IRRIGAÇÃO	JAGUARUANA	1,17	24	RIO JAGUARIBE
03011448-9	16-05-2007	FRN ALIMENTOS DO NORDESTE	INDUSTRIAL	ARACATI	2,56	20	POÇO PROFUNDO
03232986-5	04-08-2007	PRESERVA AGROINDUSTRIA IMPORT E EXPORT.	CARCINICULTURA	ARACATI	12,29	24	RIO JAGUARIBE
02536660-2	30-05-2004	FRANCISCO ONIAS OLIVEIRA M. JUNIOR	PISCICULTURA	ITAICABA	24,24	24	CANAL DO TRABALH
03154129-1	23-04-2007	ALOISIO NOGUEIRA MENDES	IRRIGAÇÃO	QUIXERÉ	2,47	24	RIO JAGUARIBE
03154144-5	30-03-2007	SEBASTIAO DE FREITAS RABELO	IRRIGAÇÃO	LIMOEIRO DO NORTE	0,34	24	RIO BANABUIU
03011446-2	16-05-2007	FRN ALIMENTOS DE NORDESTE LTDA	INDUSTRIAL	ARACATI	2,58	20	POÇO PROFUNDO
02403592-0	01-08-2007	SAMER RAMOS M. RODRIGUES	IRRIGAÇÃO	RUSSAS	77,06	8	RIO JAGUARIBE
03011442-0	16-05-2007	FRN ALIMENTOS DO NORDESTE LTDA	INDUSTRIAL	ARACATI	2,77	20	POÇO PROFUNDO
03366231-2	17-11-2004	JOAO TEIXEIRA JUNIOR	IRRIGAÇÃO	QUIXERÉ	28,84	16	POÇO PROFUNDO
03011450-0	16-05-2007	FRN ALIMENTOS DO NORDESTE	INDUSTRIAL	ARACATI	2,56	20	POÇO AMAZONAS

Nº PROC.	DATA FINAL	NOME DO INTERESSADO	TIPO DE USO	MUNICÍPIO	VAZÃO OUTORGADA (l/s)	HORAS POR DIA	FONTE
BACIA DO BAIXO JAGUARIBE (contin.)							
03011452-7	16-05-2007	FRN ALIMENTOS DO NORDESTE	INDUSTRIAL	ARACATI	2,77	20	POÇO PROFUNDO
24036145	26-12-2006	MARCIO LUIZ MARTINS	PISCICULTURA	RUSSAS	315,13	18	RIO JAGUARIBE
02403677-3	06-12-2006	MARCOS ANTONIO DE OLIVEIRA	AQUICULTURA	JAGUARUANA	32,07	24	RIO JAGUARIBE
3007343-0	07-03-2007	JOAQUIM CARVALHO MAIA	IRRIGAÇÃO	JAGUARUANA	29,31	24	RIO JAGUARIBE
02403603-0	01-11-2006	FABRICA DE REDES ISAAC LTDA	INDUSTRIAL	JAGUARUANA	1,92	10	RIO JAGUARIBE
03011444-6	16-05-2007	FRN ALIMENTOS DO NORDESTE LTDA	INDUSTRIAL	ARACATI	2,50	20	POÇO PROFUNDO
32728506	12-02-2005	MANOEL MARCOS DE SOUZA LIMA	IRRIGAÇÃO	RUSSAS	8,10	20	POÇO AMAZONAS
03459977-0	23-01-2008	ANA MAURA RODRIGUES	CARCINICULTURA	JAGUARUANA	73,52	24	RIO JAGUARIBE
03272851-4	12-01-2005	JOSE WANDENBERG DA COSTA OLIVEIRA	IRRIGAÇÃO	RUSSAS	2,58	24	POÇO AMAZONAS
04058603-0	09-09-2004	CEARA PRODUÇÃO E EXP. DE CAMAROS LTDA	CARCINICULTURA	JAGUARUANA	62,73	24	RIO JAGUARIBE
04058604-9	09-09-2004	GRANDE RIO PROD. E EXP. DE CAMARAO LTDA	CARCINICULTURA	JAGUARUANA	66,42	24	RIO JAGUARIBE
03272853-0	22-01-2008	FRANCISCO CARNEIRO FAÇANHA	IRRIGAÇÃO	LIMOEIRO DO NORTE	4,46	24	AÇUDE BANABUIU
04058605-7	03-09-2004	COMPANHIA BRASILEIRA DE CAMAROS LTDA	CARCINICULTURA	JAGUARUANA	30,47	24	RIO JAGUARIBE
03272852-2	22-01-2014	UNIAO DAS ASSOC COM DE RUSSAS - UNACR	HUMANO	RUSSAS	0,17	13	RIO JAGUARIBE
04058668-5	01-10-2004	CRISTIANA ROCHA BRAGA	CARCINICULTURA	JAGUARUANA	82,70	24	RIO JAGUARIBE
03272855-7	03-03-2008	FRANCISCO ERLANI SOARES VIANA	IRRIGAÇÃO	LIMOEIRO DO NORTE	2,82	24	RIO JAGUARIBE
03272856-5	03-03-2005	JOSE FLORIANO MAIA	IRRIGAÇÃO	LIMOEIRO DO NORTE	5,47	9	POÇO AMAZONAS
04007917-1	03-08-2004	CEAFOR PRODUÇÃO E EXP. DE CAMARAO	CARCINICULTURA	JAGUARUANA	48,08	24	RIO JAGUARIBE
03459872-3	31-07-2004	FRANCILIO SOARES DE SOUSA	CARCINICULTURA	ITAICABA	9,20	24	RIO JAGUARIBE
04007915-5	03-08-2004	AGUA BELA PRODUÇÃO E EXP DE CAMARAO LTDA	CARCINICULTURA	JAGUARUANA	28,64	24	RIO JAGUARIBE
03459976-2	23-01-2008	ANA MAURA RODRIGUES	CARCINICULTURA	JAGUARUANA	43,07	24	RIA JAGUARIBE
03272848-4	12-01-2005	VANDERLEY SALDANHA DIOGENES	IRRIGAÇÃO	LIMOEIRO DO NORTE	3,15	20	POÇO AMAZONAS
03272830-1	17-12-2004	MARCOS ALBERTO COLARES MAIA	IRRIGAÇÃO	LIMOEIRO DO NORTE	2,87	18	POÇO AMAZONAS
04007914-7	03-08-2004	SÃO LUCAS PROD. E EXPORT. DE CAMARAO	CARCINICULTURA	JAGUARUANA	28,87	24	RIO JAGUARIBE
03366240-1	10-11-2010	CIJAL-COM IND E EXP JAGUARIBANA DE AQUICULT	CARCINICULTURA	JAGUARUANA	238,54	24	RIO JAGUARIBE
04007913-9	03-08-2004	JARA PROD. E EXPORT. DE CAMARAO LTDA	CARCINICULTURA	JAGUARUANA	31,63	24	RIO JAGUARIBE
04007912-0	03-08-2004	JAGUARIBE PROD. E EXP. DE CAMARAO LTDA	CARCINICULTURA	JAGUARUANA	32,12	24	RIO JAGUARIBE
04007809-4	13-02-2005	GERALDO VENCESLAU DA SILVA	IRRIGAÇÃO	RUSSAS	1,18	20	POÇO
04007911-2	03-08-2004	NOVO OCEANO PROD. E EXP. DE CAMARAO LTDA	CARCINICULTURA	JAGUARUANA	33,32	24	RIO JAGUARIBE
04007918-0	03-08-2004	SÃO JOSE PROD. E EXPORT. DE CAMARAO LTDA	CARCINICULTURA	JAGUARUANA	29,00	24	RIO JAGUARIBE
04058519-0	31-03-2008	CARLOS ANTONIO ROCHA GUEDES	CARCINICULTURA	ITAICABA	8,29	24	RIO JAGUARIBE

Nº PROC.	DATA FINAL	NOME DO INTERESSADO	TIPO DE USO	MUNICÍPIO	VAZÃO OUTORGADA (l/s)	HORAS POR DIA	FONTE
BACIA DO BAIXO JAGUARIBE (contin.)							
03272858-1	17-02-2008	MARIA DO SOCORRO DE LIMA	IRRIGAÇÃO	LIMOEIRO DO NORTE	28,09	24	RIO JAGUARIBE
04007916-3	03-08-2004	ATLANTICO PROD. E EXP DE CAMARAO LTDA	CARCINICULTURA	JAGUARUANA	28,55	24	RIO JAGUARIBE
03272845-0	29-12-2004	RAIMUNDO NONATO SOBRINHO	IRRIGAÇÃO	LIMOEIRO DO NORTE	3,13	24	POÇO
03272834-4	17-12-2007	HAMILTON LOURENÇO DE BRITO	IRRIGAÇÃO	QUIXERÉ	1,77	24	RIO JAGUARIBE
03410670-7	17-12-2007	JOAO BOSCO NUNES	IRRIGAÇÃO	LIMOEIRO DO NORTE	3,80	24	AÇUDE BANABUIU
03410520-4	04-12-2007	CIDCLEY GUEDES DE MELO MARTINS	IRRIGAÇÃO	LIMOEIRO DO NORTE	2,34	24	RIO BANABUIU
03459921-5	29-12-2007	LAR PROD. E COMERCIO DE PESCADO LTDA	CARCINICULTURA	RUSSAS	25,08	24	RIO JAGUARIBE
03459969-0	29-12-2007	MARCIO RAMALHO DANTAS	CARCINICULTURA	RUSSAS	42,19	12	RIO QUIXERE
03272833-6	29-12-2004	AURELIANO DA COSTA BARROS NETO	IRRIGAÇÃO	LIMOEIRO DO NORTE	11,86	13	POÇO
03459923-1	01-01-2008	MOISES MAIA DE ANDRADE	IRRIGAÇÃO	LIMOEIRO DO NORTE	2,94	24	RIO BANABUIU
03272857-3	31-03-2005	GERALDO MAGELA DE OLIVEIRA	IRRIGAÇÃO	LIMOEIRO DO NORTE	8,16	12	POÇO AMAZONAS
04058842-4	31-03-2005	VALDEVINO MOREIRA DE SOUZA	IRRIGAÇÃO	QUIXERE	9,63	12	POÇO TUBULAR
03459831-6	19-07-2004	MARLENE MONTEIRO DA SILVA	CARCINICULTURA	ITACABA	5,74	24	RIO JAGUARIBE
04058689-8	31-03-2005	JOSE DIMAS MOURA	IRRIGAÇÃO	LIMOEIRO DO NORTE	4,27	12	POÇO TUBULAR
03272849-2	31-07-2004	ZACARIAS MAIA DE OLIVEIRA JUNIOR	CARCINICULTURA	RUSSAS	15,87	4	RIO JAGUARIBE
03272844-1	29-12-2004	JOSE NILCE REGIS	IRRIGAÇÃO	LIMOEIRO DO NORTE	1,20	24	POÇO
03459924-0	29-12-2004	JOSE RIBAMAR NUNES EDUARDO	IRRIGAÇÃO	LIMOEIRO DO NORTE	5,25	24	POÇO
03459927-4	29-12-2004	ASSOC COMUNIT. RDO VICENTE DA FONSECA LIM	HUMANO	RUSSAS	1,54	3	POÇO
03459926-6	29-12-2004	ASSOCIAÇÃO BENEFICENTE COM SÍTIO BUIA	HUMANO	RUSSAS	1,67	3	POÇO
03272846-8	29-12-2004	FCO CLODOVEU VIDAL	IRRIGAÇÃO	LIMOEIRO DO NORTE	3,31	24	POÇO
03459925-8	29-12-2004	ASSOC C MA LUCIA C S. DE SÍTIO CANTO II	HUMANO	RUSSAS	2,06	11	POÇO
04058607-3	31-03-2005	ANTONIO FERREIRA DE FREITAS	IRRIGAÇÃO	QUIXERE	4,67	20	POÇO TUBULAR
03459922-3	29-12-2004	JOSE RIBAMAR NUNES EDUARDO	IRRIGAÇÃO	LIMOEIRO DO NORTE	1,04	24	POÇO

Nº PROC.	DATA FINAL	NOME DO INTERESSADO	TIPO DE USO	MUNICÍPIO	VAZÃO OUTORGADA (l/s)	HORAS POR DIA	FONTE
BACIA DO MÉDIO JAGUARIBE							
04058609-0	31-03-2008	JOSE QUERTOM PAULINO DA COSTA	IRRIGAÇÃO	S. J. DO JAGUARIBE	3,68	24	RIO JAGUARIBE
03154125-9	23-04-2007	ELIEZITO GUERREIRO DE LIMA	IRRIGAÇÃO	S. J. DO JAGUARIBE	2,14	24	RIO JAGUARIBE
04058608-1	31-03-2005	ALVARO ALMEIDA NETO	IRRIGAÇÃO	S. J. DO JAGUARIBE	10,94	8	POÇO TUBULAR
03232948-2	30-08-2007	ENTIDADE GESTORA CURUPATI III	IRRIGAÇÃO	JAGUARIBARA	25,46	24	AÇUDE CASTANHAO
00012390-1	28-02-2202	MARIA NEUZA CHAVES	IRRIGAÇÃO	TABULEIRO DO NORTE	1,89	8	POÇO
03154128-3	23-04-2007	ADAO BEZERRA LIMA	IRRIGAÇÃO	S. J. DO JAGUARIBE	2,95	24	RIO JAGUARIBE
04058820-3	31-03-2005	PEDRO FERREIRA	IRRIGAÇÃO	S. J. DO JAGUARIBE	6,86	16	POÇO TUBULAR
04058819-0	31-03-2005	OVIDIO AUGUSTO FREIRE	IRRIGAÇÃO	S. J. DO JAGUARIBE	15,22	14	POÇO AMAZONAS
02510917-0	06-11-2006	NODGE NOGUEIRA DIOGENES	IRRIGAÇÃO	ALTO SANTO	15,15	1	RIO JAGUARIBE
02510919-7	06-11-2006	NODGE NOGUEIRA DIOGENES	IRRIGAÇÃO	ALTO SANTO	6,61	24	RIO JAGUARIBE
04058772-0	31-03-2005	ASSOC. COMUNIT. JOAO FIRMINO DE ALMEIDA	HUMANO	ERERE	1,58	6	POÇO TUBULAR
04058771-1	31-03-2005	ASSOC. COMUNIT. JOAO FIRMINO DE ALMEIDA	HUMANO	ERERE	1,55	6	POÇO AMAZONAS
03460206-2	12-02-2005	LAURA MARIA MEDEIROS S. RAMOS	IRRIGAÇÃO	S. J. DO JAGUARIBE	7,52	20	POÇO AMAZONAS
03272823-9	21-11-2007	FRANCISCO HOLANDA GUIMARAES	IRRIGAÇÃO	ALTO SANTO	11,16	24	RIO JAGUARIBE
03410460-7	10-11-2007	PRISCILA REGINA CAMELO	CARCINICULTURA	JAGUARIBE	22,36	24	RIO JAGUARIBE
03272827-1	27-11-2004	FRANCISCO OLIVEIRA PEIXOTO MAIA	IRRIGAÇÃO	ALTO SANTO	11,65	8	POÇO PROFUNDO
03410677-4	17-11-2007	EXPEDITO DIOGENES FILHO	IRRIGAÇÃO	JAGUARETAMA	62,37	8	AÇUDE RIACHO DO S
03154126-7	23-04-2007	VAGNER MOREIRA LIMA	IRRIGAÇÃO	S. J. DO JAGUARIBE	3,66	24	RIO JAGUARIBE
03234071-0	30-07-2007	CLEBER JOSE PONTES MUNIZ	IRRIGAÇÃO	S. J. DO JAGUARIBE	23,27	10	POÇO TUBULAR
03272788-7	13-10-2007	FRANCISCO MARQUES DE OLIVEIRA	IRRIGAÇÃO	S. J. DO JAGUARIBE	30,98	24	POÇO PROFUNDO
03460207-0	12-02-2005	LAURA MARIA MEDEIROS S. RAMOS	IRRIGAÇÃO	S. J. DO JAGUARIBE	5,27	20	POÇO AMAZONAS
03272763-1	13-03-2004	FRANCISCO ELDER CAVALCANTE BARROSO	CARCINICULTURA	JAGUARIBE	66,03	24	AÇUDE OROS
04007546-0	12-02-2005	FRANCISCO ANTONIO MARTINS SOBREIRA	IRRIGAÇÃO	ALTO SANTO	9,41	20	POÇO AMAZONAS
03232947-4	30-08-2007	ENTIDADE GESTORA CURUPATI II	IRRIGAÇÃO	JAGUARIBARA	24,35	24	AÇUDE CASTANHAO
02386239-4	01-04-2007	FRANCISCO SEBASTIAO DA SILVA	IRRIGAÇÃO	JAGUARETAMA	0,90	24	AÇUDE BANABUIU
03154157-7	30-04-2007	FRANCISCO ESTAVO CDE LIMA	IRRIGAÇÃO	JAGUARETAMA	1,94	24	ACUDE BANABUIU
03154156-9	30-04-2007	JOSE FERNANDES DOS SANTOS	IRRIGAÇÃO	JAGUARETAMA	4,81	24	BANABUIU
03152729-9	15-06-2007	MARIA MUNIZ MENDES	IRRIGAÇÃO	S. J. DO JAGUARIBE	38,81	24	RIO JAGUARIBE
03154130-5	30-03-2007	ADAUTO CASSIANO SILVA	IRRIGAÇÃO	JAGUARETAMA	0,36	24	RIO BANABUIU
03154127-5	23-04-2007	FRANCISCO VALDENILTON RAMOS	IRRIGAÇÃO	S. J. DO JAGUARIBE	1,66	24	RIO JAGUARIBE

Na Paraíba, a gestão dos recursos hídricos é feita pela Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e Minerais (SEMARH). Não foram obtidas informações sobre as outorgas concedidas nas bacias receptoras, mas informações sobre as demandas hídricas nas bacias dos rios Paraíba e Piranhas, para os horizontes 2003, 2008 e 2023, estabelecidas no Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH-PB), atualmente em desenvolvimento. Essas demandas estão apresentadas no Quadro 5.4.2.2-29 e no Quadro 5.4.2.2-30, a seguir.

QUADRO 5.4.2.2-29 – DEMANDAS HÍDRICAS NAS BACIAS RECEPTORAS DA PARAÍBA (PERH-PB) – BACIA DO RIO PIRANHAS

BACIA DO RIO PIRANHAS	DEMANDAS HÍDRICAS (10 ³ m ³ /ano)		
	2003	2008	2023
Sub-Bacias			
Alto Piranhas	23.317	32.280	54.245
Abastecimento	4.694	5.235	7.364
Piscicultura e carcinicultura	68	68	68
Pecuária	1.083	1.083	1.083
Irrigação	16.872	25.244	44.930
Indústria	600	650	800
Médio Piranhas	113.658	109.057	96.684
Abastecimento	6.866	7.589	11.124
Piscicultura e carcinicultura	358	358	358
Pecuária	1.595	1.595	1.595
Irrigação	103.919	98.617	82.799
Indústria	920	898	808
Espinharas	51.221	50.129	47.718
Abastecimento	7.466	8.419	12.153
Piscicultura e carcinicultura	86	86	86
Pecuária	1.001	1.001	1.001
Irrigação	41.188	39.087	32.818
Indústria	1.480	1.536	1.660
Piancó	88.814	125.434	213.791
Abastecimento	11.247	12.599	18.034
Piscicultura e carcinicultura	2.352	2.352	2.352
Pecuária	3.573	3.573	3.573
Irrigação	71.095	106.372	189.326
Indústria	547	538	506
Seridó	11.334	11.473	12.472
Abastecimento	3.512	3.937	5.768
Piscicultura e carcinicultura	1.200	1.200	1.200
Pecuária	559	559	559
Irrigação	5.962	5.658	4.751
Indústria	101	119	194
Peixe	95.959	139.525	241.447
Abastecimento	8.648	9.564	13.064
Piscicultura e carcinicultura	-	-	-
Pecuária	1.775	1.775	1.775
Irrigação	84.467	126.379	224.935
Indústria	1.069	1.807	1.673
TOTAL DA BACIA	384.303	467.898	666.357

QUADRO 5.4.2.2-30 – BACIA DO RIO PARAÍBA

BACIA DO RIO PARAÍBA	DEMANDAS HÍDRICAS (10 ³ m ³ /ano)		
	2003	2008	2023
Sub-Bacias	2003	2008	2023
Alto Paraíba	29.197	34.294	46.549
Abastecimento	4.818	5.415	7.560
Piscicultura e carcinicultura	-	-	-
Pecuária	2.171	2.171	2.171
Irrigação	21.979	26.477	36.588
Indústria	229	231	230
Médio Paraíba	98.201	102.247	125.083
Abastecimento	31.516	34.981	58.685
Piscicultura e carcinicultura	65	65	65
Pecuária	1.965	1.965	1.965
Irrigação	52.607	51.952	48.750
Indústria	12.048	13.284	15.618
Baixo Paraíba	254.657	283.685	373.005
Abastecimento	93.705	109.440	170.945
Piscicultura e carcinicultura	46.929	46.929	46.929
Pecuária	2.537	2.537	2.537
Irrigação	86.736	98.850	125.154
Indústria	24.750	25.929	27.440
Taperoá	15.827	16.095	17.369
Abastecimento	4.813	5.530	8.118
Piscicultura e carcinicultura	-	-	-
Pecuária	1.538	1.538	1.538
Irrigação	9.185	8.716	7.318
Indústria	291	311	395
TOTAL DA BACIA	397.882	436.321	562.006

No Estado do Rio Grande do Norte, a responsabilidade sobre a questão de outorgas cabe à Secretaria Estadual de Recursos Hídricos. Não foi obtida a relação das outorgas vigentes nos rios de domínio estadual localizados nas bacias receptoras deste estado.

Em Pernambuco, a concessão de outorgas para os cursos d'água estaduais cabe à Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. Em consulta ao banco de dados de outorgas concedidas pelo estado de Pernambuco para os afluentes da margem esquerda do rio São Francisco, foram obtidas as informações constantes no Quadro 5.4.2.2-31.

QUADRO 5.4.2.2-31 – OUTORGAS NOS AFLUENTES DA MARGEM ESQUERDA DO RIO SÃO FRANCISCO NO ESTADO DE PERNAMBUCO

N.º Protocolo SECTMA	Requerente	Município	Bacia Hidrog.	Curso D'água	Finalidade de Uso	Q Out. (m³/dia)	Vencimento do Termo de Outorga
566-S/02	Prefeitura Municipal de Orocó	Orocó	GI-5	Riacho Paredão	Abast. Público		08-01-05
142-S/99	COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento	Águas Belas	Ipanema	Riacho Lamerão	Abast. Público	864	04-08-09
409-S/01	COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento	Pesqueira	Ipanema	Riacho Gravatá	Abast. Público	-----	23-10-04
550-S/02	INCRA	Iati	Ipanema	Riacho do Limitão	Abastecimento Humano/Animal, Piscicultura e Irrigação		27-11-04
665-S/03	COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento	Pedra	Ipanema		Abast. Público	1.488,0	05-02-14
688-S/03	COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento	Buíque	Ipanema	Riacho Mulungú	Abast. Público	168,0	05-02-14
689-S/03	COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento	Buíque	Ipanema	Riacho Mulungú	Abast. Público	2.160,0	05-02-14
760-S/03	COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento	Pesqueira	Ipanema		Abast. Público	1.755,6	05-02-14
162-S/99	Agropecuária Serrote Redondo Ltda.	Afogados da Ingazeira	Pajeú		Abast. Industrial	1.200	30-07-04
227-S/99	COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento	Itapetim	Pajeú	Rio Pajeú	Abast. Público	1.056	02-04-11
309-S/00	COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento	Afogados da Ingazeira	Pajeú		Abast. Público	8.879,464	16-03-11
388-S/01	José Marculino dos Santos	Floresta	Pajeú	Rio Pajeú	Irrigação	489,47	17-08-06
389-S/01	Aloísio Fortunato dos Anjos	Floresta	Pajeú	Rio Pajeú	Irrigação	360	17-08-06
390-S/01	Luidson de Lima e Silva	Floresta	Pajeú	Rio Pajeú	Irrigação	489	17-08-06
534-S/02	Associação dos Produtores Rurais do Assentamento Várzea do Exú	Floresta	Pajeú	Riacho Poço da Areia	Irrigação	298,1	16-09-07

N.º Protocolo SECTMA	Requerente	Município	Bacia Hidrog.	Curso D'água	Finalidade de Uso	Q Out. (m³/dia)	Vencimento do Termo de Outorga
732-S/03	COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento	Quixaba	Pajeú		Abast. Público	265,9	05-02-14
538-S/02	Prefeitura Municipal de Verdejante	Verdejante	Terra Nova		Abast. Público		23-10-04
541-S/02	Prefeitura Municipal de Verdejante	Verdejante	Terra Nova		Abast. Público		23-10-04
544-S/02	Prefeitura Municipal de Verdejante	Verdejante	Terra Nova		Abast. Público		23-10-04
547-S/02	Prefeitura Municipal de Serrita	Serrita	Brígida		Abast. Público		17-10-04
564-S/02	Prefeitura Municipal de Granito	Granito	Brígida		Irrigação e Pecuária		10-01-05
565-S/02	Prefeitura Municipal de Granito	Granito	Brígida		Irrigação e Pecuária		10-01-05
567-S/02	Prefeitura Municipal de Araripina	Araripina	Brígida	Riacho São Pedro	Abast. Público		08-01-05
718-S/03	COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento	Bodocó	Brígida		Abast. Público	366,7	05/0214
759-S/03	COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento	Araripina	Brígida		Abast. Público	3.744,0	05-02-14
656-S/03	Bella Fruta do Vale Ltda.	Lagoa Grande	Pontal	Riacho do Pontal	Irrigação	3.545,4	12-01-09
719-S/03	COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento	Afrânio	Pontal	Riacho Pau Branco	Abast. Público	1.468,8	05-02-14
721-S/03	COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento	Afrânio	Pontal	Riacho Boqueirão	Abast. Público	259,2	05-02-14
727-S/03	COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento	Dormentes	Pontal	Riacho da Roça	Abast. Público	864,0	05-02-14
731-S/03	COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento	Dormentes	Pontal	Riacho do Barreiro	Abast. Público	757,9	05-02-14

5.4.2.3 SISMICIDADE

As Áreas de Influência do Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste setentrional abrangem significativa porção da Região Nordeste do Brasil, a qual historicamente apresenta registros de intensa atividade sísmica. Essa liberação de energia sísmica reflete a compartimentação geológico-estrutural da região, cujos domínios individualizam maciços rochosos brasileiros e cinturões deformacionais, delimitados por discontinuidades geológicas transcorrentes regionais. Além da sismicidade natural, os grandes reservatórios de água podem ser responsáveis pela geração de sismos induzidos.

a) Aspectos Gerais da Distribuição de Sismos

Os abalos sísmicos registrados na região do empreendimento, de um modo geral, concentram-se em áreas que historicamente estão sujeitas à ocorrência de tremores, onde os processos geológicos atuam desde o proterozóico-paleozóico.

O Nordeste constitui-se numa das regiões de maior atividade sísmica no Brasil (CARNEIRO, 1989), onde a ativação mesozóica originou grábens e bacias interiores e marginais ao continente. O autor integrou dados geológicos, tectônicos, geotermiais e registros sísmicos, que indicaram a ocorrência de várias anomalias na região estudada. Destacam-se as áreas centro-norte do Ceará, o extremo oriental da Província Borborema (Sistema Seridó) e o Maciço São José do Campestre.

ASSUMPCÃO (1986) apud CARNEIRO (1989) afirma que a parte sul da Província da Borborema e a parte leste do Cráton de São Francisco são assísmicas, em contraste com a porção norte daquela província, que apresenta intensa atividade sísmica.

Na região do empreendimento, os sismos apresentam magnitudes médias em torno de 2,5mb e 3,2mb e, em geral, inferiores que 4,0mb. Os eventos de maior magnitude atingiram 4,6mb em Pereiro (CE). As intensidades máximas alcançaram VI e VII MM. Na região do empreendimento, existem registros de sismos históricos, como os seguintes:

- Jardim, CE 1824;
- Pereiro, CE 1913 e 1927;
- Morada Nova, CE 1921 e 1929;
- Farias de Brito, CE 1968, com magnitude de 3,0mb e intensidade de IV MM;
- São Miguel, RN 1972, com intensidade de IV MM;
- Carrapateira, PB 1975, com intensidade de VI MM;
- Floresta, PE 1981, com magnitude de 3,1mb e intensidade de IV MM;

- Cajazeiras, PB 1986, com magnitude de 3,2 e intensidade de V MM;
- Augusto Severo, RN 1990, com magnitude de 3,3mb e intensidade de III-IV MM;
- Lavras da Mangabeira, CE 1995, com magnitude de 2,5mb.

No Quadro 5.4.2.3-1, encontram-se as informações detalhadas dos Eventos Sísmicos na Área de Influência.

ASSUMPCÃO (1989) observou que a atividade sísmica no Nordeste concentra-se, principalmente, nas bordas da Bacia Sedimentar Potiguar (Figura 5.4.2.3-1), ao final desse item), onde foram registrados, dentre outros, os seguintes sismos:

- Pereiro, CE, 1968, sentido pela população por várias semanas; magnitude 4,6mb;
- Parazinho, RN, 1973, registrado pela estação NAT de Natal, por cinco meses, magnitude 4,3mb;
- Pacajus, CE, 1980, registrado pela estação ITT (Itataia) por mais de dois anos; magnitude 5,2mb;
- João Câmara, RN, 1986/1989, magnitude 5,0mb;
- Palhano, CE, 1987, magnitude 4,2mb.
- Em janeiro e fevereiro de 1968, ocorreram vários abalos sísmicos na região da cidade de Pereiro, zona fronteira dos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba. BERROCAL (1971), ao analisar os sismogramas, na época, concluiu que:
 - o maior abalo teve magnitude de 4,9 na escala Richter e intensidade VI na escala MM, com o epicentro localizado a 33 km de profundidade;
 - a região é potencialmente sujeita a tremores.

As localidades de Pacajus, Brito e Chorozinho, no Estado do Ceará, foram atingidas no dia 20 de novembro de 1980, por um forte abalo sísmico de intensidade de VI e VII MM. Esse sismo foi sentido fortemente em Fortaleza e em várias capitais do Nordeste. Foi registrado em mais de cem estações sismográficas, o que permitiu a determinação da localização do hipocentro (04°49' S e 38°27' W), a uma profundidade de 10km e magnitude de 5,1mb (BERROCAL & ASSUMPCÃO, 1982).

Os trabalhos desenvolvidos por FERREIRA (1983 e 1987), abordando a recorrência sísmica na Região Nordeste, estabeleceram como sendo praticamente certa a ocorrência de, pelo menos, um sismo de magnitude 4,0 nos próximos 20 anos, a partir de 1980, e uma probabilidade de 30% para a ocorrência de um sismo de magnitude 5,0 nos próximos 20 anos. Determinou também como de 0,32 anos o tempo necessário para ocorrer um sismo de magnitude 3,0. Para um sismo de 3,5mb, o tempo seria de 1,17 anos, e, para um de 4,0mb, de 4,27 anos.

b) Fatores Condicionantes dos Sismos

A atividade sísmica que historicamente atinge a Região Nordeste evidencia um nítido controle estrutural, onde a liberação de energia sísmica, em geral, ocorre em áreas afetadas por falhamentos ou convergência de estruturas. Diversos registros e trabalhos desenvolvidos na região estabelecem esta relação.

O sismo ocorrido na região de Jardim (CE), em 1824, teve seu epicentro junto às falhas de gravidade localizadas na borda leste da Chapada do Araripe.

Os abalos que atingiram Morada Nova no Ceará, em 1929 e 1947, ocorreram em sedimentos localizados em áreas controladas por estruturas tectônicas.

Os sismos que atingiram a região de Pereiro, no Ceará, ocorreram de forma mais intensa ao longo de zonas de falhamentos transcorrentes de direção SW-NE, circundando o maciço granítico de Pereiro. Segundo BERROCAL (1971), os abalos sentidos em 1968 na região de Pereiro, CE, são de origem tectônica, ligados à presença das falhas.

O evento sísmico de Carrapateira (PB) ocorreu próximo à zona de convergência de falhas transcorrentes e de gravidade junto ao lineamento de Patos.

O evento ocorrido em Palhano, Estado do Ceará, consistiu, segundo BERROCAL (1971), "de um surto de atividade sísmica, estudado com cinco estações sismográficas durante dez dias após o primeiro grande sismo, de magnitude 4,2mb, ocorrido em outubro de 1988. Os eventos estavam confinados aproximadamente numa faixa de 2,5 km a 5,0 km de profundidade. A distribuição espacial dos hipocentros mostrou que a ruptura ocorreu ao longo de um plano de orientação WNW-ESE e grande mergulho para NNE. Um mecanismo focal composto indicou movimento predominantemente transcorrente dextral com pequena componente normal." Estas características são muito parecidas às de outros sismos próximos da Bacia Potiguar.

O epicentro do sismo localiza-se sobre uma falha regional de direção NE. Entretanto, essa feição não parece ser diretamente relacionada à sismicidade de Palhano, devido à distribuição dos hipocentros ocorrerem ao longo do plano WNW-ESE.

Localizada a oeste das Áreas de Influência, a cidade de Groaíras, no Ceará, sofreu, em março de 1988, dois abalos sísmicos, com magnitudes de 4,1mb e 3,9mb, com epicentros situados, aproximadamente, 20 km a leste da cidade. Evidências indicaram que os eventos foram predominantemente do tipo "strike-slip", com pequena componente normal, com direção aproximadamente N-S, que pode ser interpretada como a direção do plano da falha.

O evento de Groaíras é consistente com o modelo regional, onde a direção de stress σ_1 é aproximadamente WNW-ESE, coincidente com as direções que desenvolveram os principais sismos na Região Nordeste.

A Falha de Samambaia localiza-se a leste do limite oriental das Áreas de Influência e consiste de uma estrutura regional, de direção N40E, com aproximadamente 30km de extensão que atinge a cidade de João Câmara, RN. A atividade sísmica ao longo da Falha de Samambaia iniciou-se em agosto de 1986 (na cidade de João Câmara, RN), tendo sido registrados, até março de 1989, mais de 25.000 eventos.

A falha é monitorada, constantemente, pela Rede Sismográfica de João Câmara (4 estações), onde foi constatado o crescimento da falha na direção NE, em pelo menos 3,0 km, com intensa atividade na região de Riacho Seco, onde a maior magnitude alcançou 3,9mb em outubro de 1988.

c) Zonas Sismogênicas

Diversos pesquisadores realizaram estudos no sentido de estabelecer um zoneamento para os domínios de ocorrências de atividade sísmica na região do empreendimento. SADOWSKI (1978) definiu a Província Sísmica do Nordeste. ASSUMPÇÃO (1989) definiu a Zona Sísmica do Nordeste. Mais recentemente, MIOTTO (1993) sugere a Zona Sismogênica de Pacajus (CE), Açú (RN) e Caruaru (PE).

c.1) Zona Sismogênica de Pacajus

A Zona Sismogênica de Pacajus situa-se na parte leste do Estado do Ceará, abrangendo os grandes cinturões de cisalhamento de Quixeramobim e de Senador Pompeu, e as falhas de Orós e Jaguaribe. As falhas de cisalhamento têm cinemática dextral, desenvolvidas em regime dúctil. Os corpos graníticos intrusivos acompanham os traços estruturais, chegando a paralelizar com as faixas transcorrentes.

DIVERSOS EPICENTROS SÃO REGISTRADOS NAS PROXIMIDADES DO CINTURÃO DE CISALHAMENTO DE SENADOR POMPEU. OS SISMOS DE PACAJUS E PALHANO CORRESPONDEM ÀS MAIORES MAGNITUDES E INTENSIDADES DA ZONA GERADORA, INDICANDO A PRESENÇA DE FALHAS ATIVAS NAS LOCALIDADES REFERIDAS. INCLUEM OS SISMOS DE JARDIM, MORADA NOVA (2,0MB), AÇUDE DE ORÓS (2,3MB) E LAVRAS DA MANGABEIRA. A

Figura 5.4.2.3-2, no final deste item, ilustra a Zona Sismogênica de Pacajus.

c.2) Zona Sismogênica de Açú

A Zona Sismogênica de Açú compreende vasta área do empreendimento, abrangendo desde o litoral norte do Rio Grande do Norte até as proximidades do Lineamento de Patos, com grande número de corpos graníticos proterozóicos e formas sigmoidais SW-NE, tendendo ao sul, para orientações E-W, conforme a

estrutura de Patos, que consiste de uma faixa transcorrente dextral, a partir da qual diversas descontinuidades se estendem para o norte.

Os sismos da região de Pereiro (CE) estão incluídos nessa zona sismogênica, bem como, também, os de Farias Brito, São Miguel, Carrapateira e Cajazeiras, dentre outros. O de Pereiro atingiu intensidade VII MM e magnitude 4,6 mb; o sismo de Carrapateira VI MM; o de Augusto Severo atingiu intensidade de IV MM e magnitude de 2,3mb. A Figura 5.4.2.3-3, ao final desse item, ilustra a Zona Sismogênica de Açu.

c.3) Zona Sismogênica de Caruaru

Consiste de uma zona geradora de sismos que compreende a região desde o Lineamento de Pernambuco e falhas transcorrentes, até a Bacia Tucano-Jatobá. Dominam migmatitos e corpos de granitóides proterozóicos. O lineamento Pernambuco foi reativado no Paleozóico e Mesozóico, sendo ainda ativo ao longo de sua metade oriental. O sismo de Floresta posiciona-se alinhado de acordo com o Lineamento de Pernambuco. A Figura 5.4.2.3-4, ao final desse item, ilustra a Zona Sismogênica de Caruaru.

d) Sismos Induzidos

Além dos processos naturais controladores da atividade sísmica da Região Nordeste, fatores ligados à ação antrópica, como a construção de barragens e reservatórios d'água, para a geração de energia e abastecimento humano, são responsáveis pela geração de sismos induzidos.

Os sismos gerados por barragens são geralmente pequenos, mas alguns atingem magnitudes moderadas. Os sismos induzidos por barramentos de água nem sempre são causados unicamente pelo reservatório, mas, sim, devido à preexistência de forças tectônicas nele acumuladas e, potencialmente, prestes a romper.

A Barragem do Açu, construída no rio Açu, no Rio Grande do Norte, tem nível d'água máximo da ordem de 31,0m, equivalente a um volume de $2,4 \times 10^9 \text{m}^3$. Para o monitoramento dos sismos induzidos pelo reservatório, foi instalada a estação BA01, em agosto de 1987, estando atualmente em operação. Posteriormente, foram instaladas as estações BA02 e BA03, BA04, BA05 e BA06.

Inicialmente, o monitoramento registrou a ocorrência de atividade sísmica a menos de 25 km, em torno da estação. Os pesquisadores observaram a existência de correlação entre o nível d'água do reservatório e a atividade. Foram registrados pelo menos 11 eventos com magnitudes maiores que 1,7mb, que foram sentidos na cidade de Nova São Rafael. Em junho de 1990, um sismo atingiu a magnitude de 2,6mb, estimada por sua duração.

No ano de 1992, a atividade sísmica ocorreu ao longo de todo o ano, numa média de 20 eventos por mês. Os epicentros concentraram-se a sudeste e sudoeste da cidade de Nova São Rafael, ocorrendo dentro do reservatório, estando eles alinhados segundo a direção nordeste.

FERREIRA (1993) concluiu que, apesar da pequena espessura da lâmina d'água, pelo menos nos três primeiros anos de monitoramento, pode-se afirmar que a sismicidade é induzida pelo reservatório. Segundo ele, o conjunto de sismos pode ser representado por uma falha transcorrente com pequena componente normal, consistente com esforços predominantemente compressivos, de direção aproximada leste-oeste. A direção da falha é coincidente com a estruturação geral do embasamento na região, constituindo um importante fator de controle da sismicidade nos entornos da Bacia Potiguar.

O reservatório de Itaparica, no rio São Francisco, localizado no entorno das Áreas de Influência, está sendo monitorado desde fevereiro de 1983, primeiramente pela estação de Sobradinho, e, a partir de dezembro de 1986, pela Rede Sismográfica de Itaparica. Segundo BERROCAL (1989), a atividade sísmica desde antes do enchimento do reservatório, se caracteriza por abalos da ordem de 3,1mb, cuja maioria estaria associada ao Lineamento de Pernambuco, nas proximidades de Floresta, PE, situada 20 km ao norte do reservatório.

Em Itaparica, a atividade sísmica está restrita à ocorrência de vários microtremores próximos às estações ITR3 e ITR5. As magnitudes insignificantes desses eventos sugerem tratar-se de acomodações das camadas superficiais da Bacia Tucano-Jatobá, devido à sobrecarga do volume d'água.

A atividade sísmica existente na área do reservatório de Sobradinho vem sendo monitorada desde 1978. BERROCAL (1988) afirma que a Rede Sismográfica de Sobradinho registrou, desde aquela data, aproximadamente 200 eventos sísmicos, que ocorreram tanto nos entornos do reservatório, como em regiões mais distantes, como os sismos do sul do Pará (1980) e Pacajus, CE (1980).

Na área do reservatório, a atividade sísmica consiste de pequenos sismos e microtremores, com epicentros no reservatório ou próximos das margens e por um número significativo de pequenos abalos com epicentros 50 e 150 km para sudeste de Sobradinho. Os eventos que ocorrem dentro do reservatório, ao longo do leito original do rio São Francisco, possivelmente estão associados, segundo o autor acima citado, a feições tectônicas regionais.

Em julho de 1979, ocorreu a maior atividade sísmica, provavelmente induzida, ocorrendo, após esse evento, uma vaga correlação entre o volume do reservatório e a ocorrência de sismos, não permitindo que se associem os eventos diretamente com a indução pelo reservatório.

QUADRO 5.4.2.3-1 – INFORMAÇÕES DETALHADAS DOS EVENTOS SÍSMICOS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA

Localização Epicentral	Data Ocorrência	Horário	Coordenadas do Epicentro	Erro Epicentral	Intensidade Máxima	Magnitude	Tempo de Duração	Área Afetada	Profundidade Focal	Principais Estudos Realizados	Observações Macrossísmicas e Outras	Relações Com Estruturas Geológicas	Relações com Feições Geotécnicas
Jardim (CE)	00.00.1824	--	07° 59' S 39° 28' W	--	--	--	--	--	--	Berrocal et al (1984)	--	Sítio de rochas cretáceas; proximidade com falhas gravitacionais na borda leste da Chapada do Araripe. Zona Sismogênica de Pacajus.	--
Pereiro (CE)	00.08.1913	a noite	06° 04' S 38° 46' W	--	--	--	--	--	--	Berrocal et al (1984)	--	Maciço granitóide limitado a oeste pela extensa Falha de Jaguaribe (SW-NE). Zona Sismogênica e Açú	--
Pereiro (CE)	00.00.1927	00 h	06° 04' S 38° 46' W	--	IV MM	--	--	--	--	Berrocal et al (1984)	Abalo sísmico pela meia-noite que agitou fortemente as redes, acordando todas as pessoas. Não se observaram rachaduras em paredes de construções.	Maciço granitóide de Pereiro limitado à oeste pela extensa Falha de Jaguaribe (SW-NE). Limite oeste da Zona Sismogênica de Açú.	--
Morada Nova (CE)	05.10.1929	--	05° 11' S 38° 37' W	--	--	--	--	--	--	Berrocal et al (1984)	Rochas do embasamento recobertas por sedimentos terciário-quadernários da Formação Faceira, na mesma direção da Falha de Jaguaribe. Zona Sismogênica de Pacajus.	Sedimentos inconsolidados aluvionares e terciário-quadernários consolidados.	--
Morada Nova (CE)	18.11.1947	--	05° 11' S 38° 37' W	--	--	--	--	--	--	Berrocal et al (1984)	Segundo moradores, um dos maiores sismos sentidos em Morada Nova.	Rochas do embasamento recobertas por sedimentos terciário-quadernários da Formação Faceira, na mesma direção da Falha de Jaguaribe. Zona Sismogênica de Pacajus.	Sedimentos inconsolidados aluvionares e terciário quadernários consolidados.
Serra dos Macacos (RN)	12.01.1968	23h55 m51s	06° 09' S 38° 44' W	10 km	VI MM. Réplicas de 12, 18 e 19.01.1968 com III-IV MM.	3,9	Cerca de 13 s	25.000 km ²	--	Ferreira (1983), Berrocal et al (1984)	Tremor de terra de considerável intensidade seguido de pequenos abalos de menor intensidade. Nas localidades de Frade, Junco, Serra dos Macacos (RN) e cidade de Pereiro(CE) a intensidade alcançou VI MM, provocando quebra de vidros em mercearias, queda de louças de armários, queda de telhas. Rachaduras em paredes de 60 a 70 casas, tetos estalaram e construções comuns parcialmente destruídas. Pedras rolaram das encostas. Pessoas, em pânico, saíram de suas casas.	Maciço granitóide de Pereiro, limitado a oeste pela extensa Falha de Jaguaribe. Zona Sismogênica de Açú.	--

Localização Epicentral	Data Ocorrência	Horário	Coordenadas do Epicentro	Erro Epicentral	Intensidade Máxima	Magnitude	Tempo de Duração	Área Afetada	Profundidade Focal	Principais Estudos Realizados	Observações Macrossísmicas e Outras	Relações Com Estruturas Geológicas	Relações com Feições Geotécnicas
Serra dos Macacos (RN)	15.02.1968	10h20 m48s	06° 09' S 38° 44' W	10 km	VI MM	4,1	3 a 4 s	6.700 km ²	--	Ferreira (1983), Berrocal et al (1984)	Tremor forte sentido com maior intensidade em Pereiro (CE) e Serra dos Macacos. Rachaduras em várias construções, queda de torrões de casa de taipa, telhas tremeram. População em pânico chegou a deixar Pereiro, bem com lavradores. Carimbos de escritório caíram de seu suporte.	Noticiou-se o aparecimento de fendas junto ao sopé da Serra dos Macacos. Zona Sismogênica de Açú.	--
Serra dos Macacos (RN)	23.02.1968	11h23 m02s	06° 09' S 38° 44' W	5 km	VII MM. Réplicas até o fim de fevereiro, com o máximo de IV MM	4,6	--	84.000 km ²	--	Ferreira (1983) Berrocal et al (1984). Os estudos destes últimos autores trazem extensa lista de eventos (cerca de 35) da atividade verificada no ano de 1968, no polígono das cidades de Pereiro (CE), Dr. Severiano e São Miguel (RN).	Forte tremor sentido com maior intensidade em Pereiro, Frade, Jaguaruana, Junco, Jurema, São Miguel e nas Serras dos Macacos e do Urubu (VII MM). 80 a 90% das casas em Pereiro sofreram rachaduras, rupturas e destruição parcial, sem desabamento completo; queda de telhas; pessoas em pânico deixaram casa e cidade. Queda de utensílios domésticos de prateleiras, de reboco do teto da igreja. A representação da área afetada tornou-se mais importante que a descrição de efeitos, modificando-se os seus contornos para tentativa de correlação com o substrato rochoso.	Noticiou-se o aparecimento de fendas no terreno junto ao sopé da Serra dos Macacos. Junto à foz do Banabuiú no Jaguaribe verifica-se um ligeiro aumento da intensidade regional, onde estão presentes sedimentos inconsolidados e sedimentos consolidados terciário-quadernários. O contorno da intensidade VI MM praticamente se restringe ao maciço granitóide de Pereiro. Zona Sismogênica de Açú.	Possível amplificação de ondas na área de sedimentos inconsolidados. Contornos mais elípticos obedecem o domínio do maciço granitóide.
Farias Brito (CE)	00.03.1968	--	06° 92' S 39° 58' W	--	IV MM	3	--	--	--	Ferreira (1983), Berrocal et al (1984)	Tremor de terra que deixou em sobressalto a população de Farias Brito.	Zona Sismogênica de Açú.	--
São Miguel (RN)	04.06.1972	01h 30 m	06° 21' S 38° 50' W	--	IV MM	3	Alguns segundos	--	--	Ferreira (1983), Berrocal et al (1984)	Tremor de terra sentido em São Miguel que fez com que a população acordasse e entrasse em pânico. Pessoas saíram às ruas gritando por socorro.	Zona Sismogênica de Açú.	--
Caarapat eira (PB)	24.10.1975	--	07° 04' S 38° 34' W	--	VI MM	--	--	--	--	Berrocal et al (1984)	Três abalos ocorreram em Carrapateira, que causaram pânico na população, rachaduras nas paredes e piso da igreja de Santo Afonso, e nos prédios da Prefeitura Municipal e do grupo escolar Monsenhor Sales.	Área de convergência de falhas transcorrentes e gravitacionais junto ao Lineamento de Patos, próximo do Açude Coremas - Mãe D'Água, na Serra de Santa Catarina. Zona Sismogênica de Açú.	--

Localização Epicentral	Data Ocorrência	Horário	Coordenadas do Epicentro	Erro Epicentral	Intensidade Máxima	Magnitude	Tempo de Duração	Área Afetada	Profundidade Focal	Principais Estudos Realizados	Observações Macrossísmicas e Outras	Relações Com Estruturas Geológicas	Relações com Feições Geotécnicas
Floresta (PE)	02.11.1981	08h37m05s	08° 61' S 38° 45' W	05 km	--	3,1	--	--	--	Berrocal et al (1984)	Tremor de terra sentido em várias localidades do município de Floresta (PE): Aticum, Lagoa da Entrada, Malhada da Pedra e Riacho do Cipó.	Área de efeitos alinhada com a direção da estrutura do Lineamento de Pernambuco e a borda da bacia sedimentar Recôncavo / Tucano / Jatobá. Zona Sismogênica de Caruaru.	--
Floresta (PE)	02.11.1981	11h57m13s	08° 61' S 38° 45' W	05 km	IV MM	3,1	--	300 km ²	--	Berrocal et al (1984)	Tremor sentido em várias localidades do município de Floresta (PE), provocando barulho acompanhado de estrondo nas localidades de Aticum, Lagoa da Entrada, Malhada Vermelha, Mira Selva, Poço de Areia e Rancharia.	Área de efeitos alinhada na direção das estruturas do Lineamento de Pernambuco e da borda nordeste da bacia sedimentar do Recôncavo/Tucano/Jatobá. Zona Sismogênica de Caruaru.	--
Floresta (PE)	04.11.1981	00h16m51s	08° 58' S 38° 50' W	05 km	IV MM	3,1	--	200 km ²	--	Berrocal et al (1984)	Tremor de terra sentido em várias localidades do município de Floresta (PE) provocando barulho do telhado, painéis e copos, choque na cama, acompanhado de estrondo nas localidades de Aticum, Floresta, Folha Miúda, Lagoa da Entrada, Malhada da Pedra e Olho D'Água.	Área de efeitos alinhada à direção das estruturas do Lineamento de Pernambuco e à borda nordeste da bacia sedimentar do Recôncavo/Tucano/Jatobá. Zona Sismogênica de Caruaru.	--
Açude de Oros (CE)	11.02.1984	10h55m8,7s	06° 25' S 39° 10' W	40 km	--	2,3	--	--	--	SBGf (1985)	--	Epícentro junto a falhas gravitacionais das rochas cretáceas e do Terciário-Quaternário. Zona Sismogênica de Pacajus.	--
Cajazeiras (PB)	13.06.1986	21h23m24,6s	06° 86' S 38° 59' W	10 km	V MM	3,2	--	660 km ²	--	SBGf (1986)	Abalo sísmico sentido nos municípios de Cajazeiras, Bom Jesus e Cachoeira dos Índios (PB) e Ipalmerim (CE). Na periferia de Cajazeiras e Bom Jesus, garrafas caíram das prateleiras.	Epícentro junto às estruturas do Lineamento de Patos. Zona Sismogênica de Açú.	--
Cajazeiras (PB)	14.06.1986	03h06m55s	06° 86' S 38° 59' W	10 km	--	2	--	--	--	SBGf (1986)	Abalo sentido em Cajazeiras.	Epícentro junto às estruturas do Lineamento de Patos. Zona Sismogênica de Açú.	--
Santa Maria da Boa Vista (PE)	15.07.1986	12h27m40s	08° 50' S 40° 45' W	30 km	--	1,5	--	--	--	SBGf (1986)	--	Epícentro do prolongamento da Falha de Sobradinho e Lineamento do Baixo São Francisco. Zona Sismogênica de Paraguaçu.	--

Localização Epicentral	Data Ocorrência	Horário	Coordenadas do Epicentro	Erro Epicentral	Intensidade Máxima	Magnitude	Tempo de Duração	Área Afetada	Profundidade Focal	Principais Estudos Realizados	Observações Macrossísmicas e Outras	Relações Com Estruturas Geológicas	Relações com Feições Geotécnicas
Morada Nova (CE)	22.02.1988	19h27m18s	05° 00' S 38° 20' W	30 km	--	2	--	--	--	SBGf (1986)	--	--	--
Augusto Severo (RN)	10.11.1990	18h43m03s	05° 90' S 37° 30' W	05 km	III-IV MM	2,1	--	700 km ²	04 km	SBGf (1991)	A atividade sísmica em Augusto Severo começou provavelmente em 16/09/1990, dia em que foram registrados 19 eventos pela estação IPA. A atividade de novembro começou dia 08. O abalo sísmico chegou a balançar camas e fogão fazendo várias pessoas saírem às ruas em Augusto Severo.	Epicentos na área de diques de diabásio cretáceos, alinhados a E - W. Zona Sismogênica de Açú.	--
Augusto Severo (RN)	11.11.1990	01h37m55s	05° 90' S 37° 30' W	05 km	III-IV MM	2,3	--	700 km ²	04 km	SBGf (1991)	A atividade sísmica em Augusto Severo começou provavelmente em 16/09/1990, dia em que foram registrados 19 eventos pela estação IPA. A atividade de novembro começou dia 08. O abalo sísmico chegou a balançar as camas e fogão fazendo várias pessoas saírem às ruas em Augusto Severo.	Epicentros na área de diques de diabásio cretáceos, alinhados a E-W. Zona Sismogênica de Açú.	--
Pereiro (CE)	07.02.1991	21h13m14s	06° 06' S 38° 49' W	30 km	--	2,8	--	--	--	SBGf (1992)	--	Zona Sismogênica de Açú.	--
Pereiro (CE)	17.02.1991	06h34m33s	06° 06' S 38° 49' W	30 km	--	2,1	--	--	--	SBGf (1992)	--	Zona Sismogênica de Açú.	--

FIGURA 5.4.2.3-1

FIGURA 5.4.2.3-2

FIGURA 5.4.2.3-3

FIGURA 5.4.2.3-4