

PROJETO ÁRIDAS

Uma Estratégia de Desenvolvimento Sustentável para o Nordeste



GT II - RECURSOS HÍDRICOS

GT 2.5 - QUALIDADE E CONSERVAÇÃO DA
ÁGUA COM VISTAS AO DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL NO SEMI-ÁRIDO NORDESTINO.

Raimundo Oliveria de Souza
Francisco Suetônio Mota

Coordenação Geral:

COORDENAÇÃO DA
PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA

711.2: 63:504 (213.504)

NOBRE P - ARIDA

V.1 N.1



Ministério da
Integração Nacional



PROJETO ÁRIDAS



Uma Estratégia de Desenvolvimento Sustentável para o Nordeste



GT II- RECURSOS HÍDRICOS

**II.5 - QUALIDADE E CONSERVAÇÃO DA ÁGUA COM
VISTAS AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
NO SEMI-ÁRIDO NORDESTINO.**

**Raimundo Oliveria de Souza
Francisco Suetônio Mota**

Versão Preliminar, sujeita à revisão.
Circulação Restrita aos participantes
do Projeto ARIDAS



PROJETO ÁRIDAS



Um esforço colaborativo dos Governos Federal, Estaduais e de Entidades Não-Governamentais, comprometidos com os objetivos do desenvolvimento sustentável no Nordeste.

O ARIDAS conta com o apoio financeiro de Entidades Federais e dos Estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Sergipe e Bahia, particularmente através de recursos do segmento de Estudos do Programa de Apoio ao Governo Federal.

A execução do ARIDAS se dá no contexto da cooperação técnica e institucional entre o Instituto Interamericano de Cooperação para Agricultura-IICA e os Estados, no âmbito do PAPP.

ORGANIZAÇÃO

Coordenação Geral: **Antônio Rocha Magalhães**
Coordenador Técnico: **Ricardo R. Lima**

GTI - RECURSOS NATURAIS E MEIO AMBIENTE

Coordenador: **Vicente P. P. B. Vieira**

GT - II - RECURSOS HÍDRICOS

Coordenador: **Vicente P. P. B. Vieira**

GT III - DESENVOLVIMENTO HUMANO E SOCIAL

Coordenador: **Amenair Moreira Silva**

GT IV - ORGANIZAÇÃO DO ESPAÇO REGIONAL E AGRICULTURA DE SEQUEIRO

Coordenador: **Charles Curt Meller**

GT V - ECONOMIA, CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Coordenador: **Antônio Nilson Craveiro Holanda**

GT VI - POLÍTICAS DE DESENVOLVIMENTO E MODELO DE GESTÃO

Coordenador: **Sérgio Cavalcante Buarque**

GT VII - INTEGRAÇÃO COM A SOCIEDADE

Coordenador: **Eduardo Bezerra Neto**

Cooperação Técnica-Institucional IICA: **Carlos L. Miranda** (Coordenador)

COORDENAÇÃO GERAL:

Secretaria de Planejamento, Orçamento e Coordenação
da Presidência da República
Seplan-PR - Esplanada dos Ministérios - Bloco K - sala 849
Telefones: (061) 215-4132 e 215-4112
Fax: (061) 225-4032



PROJETO ÁRIDAS



COLEGIADO DIRETOR

Presidente: Secretário-Executivo da Seplan-PR

Secretário: Coordenador Geral do ARIDAS

Membros:

Secretários-Executivos dos Ministérios do Meio ambiente e Amazônia Legal, da Educação e Desportos e da Saúde;

Secretário de planejamento e Avaliação da Seplan-PR;

Secretário de Planejamento do Ministério da Ciência e Tecnologia;

Secretário de Irrigação do Ministério da Integração Regional;

Superintendente da Sudene;

Presidente do Banco do Nordeste do Brasil;

Presidente da Embrapa;

Presidente do IBGE;

presidente do Ibama;

Presidente da Codefasv;

Diretor Geral dos Dnocs;

Presidente do Ipea;

Representante da Fundação Esquel Brasil (Organização Não Governamental)

CONSELHO REGIONAL

Membros:

Secretários de Planejamento dos Estados participantes do ARIDAS;

Suplentes: Coordenadores das Unidades Técnicas do PAPP;

Coordenador geral do Aridas;

Representante da Seplan-PR;

Representante da Sudene;

Representante do BNB;

Representante do Ipea;

Representante da Embrapa;

Representante do Codevasf;

Representante da Secretaria de Irrigação do Ministério da Integração Regional;

COMITÊ TÉCNICO

Presidente: Coordenador Geral do aridas;

Membros:

Coordenadores de GT Regionais;

Coordenadores Estaduais;

Representante da Seplan-PR;

Representante da Sudene;

Representante da Embrapa;

Representante do IBGE;

Representante do Codevasf;

Representante da Secretaria de Irrigação/MIR;

Representante do DNAEE;

Representante do Dnocs;

Representante do IICA





1. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL

Os recursos hídricos da região Nordeste vêm sofrendo a ação degradadora do homem, já apresentando, muitos deles, condições indesejáveis de qualidade, com prejuízos para os seus usos.

Embora não existam muitos dados sobre a qualidade das águas dos recursos hídricos da região, as informações disponíveis conduzem à conclusão que, em grande parte, os mananciais foram alterados pelas atividades desenvolvidas em suas bacias hidrográficas.

De um modo geral, os planos de aproveitamento dos recursos hídricos têm dispensado pequena atenção ao aspecto de conservação da água, encontrando-se poucas recomendações visando à manutenção da qualidade da água necessária aos seus diversos usos.

O uso inadequado que o homem faz dos recursos hídricos e do solo de suas bacias hidrográficas tem provocado alterações na qualidade da água dos mesmos, prejudicando as suas diversas utilidades.

No caso da região Nordeste, é importante considerar que as condições ambientais contribuem para prejudicar ainda mais a qualidade da água. Fatores climáticos, tais como, baixa precipitação pluviométrica, altas temperaturas e elevada evaporação, associados às características do solo raso e da rala cobertura vegetal, concorrem para o agravamento da situação.

Além disso, a ação degradadora do homem, através dos desmatamentos, da acumulação e uso não controlado da água e do lançamento de impurezas nos mananciais, é responsável pelos problemas de qualidade da água, verificados atualmente.

Em grande parte da região, os problemas se tornam mais graves devido à intermitência dos cursos de água. Tendo vazão zero durante grande parte do ano, os mesmos não podem ser usados como diluidores de despejos. O lançamento de esgotos, mesmo tratados, nesses recursos hídricos, significa o escoamento de águas com teores não recomendáveis de poluentes, pelas calhas do curso de água, em determinados períodos do ano. Nesses casos, não se pode utilizar a capacidade de autodepuração dos mananciais para a diluição de despejos.

Os principais problemas de qualidade de água dos recursos hídricos da região são:

- salinização;
- turbidez e assoreamento;
- poluição.

Embora a região em estudo apresente, como um todo, características similares, esses problemas ocorrem de forma diferente em suas diversas áreas, em função dos condicionantes ambientais e dos tipos de uso e ocupação dos mesmos. Assim, os problemas de poluição orgânica são, geralmente, mais graves junto aos aglomerados urbanos de portes médio e grande, podendo acontecer no meio rural, como conseqüência da presença de agro-indústrias. A poluição por fertilizantes e pesticidas ocorre, principalmente, como conseqüência da sua utilização em atividades agrícolas. O assoreamento dos recursos hídricos ocorre no meio rural, como resultado do desmatamento intenso, acontecendo também nas áreas urbanas.

A seguir, é apresentado um diagnóstico da qualidade da água na região, com base nos dados que foram possíveis obter.

1.1. Salinização da Água

Um dos grandes problemas que afetam a qualidade da água no Nordeste brasileiro, principalmente no semi-árido, diz respeito à presença de concentrações de sais solúveis nos corpos hídricos. Esta característica, normalmente presente com mais intensidade nos açudes, pode provocar inconveniências consideráveis para a agricultura da região, como também para os solos cultiváveis.

A água tem sido classificada em quatro grupos, dependendo do seu conteúdo salino, expresso em condutividade elétrica.

Pode-se empregar água de baixa salinidade na irrigação da maioria das culturas e solos, porém a medida que a salinidade aumenta, torna-se cada vez menos adequada para plantas de alta sensibilidade aos sais e solos de baixa permeabilidade. Águas com altas concentrações de sais somente podem ser usadas para culturas com boa tolerância e em solos de alta permeabilidade.

Quanto maior a quantidade de sódio, maiores os riscos de aparecer problemas de estrutura e pH. O sódio é estimado em função da relação de sua absorção, mas o efeito potencial de um SAR (Relação de Adsorção de Sódio) depende, também, da concentração total de sal solúvel contida na água e na solução do solo. Para dado SAR, os problemas crescem com o aumento da concentração salina, podendo existir uma evolução extremamente rápida. Neste trabalho tentar-se-á apresentar um estado da atual situação dos corpos hídricos, no semi-árido nordestino, com relação à presença de concentrações salinas, bem como os riscos que este fenômeno pode trazer para o desenvolvimento sustentável da região.

Nas áreas potencialmente salinas, onde os níveis de sal e água variam constantemente, o sistema permanente de irrigação deve estar fundamentado

num esquema em que haja o balanço entre a entrada de água e sais no terreno e a saída de ambos pela drenagem. O balanço anual ou de um ciclo de cultura não deve apresentar picos de acúmulo durante o período. Desta forma, a entrada da água é composta das componentes: profundidade de irrigação, chuva efetiva, ascensão capilar; enquanto que a saída de água ocorre por percolação, evapotranspiração, mudanças da reserva de água. Para os casos dos sais, tem-se: entrada-sais na água de irrigação, sais das águas subterrâneas trazidas pela ascensão capilar; enquanto que a saída ocorre pelo sal precipitado no solo, sal na cultura, e sal na água de percolação.

Para o balanço ano a ano, as entradas e saídas devem ser iguais. Entretanto, para o caso das áreas potencialmente irrigáveis do semi-árido nordestino, estudos mostram que isto não ocorre. O que tem ocorrido é um aumento cada vez mais intenso nas concentrações de sais, principalmente nos açudes, colocando em risco todo um possível processo de produção agrícola na região, bem como causando grandes danos na qualidade do solo semi-árido.

A situação dos mananciais hídricos do Nordeste brasileiro, com relação aos aspectos de salinização, apresenta um quadro bastante complexo, para uma análise mais profunda, tendo em vista a grande ausência de estudos referentes a este tema. Como se sabe, os problemas de salinização tornam-se mais evidentes nas águas retidas para a formação dos açudes. Entretanto, dados da SUDENE mostram que existem, hoje, distribuídos pelo polígono das secas, cerca de 70.000 açudes de pequeno porte, cujos estudos se encontram num nível bastante incipiente. Situação mais crítica ocorre com relação aos mananciais de águas subterrâneas. Neste caso, pouquíssimos estudos, com geração de dados que apresentem os níveis de salinidade nesses corpos de água, têm sido produzidos de modo a permitir a apresentação de um diagnóstico da atual situação dos teores de sais dissolvidos nos mananciais do Nordeste.

É importante esclarecer que muitos desses açudes foram construídos de formas pouco recomendadas, sem considerar a potencialidade hidrológica da área e sem os cuidados necessários para a preservação da qualidade da água armazenada, especialmente com relação à salinização. Este fato pode contribuir para agravar ainda mais os problemas em termos de perdas das condições de uso, não somente do reservatório como também dos solos irrigados.

Preocupada com o agravamento desses problemas, a SUDENE, em convênio com o Departamento de Recursos Naturais, Grupo de Trabalho de Hidrometeorologia e do ORSTOM (França) sob o comando de A. LARAQUE, organizou um dispositivo de monitoramento de qualidade da água, de 30 açudes do semi-árido, escolhidos de acordo com sua representatividade no contexto da distribuição geográfica, grau de salinidade, dados existentes, parâmetros hidrológicos básicos, facilidade e apoio logísticos, ajustando um

modelo computacional, que permitiu avaliar a variação de salinização dos açudes, sob o efeito da evaporação. Os resultados deste trabalho serão apresentados e discutidos a seguir.

Basicamente, este estudo adotou uma estratégia de acompanhamento de apenas alguns açudes nos estados do Ceará, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Paraíba, que permitisse se estabelecer um quadro geral da atual situação do semi-árido.

Foram realizados estudos que permitiram atingir as seguintes etapas:

Estabelecer algumas relações entre a química dos solos e das rochas da bacia hidrográfica e a hidroquímica de certo número de açudes escolhidos por sua representatividade.

Determinar as principais reações químicas que intervêm no açude, no decorrer do ano, tais como:

Concentração e precipitação de sais em períodos secos, sob influência da evaporação.

Dissolução e diluição em período úmido.

Evidenciar as relações quantitativas e qualitativas existentes entre a salinidade, a condutividade elétrica (CE), o volume do açude e a natureza da bacia.

Criar ou adaptar um modelo de simulação determinística, que permita reproduzir a evolução, no tempo, da qualidade das águas dos açudes, em função das perdas de água dos reservatórios, evaporação e infiltração, e das contribuições das chuvas e da bacia. Este modelo seria ajustado para as diversas bacias, com diferentes solos.

Finalmente, elaborar normas que visem melhorar o manejo das águas para irrigação, levando-se em conta o aspecto qualitativo das águas.

Os açudes estudados foram classificados em quatro categorias e se encontram registrados no quadro 01.

Foram aplicados nos processos de simulação desses estudos os programas:

Programa "SISEAU" - que permite a manutenção e atualização dos arquivos de dados hidroquímicos dos diferentes açudes estudados; acompanhar a evolução química das águas de cada açude; classificar a água de acordo com as normas do USSL (diagrama de Wilcox ou diagrama de Riverside).

Programa "PIPER" - que permite posicionar, automaticamente, os resultados de análise nos diagramas triangulares do Piper, a fim de determinar os aspectos geoquímicos da água de um açude, acompanhar suas variações

nas diversas estações, e, daí, produzir as reações químicas que poderão acontecer.

Modelo SIMSAL que é um modelo determinista, que permite prever a evolução das concentrações de sal dos açudes, durante a estação seca, dos volumes armazenados, das evaporações, das infiltrações e das captações para irrigação.

Os resultados desses estudos mostraram que os indicadores da salinização sofrem uma influência muito grande do clima. O quadro 02 mostra este fato de forma muito clara. A condutividade elétrica evolui de forma bastante acentuada nos períodos de julho a dezembro, período em que ocorre ausência de chuvas. As relações do SAR extremos variam, no mesmo período, entre 1,8 e 9.

Entretanto, considerando o uso da água para irrigação, pode-se observar que alguns dos açudes estudados, apresentam, mesmo na época seca, condições de uso, sem causar riscos de provocar degradação do solo e das culturas.

Quadro 1: Sumário dos açudes estudados com relação à salinização da água

Nº	PROJETO	LOCAL		UF	CATEGORIA
12*	Pedro Alcântara	- Faz. Cachoeira	Sítio Dos Nunes	PE	PP
14*	Raimundo A. Muniz	- Faz. Almas	Terra Nova	PE	
2*	Manuel A. Arruda	- S. São Gonçalo	Catolé do Rocha	PB	
10*	Pedro Alves da Costa	- Sta. Isabel	Catolé do Rocha	PB	
8*	José Alves da Silva	- Saco do André	Jericó	PB	
16	Fazenda Tamanduá	- Açude Conceição	Sta. Terezinha	PB	
17	Fazenda Tamanduá	- Açude Tamanduá	Sta. Terezinha	PB	
4*	Cícero Bezerra da Costa	- Pai Bastião	Caicó	RN	
6*	Cícero Pereira	- Sítio Bonito	Caicó	RN	
18	Paulo Gomes Barreto	- Fazenda Ramada	Barcelona	RN	
20	Pedro F. Campos	- Fazenda Riacho Fundo	Barcelona	RN	
22	Geraldo Suassuna	- Fazenda Campos	S. P. do Potengi	RN	
24	Aroldo de Sá Bezerra	- Novos	S. P. do Potengi	RN	
26	Cândido B. Cavalcanti	- Fazenda Bonanças	Riachuelo	RN	
		- Fazenda Divisão			
36*	Açude Novo	- Fazenda Firmeza	Sumé	PB	BHR
87*	Marmeleiro Velho		Sumé	PB	
88*	Marmeleiro Novo	- Fazenda Firmeza	Sumé	PB	
89*	Açude B.R. 412		Sumé	PB	
91*	Açude Sacada		Sumé	PB	
02*	Jaçana	- S. Posto do Boi	Sumé	PB	
90	Riacho Jatobá		Monteiro	PB	
85	Açude Jatobá		Monteiro	PB	
86	Açude Uruçu		Monteiro	PB	
94	Riacho do Meio		Monteiro	PB	
28*	Açude Moquem		Tauá	CE	
30	Açude Luzimar		Tauá	CE	
32	Açude Chico		Tauá	CE	
34*	Açude Açudinho	Tauá	CE		
74*	Sítio Riacho do Boi		Umaru	PE	AS
72*	Sítio Lagoa da Esmera		Bezerros	PE	
52	Fazenda São Pedro		Caruaru	PE	
58	Rio Batinga		Belo Jardim	PE	
68*	Fazenda Caiantina		Sanharó	PE	

* 18 Açudes totalmente equipados e estudados

FONTE: SUDENE. 1989

Quadro 02: Fatores de concentração do NA, CE, SAR e classes extremas das águas durante o ano hidrológico 1978/88, para os 12 açudes estudados.

Nº DO AÇUDE	FCNa	CONDUTIVIDADE*		(2)	SAR MIN	SAR MAX	(4)	CLASSE DA ÁGUA (USSL-1954)	
		MIN (1)	MAX (2)	(1)	(3)	(4)	(3)	MIN	MAX
P2	5,91	232	625	2,70	1,25	2,82	2,25	C ₁ S ₁	C ₂ S ₁
P4	7,79	238	909	3,82	1,11	5,44	4,90	C ₂ S ₁	C ₃ S ₁
P6	5,06	100	370	3,70	0,53	1,55	2,92	C ₁ S ₁	C ₂ S ₁
P8	8,18	77	416	5,40	0,42	2,51	5,97	C ₀ S ₁	C ₂ S ₁
P12	5,50	109	385	3,54	0,54	4,89	9,00	C ₁ S ₁	C ₂ S ₁
P14	4,48	77	200	2,60	0,19	0,35	1,84	C ₀ S ₁	C ₁ S ₁
P16	3,24	250	476	1,90	0,83	2,07	2,49	C ₁ S ₁	C ₂ S ₁
P17	3,58	243	526	2,16	0,88	2,30	2,61	C ₁ S ₁	C ₂ S ₁
P52	?	?	18500	?	?	13,67	?	?	C ₆ S ₄
P68	41,50	2942	45450	15,45	3,30	23,46	7,10	C ₄ S ₁	C ₆ S ₄
P72	27,50	555	15384	27,72	2,48	16,49	6,65	C ₂ S ₁	C ₆ S ₄
P74	4,24	4348	12200	2,80	5,61	10,39	1,85	C ₄ S ₂	C ₆ S ₄

* Para os açudes salinizados P52, P68, P72 e P74, os dados maiores referem-se ao final da seca de 1987, enquanto, os dados menores correspondem ao começo da época chuvosa de 1988. Estamos aqui diante de uma diluição.

FONTE: SUDENE. 1989

Por outro lado, para o grupo dos açudes salgados, os resultados indicam que no final da estiagem os indicadores de salinização atingem valores bastante elevados, mostrando assim que as águas desses açudes não são adequadas para irrigação. É importante notar que esses açudes possuem um trajetória bastante peculiar. Primeiramente, esses reservatórios são pouco profundos, em conseqüência predominando uma grande taxa de evaporação; são bastante velhos, o que mostra uma maior concentração no decorrer do tempo; são mal dimensionados, o que revela que, quando isto ocorre, há sangramento com baixa freqüência. A história desses açudes mostra que, no passado, tinham uma água de melhor qualidade, a qual era largamente utilizada para as necessidades domésticas e para o abastecimento do rebanho. O quadro 03 mostra os resultados desses açudes.

Por exemplo, os resultados mostram que os açudes do projeto piloto possuem águas aceitáveis para irrigação durante todo o período de estiagem. Por outro lado, os resultados indicam ainda que os açudes considerados no grupo salgados possuem indicadores bastante altos, que significa sua inadequação para o uso na irrigação.

Alguns outros estudos sobre salinização dos açudes foram executados mostrando como resultados a mesma tendência apresentada no trabalho desenvolvido pela SUDENE.

DUQUE (1975) em seu trabalho sobre o solo e água do Polígono das Secas, concluiu que nos solos dos açudes as bases trocáveis predominantes são, em ordem decrescente, cálcio, magnésio, sódio, potássio e manganês. O autor considera que a presença do sódio nas albitas e em outros minerais associados aos feldspatos contribui para a salinização dos solos.

TODD (1959) concluiu também que em locais onde a evaporação é muito intensa e as águas salgadas, o sódio acompanha o movimento de subida da água por capilaridade, acumulando-se na superfície, chegando a formar depósitos salinos. Estes depósitos serão arrastados durante as próximas chuvas, contribuindo para aumentar a concentração de sais nas águas superficiais.

SANTIAGO (1984) mostra os vários processos que podem modificar a concentração de sais na água de um açude. Um dos processos estudados apenas são as perdas por evaporação. Neste caso, o volume diminui, a concentração aumenta e a massa permanece constante porque a saída de sais por evaporação é desprezível.

Este processo ocorre também na recarga de aquíferos, quando a água sofre forte evapotranspiração durante a infiltração.

Um outro processo analisa a situação da perda de água de um reservatório pela tomada de água e por infiltração. Neste caso, o reservatório perde massa e volume, mas conserva a concentração. Estas duas perdas são equivalentes quando o reservatório é bem misturado.

Finalmente, um último processo aborda a situação em que o açude perde água por evaporação, pela tomada de água e por infiltração. Logo a massa e o volume diminuem e a concentração aumenta com o tempo.

Segundo SANTIAGO (1984), esses processos são identificados como responsáveis pela salinização das águas superficiais e subterrâneas.

LEAL (1966) estudando a bacia hidrográfica do rio Pajeú, em Pernambuco, concluiu que a salinização das águas desta bacia pode ser atribuída a fatores, tais como clima, litologia, tipo de drenagem e regime fluvial, enfocando o clima como sendo o maior responsável pela composição química das águas.

CRUZ e MELO (1968) identificaram as características químicas das águas subterrâneas, em rochas cristalinas, como sendo resultantes, principalmente, de condições climáticas. Segundo os autores, o aumento do conteúdo de cloretos seria decorrente da evaporação e estaria intimamente ligado às características do reservatório, onde a presença de fraturas em conexão com aluviões, favorece o enriquecimento em profundidade, devido aos vários ciclos de exposição à evaporação na superfície.

Analisando algumas amostras de águas subterrâneas, CRUZ e MELO (1969) concluíram que os fatores determinantes da salinização, por ordem de importância, são: o clima, o modo de ocorrência do aquífero (livre ou confinado), as condições de circulação da água e a natureza geológica. CRUZ e MELO (1974) propõem um modelo para explicar a origem da alta salinidade das águas do cristalino no Nordeste brasileiro. Segundo os autores, o principal

Quadro 03: Evolução das percentagens iônicas dos açudes salinizados (p52, p68, p72, p74) na seca 1987-88.

NÚMERO DO AÇUDE	DATA	CÁTIONS			ÂNIONS		
		Ca	Mg	Na+K	Cl	SO ₄	HCO ₃ +CO ₃
P.52	03/08/87	29.00	41.78	29.21	91.89	6.02	2.07
	02/12/87	34.28	37.37	28.34	95.27	4.20	0.52
	04/12/87	32.83	34.99	32.17	97.18	1.33	1.47
	22/12/87	36.01	37.78	26.20	95.13	4.22	0.64
	26/01/88	23.61	26.72	49.66	89.76	9.29	0.93
P.68	05/08/87	15.08	37.35	47.56	86.26	12.23	1.49
	03/12/87	17.84	44.66	37.49	93.64	5.27	1.07
	22/12/87	14.97	45.91	39.10	97.10	2.37	0.51
	27/01/88	15.66	45.07	39.26	95.10	4.48	0.41
P.72	06/08/87	12.55	19.43	68.00	82.17	14.25	3.56
	24/09/87	12.71	25.87	61.40	94.68	3.38	1.92
P.74	06/08/87	14.16	31.20	54.63	93.28	3.00	3.70
	24/09/87	15.71	42.48	41.80	93.57	2.90	3.51
	02/12/87	15.38	41.31	43.30	95.34	2.30	2.34
	23/12/87	15.91	39.31	44.77	95.74	1.69	2.55
	37/01/88	13.34	40.91	45.74	98.02	0.55	1.41

FONTE: SUDENE. 1989

processo que controla a salinização pode ser considerado de origem climática, uma vez que as águas parecem adquirir a sua composição química a partir da concentração progressiva por evaporação. As perdas de água por evaporação se dariam, principalmente, nos aluviões dos riachos e as pequenas quantidades de água que chegam às fraturas já seriam concentradas em sais. Devido à circulação restrita dentro dos reservatórios-fenda, as águas das fraturas vão progressivamente se enriquecendo em sais, enquanto as águas dos aluviões, sujeitas a maior circulação e renovação anual, mostram variações em sua salinidade, em função das precipitações anuais. Por causa dessas diferenças na circulação, as águas dos aluviões são menos salinizadas, com maior proporção de bicarbonatos, enquanto as águas das fraturas são mais salinizadas e mostram-se enriquecidas em cloretos.

SALATI et al. (1974), utilizando isótopos naturais, mostrou que as águas subterrâneas da região cristalina são, de modo geral, recentes e apresentam fracos sinais de evaporação antes da recarga.

SANTIAGO (1984), estudando o reservatório Pereira de Miranda, explora o mecanismo da salinização a partir de criteriosos estudos. Segundo a autora, as águas subterrâneas da região semi-árida do Nordeste apresentam elevadas concentrações salinas, principalmente, nas áreas de rochas cristalinas. As águas superficiais também apresentam uma tendência à salinização, especialmente no armazenamento em açudes.

Da interpretação dos dados obtidos neste trabalho foi possível verificar a influência do processo de lixiviação e do deslocamento subsuperficial de

água subterrânea, transportando sais para os reservatórios superficiais, e a importância da tomada de água como um mecanismo para diminuir a massa de sais nas águas.

O aumento da massa de sais no reservatório vai depender, então, da área da bacia contribuinte, e pode ser contrabalançada pelo uso de suas águas, que é o processo responsável pela perda de sal, uma vez que a percolação da água dos reservatórios não é muito intensa.

O mecanismo de salinização das águas subterrâneas é mais complexo; as águas poderiam chegar ao aquífero já salinizadas ou adquirirem sais durante seu tempo de residência no aquífero.

A autora concluiu ainda que, com a chegada das primeiras chuvas, os reservatórios recebem massas significativas de sais provenientes de lixiviação do solo. Se as primeiras precipitações são muito intensas, o aumento da massa de sais é rápida e a lixiviação pode ser completa, trazendo para o açude 2,8 toneladas de cloretos por Km² de bacia.

Finalmente, os estudos mostram que os aumentos nas massas de sais, nas águas dos açudes, ocorrem durante os períodos úmidos, provenientes de escoamento superficial e subsuperficial, e o processo efetivo de perdas de sais se dá pela tomada de água. Logo, as águas armazenadas nos açudes devem ser intensivamente utilizadas para retirar o sal que é acumulado no período úmido e concentrado no período seco.

SIQUEIRA et al. (1982), usando estudos isotópicos e químicos dos aquíferos da Região de Frecheirinha - Ceará, mostram que, de uma maneira geral, as águas localizadas na região apresentam um bom nível de potabilidade. A qualidade das águas superficiais satisfaz aos padrões internacionais, enquanto nas águas subterrâneas só os poços localizados em Corraú e Aprazível estão fora desses padrões. Verifica-se que a qualidade das águas melhora durante as épocas de chuvas, mas não o suficiente para que essas amostras possam ser consideradas potáveis.

O autor conclui também que o principal fator de poluição das águas da região é a contaminação por matéria orgânica ocorrente em locais povoados. De maneira ainda amena, em relação aos padrões internacionais estabelecidos, as águas superficiais e subterrâneas de alguns locais apresentam-se sob a influência de sulfatos, na sua maioria oriundos de fertilizantes e inseticidas utilizados em culturas desenvolvidas na Serra de Ibiapaba.

Finalmente, o autor conclui que a influência dos aerossóis atmosféricos naturais contribui para a salinização das águas da região na época invernal. Estes aerossóis são ricos em sódio e cloro, principalmente o sódio, conforme revelaram as análises químicas.

Quadro 04: Concentrações de sais nas águas da região de Freicheirinha-Ceará

Nº no mapa	Concentrações (ppm)															
	Ca ²⁺		Mg ²⁺		Na ⁺		K ⁺		Cl ⁻		SO ₄ ²⁻		HCO ₃		NO ₃	
	Jan/ Mai	Jul	Jan/ Mai	Jul	Jan/ Mai	Jul	Jan/ Mai	Jul	Jan/ Mai	Jul	Jan/ Mai	Jul	Jan/ Mai	Jul	Jan/ Mai	Jul
01	33.26	59.32	87.03	30.00	80.00	290.00	6.50	150.00	591.78	476.43	180.00	44.20	124.46	366.00	16.00	13.80
02	153.60	24.80	34.43	5.84	100.00	230.00	4.55	80.00	344.06	263.68	54.08	0.00	125.00	408.70	125.00	110.35
03	338.28	96.60	142.4	85.40	260.00	520.00	16.00	150.00	1049.34	978.96	245.00	24.00	336.00	408.70	56.00	40.00
04	5.45	1.50	0.10	0.50	10.00	20.00	0.45	3.90	14.47	18.30	3.00	6.70	14.40	13.50	5.00	9.00
05	4.30	1.60	7.24	2.00	18.00	23.00	1.50	19.50	52.28	43.06	0.00	0.00	4.40	32.00	6.00	6.65
06	111.58	40.00	18.09	38.00	54.00	50.00	1.00	30.00	171.68	125.30	0.00	190.00	350.14	36.60	6.00	3.50
07	14.80	22.00	7.80	10.00	50.00	53.00	17.00	17.00	84.13	70.52	3.00	96.00	7.32	0.00	40.00	9.50
08	98.12	39.70	11.96	27.20	36.00	38.00	1.00	5.00	86.01	70.50	3.00	48.00	312.32	173.30	3.00	12.40
09	103.00	39.70	11.59	27.20	36.50	38.00	1.25	5.00	111.48	70.50	140.00	48.00	82.96	173.30	2.66	12.40
10	3.09	59.30	1.22	45.00	3.00	40.00	0.50	5.00	8.95	95.44	1.00	45.00	6.10	298.20	2.20	2.22
11	5.77	5.00	0.56	1.20	5.00	10.00	1.00	2.00	9.63	11.86	3.00	25.00	8.54	0.00	8.00	2.66
12	5.77	10.00	2.46	2.70	9.00	7.00	2.50	2.90	19.27	33.90	0.00	0.00	21.96	4.88	6.64	1.00
13	27.70	5.00	5.83	2.70	19.50	23.00	1.25	3.00	40.66	11.78	1.00	24.00	97.60	48.80	2.20	1.00
14	28.86	32.00	6.81	20.00	19.00	23.00	1.25	5.00	41.29	65.26	3.20	0.00	102.48	145.18	3.50	1.20
15	7.70	31.26	4.16	17.00	17.50	23.00	2.00	3.00	26.84	49.66	7.50	0.00	36.60	161.20	1.00	2.00
16	20.76	1.50	7.17	1.50	17.50	10.00	2.50	2.50	51.61	13.05	4.00	0.00	69.54	10.00	4.00	4.45
17	2.32	2.00	1.46	0.60	5.00	23.00	1.00	3.00	9.63	18.20	2.00	27.00	7.56	4.90	3.50	2.22
18	3.45	5.00	1.24	7.25	3.00	20.00	1.00	2.00	6.26	27.86	6.00	0.00	7.32	53.68	3.10	1.00
19	-	32.50	-	15.20	-	30.00	-	25.00	-	96.62	-	40.00	-	36.60	-	2.22
20	-	5.00	-	2.00	-	8.00	-	2.00	-	9.22	-	19.20	-	7.20	-	3.54
21	18.08	20.00	5.47	15.00	39.00	40.00	5.50	6.00	83.95	70.50	1.00	70.00	46.36	39.20	1.80	2.20
22	-	5.00	-	6.30	-	6.00	-	3.00	-	11.66	-	25.00	-	9.80	-	3.54
Máx. Perm.	150 - 200		125		200		-		250		250		500		20	

FONTE: SIQUEIRA et al. 1982

FREIRE et al. (1983), estudando os aquíferos superficiais e profundos da região do Iguatu-Ceará, concluíram que alguns poços daquela região não atendem aos limites de potabilidade. Mais precisamente, nos poços profundos como Barro Alto e Varzinha, Cajazeiras, em janeiro, e Estrada, em agosto, foram encontradas condições de não potabilidade. O mesmo acontece nos poços Amazonas, Sítio Tanques, Antonico, Sítio Garrote e Faé, em agosto.

O autor concluiu também que, de maneira geral, as águas podem ser usadas para irrigação, com algumas restrições no tipo de cultura e solo, sendo a água de Barro Alto não aconselhável para qualquer tipo de cultura.

Segundo estudos desenvolvidos no Estado do Piauí, junho (1994), 88% das águas da bacia sedimentar do Piauí são potáveis, não havendo restrições para o seu uso, quer para consumo humano, quer para irrigação. Contudo, no volume 3 parte I do inventário de Recursos Naturais da Bacia do Parnaíba (DNAEE/CNEC-1980), as águas do rio Canindé, Itaim, Fundo e Piauí são classificadas como C2-S e C3-S, oferecendo riscos entre média e alta salinidade e sendo desaconselhável o seu uso em solos com deficiência de drenagem.

O Inventário Hidrogeológico do Nordeste (SUDENE, 1977) apresenta uma classificação da qualidade das águas subterrâneas por unidade

hidrológica, mostrando que, nas formações sedi-mentares predominam águas de baixa salinidade, por vezes alcalinas, de dureza baixa, potáveis, de passáveis a boas para irrigação; e nas formações cristalinas, os depósitos são salinos/alcalinos, de dureza alta, grande parte não potáveis, e de mau a medíocres para irrigação.

PEREIRA et al. (1990) estudaram a qualidade da água para irrigação na região do Seridó-RN. Os autores realizaram seus estudos através do monitoramento de 32 fontes em 16 municípios, as quais foram amostradas durante 4 anos. Nestas amostras foram feitas determinações de pH, condutividade elétrica, cátions, ânions e cálculo do RAS-ajustada. As águas foram classificadas quanto a salinidade, sodicidade e toxicidade. Foram identificadas 12 fontes com água de excelente qualidade para irrigação (C1S2T1), com salinidade e toxicidade baixas e sodicidade média; 11 fontes de qualidade boa e regular (C2S2T2), com salinidade, sodicidade e toxicidade

Quadro 03: Resumo da classificação de águas para irrigação por classe representativa, município e localização da fonte.
Seridó - RN, 1982-85.

CLASSE REPRESENTATIVA/ QUALIDADE DA ÁGUA	MUNICÍPIO	FONTE DE ÁGUA
C ₁ S ₂ T ₁ Excelente	Currais Novos Cruzeta Carnaúba dos Dantas Carnaúba dos Dantas São João do Sabugi São João do Sabugi São Fernando São Fernando Jardim de Piranhas Jardim de Piranhas Jucurutu Jucurutu	Montante Açude Dourados Montante Açude Cruzetas Poço IBDF-rio-cidade Poço São Vicente-rio-5 Km cidade Montante Açude Santo Antônio Jusante Açude Santo Antônio Poço Rio Seridó - Boa Vista Cacimba 5 Km jusante - Bestas Bravas Rio Piranhas - cidade Rio Piranhas - 5 Km jusante Rio Piranhas - cidade Rio Piranhas - 5 Km jusante
C ₂ S ₂ T ₂ Boa a Regular	Acari Acari Parelhas Jardim do Seridó Ouro Branco Ouro Branco Caicó Caicó Serra Negra do Norte Serra Negra do Norte São Vicente	Montante Açude Marechal Dutra Jusante 4 Km - Rio Acauã Montante Açude Caldeirão Montante Açude Zangarelha Rio Quipauá - 5 Km montante cidade Rio Quipauá - cidade Montante Açude Itans Montante Açude Mundo Novo Montante Barragem Espinharas Jusante 1 Km Espinharas Rio Quinquê - Juremal
C ₃ S ₂ T ₂ Ruim	Cruzeta Caicó	Jusante Açude - 5 Km Rio São José Rio Seridó - altura AABB
C ₃ S ₂ T ₃ Ruim	São José do Seridó São José do Seridó Florânia Florânia São Vicente	Rio São José - Poço da Bonita Rio São José - 5 Km jusante cidade Rio Poço Urubu - Poço cidade Rio Poço Urubu - Poço 5 Km jusante Rio Quinquê - Torrão
C ₄ S ₂ T ₃ Péssima	Parelhas Jardim do Seridó	Rio dos Quintos - 5 Km jusante Rio da Cobra - 5 Km jusante açude

FONTE: PEREIRA et al. 1990



médias; 7 fontes de qualidade ruim (C3S2T2-T3) , com salinidade alta, sodicidade média e toxicidade de média a alta; e 2 fontes de péssima qualidade (C4S2T3), com muito alta salinidade, sodicidade média e toxicidade alta. O quadro 5 identifica cada fonte com sua respectiva classe.

Estudos realizados pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Turismo-SEMATUR do Estado do Maranhão mostraram que as principais bacias do Estado não apresentam problemas de salinidade que possam preocupar as autoridades ambientais. Com relação à água subterrânea naquele Estado, os estudos mostraram, através da análise de 251 poços tubulares, que são bastante baixos os teores de salinidade, havendo algumas restrições apenas aos aquíferos da Ilha de São Luís, onde se concentra atualmente o maior número de indústrias. Neste caso, os resultados mostraram que os níveis de salinização são bastante consideráveis. O quadro 6 apresenta dados físico-químicos de alguns poços distribuídos em 09 municípios maranhenses.

Quadro 06: Características físico-química e profundidade de poços tubulares de 09 municípios maranhenses.

Município	Prof. (m)	pH	Ca mg/l	Mg mg/l	Dureza Total mg/l	Sulfatos mg/l	Cloretos mg/l	Alcalinidade HCO - 3 mg/l	Fe mg/l	Condutividade mhos/s
Benedito Leite	70	7,82	60	23,8	248	4,38	24	225	0	500
Sucupira do Norte	450	10,37	3,2	3,4	22	18,26	9,0	0	3,25	200
Dom Pedro Alcântara	350	8,40	42	13,0	160	20,62	16	180	0,3	250
	-	5,96	24	14,0	118	33,64	37	67	0,3	750
Alto Parnaíba	80	8,20	19	19,0	126	7,68	1,0	84	0	312
Tasso Fragoso	78	7,48	8	14,0	78	6,70	1,0	55	0	225
Olho d'Água das Cunhas	93	6,80	13	8,3	166	29,50	37,0	33	1,6	250
Zé Doca	184	8,40	40	13,0	154	21,60	16,0	150	0	200
Bom Jardim	166	8,30	20	2,43	60	22,60	26,0	180	0	375

Fonte: CAEMA, 1991 (adaptado por Rodrigues).

De qualquer forma, os resultados desses estudos, apesar de escassos, considerando a problemática dos recursos hídricos do semi-árido nordestino, mostram uma situação que comprova a existência de áreas bastante críticas nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. A presença de açudes mal construídos, sem especificações técnicas, tem contribuído, de forma considerável, à degradação da qualidade da água dessas bacias. Este fato exige o desenvolvimento de uma política de controle e uso das águas nessas regiões, de forma a evitar o colapso total ou parcial da produtividade agrícola, através da esterilização dos solos, causada pelo uso indevido dessas águas. Por outro lado, os resultados mostram ainda grandes mananciais, principalmente subterrâneos, nos estados do Maranhão, Piauí e sul do Ceará, que apresentam baixos teores de sais em suas

composições químicas. Esses corpos de água, longe de estarem isentos da ação do fenômeno da salinização, necessitam pelo menos de uma política de monitoramento que permita o conhecimento da evolução desses níveis de sal durante, não somente os períodos de chuvas, mas principalmente nos períodos críticos das secas, onde a vulnerabilidade da região o torna extremo. Por outro lado, mais importante do que os resultados apresentados nestes estudos, é a evidência da ausência de uma política de monitoramento, nas principais bacias do semi-árido, que permita identificar, de forma clara e precisa, o comportamento da qualidade da água, comportamento este indispensável para se fazer um diagnóstico preciso da sustentabilidade da região com relação aos recursos hídricos.

1.2. Turbidez e Assoreamento

A produção de sedimentos em uma bacia hidrográfica depende de vários fatores: clima, geologia superficial, topografia, cobertura vegetal e ação do homem.

Na região Nordeste, de um modo geral, esses fatores agem de forma desfavorável, contribuindo para a produção de grande quantidade de sedimentos, os quais são carregados para os recursos hídricos.

De acordo com o Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste do Brasil (SUDENE-1980), "as áreas onde o processo de erosão é muito ativo coincidem geralmente com as de mais baixo grau de permeabilidade, têm vegetação da caatinga e relevo movimentado".

Aliadas aos fatores ambientais, estão as ações do homem, tais como:

- desmatamento, para a implantação de empreendimentos, entre os quais os projetos de irrigação;
- movimentos de terra visando à retirada de areia e argila das margens dos rios, para olarias e obras civis;
- cultivo excessivo de áreas agrícolas;
- técnicas inadequadas de irrigação;
- atividades de mineração;
- sobrepastoreio.

A realização dessas atividades em bacias hidrográficas da região têm resultado em teores elevados de turbidez e sólidos sedimentáveis e totais, em muitos mananciais.

Além das alterações da qualidade da água, resultando em problemas ecológicos, ocorre o grave problema do assoreamento dos recursos hídricos.

Os desmatamentos indiscriminados que ocorrem nas margens dos recursos hídricos resultam no aumento da erosão do solo, ocasionando o assoreamento dos mananciais.

Como exemplo deste problema, pode-se citar o Rio São Francisco, onde, de acordo com o CEEIVASF- Comitê Executivo de Estudos Integrados da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (1989), "é gritante o processo de desmatamento na região da bacia e, ao que tudo indica, já vem ocorrendo há dezenas de anos. Devido ao desmatamento acentuado, os locais onde se localizam dunas com até 15 metros de verticalização estão sofrendo desbarrancamentos agilizados pelas cheias. Este problema torna a calha principal alargada sucessivamente e com profundidades que variam de 40 cm até 1,50 m".

O assoreamento, além de provocar cheias nos recursos hídricos, com prejuízos econômicos e sociais, resulta na redução da capacidade de acumulação dos reservatórios.

Gradativamente, os açudes da região estão sendo assoreados, tendo a sua capacidade de acumulação de água diminuída. Nos períodos de estiagem pode-se observar a existência de grandes quantidades de sedimentos depositados nos leitos dos reservatórios.

Embora não existam dados sobre o processo de assoreamento dos reservatórios da região, pode-se afirmar que este problema ocorre, tendendo a agravar-se, se medidas de controle da erosão não forem adotadas.

A principal causa da erosão do solo é o desmatamento. Com a retirada da vegetação, ocorre o aumento do escoamento superficial e do arraste do solo. Pesquisas desenvolvidas na Bacia Experimental de Sumé, na Paraíba, mostraram que o escoamento da água em microbacias desmatadas foi em torno de vinte vezes às das microbacias com caatinga e que a erosão correspondente foi em torno de cinquenta a cem vezes superior (CADIER et al., 1983).

Esses dados mostram a importância da cobertura vegetal no controle da erosão do solo.

O aumento do escoamento superficial reflete-se na redução da infiltração de água no solo, resultando na diminuição da recarga dos aquíferos subterrâneos.

A preservação da vegetação constitui, portanto, a principal medida de controle do fluxo da água na superfície do solo, contribuindo para a redução do escoamento, diminuição da erosão do solo e aumento da infiltração da água.

1.3. Poluição

Os recursos hídricos da região vêm sofrendo crescente processo de poluição, como consequência dos lançamentos de resíduos das atividades desenvolvidas em suas bacias hidrográficas. Embora os dados disponíveis sejam ainda escassos, pode-se constatar que são elevados alguns indicadores

de poluição, tais como as concentrações de coliformes fecais, matéria orgânica, sólidos, compostos de nitrogênio e até mesmo de metais pesados.

As principais causas de poluição dos recursos hídricos são:

- esgotos domésticos;
- esgotos industriais;
- matadouros;
- lixo;
- fertilizantes químicos e agrotóxicos.

A inexistência de sistemas de esgotamento sanitário na grande maioria das cidades da região resulta no lançamento de esgotos domésticos nos recursos hídricos superficiais ou na adoção de soluções individuais tipo fossa, as quais contribuem para a poluição das águas subterrâneas. Esta é uma das principais causas da poluição dos mananciais da região.

A situação é mais grave nas proximidades dos aglomerados urbanos, onde se constata o lançamento de matéria orgânica e de carga bacteriana nos mananciais.

A precária situação de esgotamento sanitário dos estados do Nordeste está indicada no quadro 7. Observa-se que são baixíssimos os percentuais da população total e urbana com sistemas de esgoto. Os estados cujas populações urbanas alcançam maior índice de atendimento são Pernambuco e Paraíba, com 18,67% e 19,98%, respectivamente.

Grande parte da população da região, não dispendo de sistema coletor de esgoto, lança seus dejetos no solo, em cursos de água ou em fossas nem sempre adequadas, contribuindo para a poluição dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

Como consequência, ocorre a incidência de doenças de veiculação hídrica, tais como a cólera, disenterias, ameba, hepatite, entre outras, responsáveis pelos elevados índices de mortalidade na região, principalmente a infantil.

No meio rural, a inexistência de soluções individuais para o destino dos dejetos resulta no lançamento dos mesmos no solo e na água, causando, também, a incidência dessas doenças e de outras transmitidas por dejetos, tais como as verminoses e a esquistossomose.

O lançamento de matéria orgânica presente no esgoto doméstico, nos recursos hídricos, resulta no maior consumo do oxigênio dissolvido da água, o qual pode reduzir-se a valores muito baixos, causando a morte de peixes e outros organismos aquáticos.

Os problemas de poluição por esgotos domésticos estão mais presentes nos recursos hídricos que atravessam áreas onde há maior concentração urbana. Um exemplo dessa situação está indicado no quadro

8, que se refere às bacias litorâneas do Estado do Pernambuco. Nele, estão indicados os percentuais dos parâmetros avaliados (OD-Oxigênio Dissolvido, DBO-Demanda Bioquímica de Oxigênio e coliformes fecais) que ultrapassam os limites máximos permitidos para as classes em que os cursos de água foram enquadrados.

Quadro 07: População total, urbana e rural e percentual da população com sistemas de abastecimento de água e esgoto nos Estados do Nordeste.

Estado	População					% da população com sistema de abastecimento de água		% da população com sistema de esgoto	
	Total	Urbana	%	Rural	%	Total	Urbana	Total	Urbana
Alagoas	2.512.991	1.481.125	58,94	1.031.866	41,06	44,62	74,58	6,81	11,38
Bahia	11.855.157	7.007.729	59,11	4.847.428	40,89	43,70	73,93	4,99	8,44
Ceará	6.362.620	4.158.059	65,35	2.204.561	34,65	37,66	57,63	6,85	10,49
Maranhão	4.929.029	1.972.008	40,01	2.957.021	59,99	35,04	73,15	6,95	14,51
Paraíba	3.200.677	2.051.576	64,10	1.149.109	35,90	57,78	90,23	12,80	19,98
Pernambuco	7.122.548	5.046.535	70,85	2.076.013	29,15	65,55	90,73	13,49	18,67
Piauí	2.581.215	1.366.218	52,93	1.214.997	47,07	48,33	90,18	2,11	3,93
R.G. do Norte	2.414.121	1.668.165	69,10	745.956	30,90	57,58	83,10	7,24	10,45
Sergipe	1.491.867	1.001.940	67,16	489.927	32,84	60,41	89,96	7,40	11,01

Fonte: Catálogo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Nº XVII. ABES. 1992/1993.
OBS.: Dados de População - 1991; Dados sobre sistemas de água e esgoto - 1992.

Quadro 08: bacias litorâneas do estado de pernambuco percentuais das análises cujos parâmetros ultrapassaram os limites máximos permitidos para as classes dos cursos de água. período 1990/91.
(em %)

BACIA	PARÂMETROS ANALISADOS			OBSERVAÇÃO
	OD	DBO	COLIFORMES FECAIS	
Rio Goiânia	27	24	76	Dados do 1º semestre de 1990.
Rio Botafogo	17	23	82	
Rio Igarassu	34	34	78	
Rio Paratibe	72	45	63	
Rio Timbó	46	53	87	Dados de 2 estações de amostragem em apenas 2 coletas.
Rio Beberibe	66	94	61	
Rio Capibaribe	24	35	73	
Rio Tejió	50	100	100	
Rio Jaboatão	53	71	93	Dados obtidos em apenas 1 coleta.
Rio Pirapama	38	40	72	
Rio Ipojuca	8	50	75	
Rio Una	13	31	70	Dados do 1º semestre de 1990.

Fonte: CPRH.

Outro exemplo de curso de água poluído, em área urbana, é o Rio Cocó, que cruza a região metropolitana de Fortaleza. Levantamentos feitos mostram elevados números de coliformes fecais em vários locais de coleta de amostras neste curso de água, conforme indica o quadro 9.

O quadro 10 mostra a concentração média de metais pesados nas águas do Rio Cocó e em peixes e crustáceos. Embora tenham sido constatados valores baixos na água, observam-se concentrações elevadas em peixes e crustáceos, tendo ocorrido altos fatores de enriquecimento nos animais.

Os esgotos industriais são responsáveis por parte da carga poluidora dos recursos hídricos da região. As grandes indústrias estão situadas, principalmente, nos maiores centros urbanos. Ressalte-se, também, a presença de grande número de indústrias produtoras de açúcar, álcool e aguardente, que geram um esgoto (vinhoto) com alta concentração de matéria orgânica.

A matéria orgânica presente nos resíduos líquidos industriais, quando lançada nos mananciais, proporciona o consumo do oxigênio dissolvido na água, devido à sua decomposição pelas bactérias aeróbicas. Em muitos recursos hídricos do Nordeste constatam-se baixos teores de oxigênio dissolvido, com reflexos negativos para a vida aquática.

Um exemplo de estimativa de carga orgânica (Kg de DBO/dia) dos esgotos sanitários e industriais está mostrado no quadro 11, o qual contém valores para as bacias hidrográficas litorâneas do Estado de Pernambuco.

Os efluentes de matadouros e outros abatedores de animais encontram-se entre as fontes de poluição identificadas na região e contribuem, também, com elevada carga orgânica, causando alterações na cor da água e produzindo odor desagradável, resultante da sua decomposição.

Os resíduos sólidos também constituem fonte de poluição da água. A disposição do lixo às margens ou diretamente nos recursos hídricos provoca mudanças na água, com prejuízos para a vida aquática e para os seus usos. A decomposição do lixo em aterros resulta na produção do chorume, líquido com grande quantidade de matéria orgânica, o qual, quando não bem cuidado, causa a poluição dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

O uso indiscriminado de fertilizantes e pesticidas tem contribuído também para a poluição dos mananciais da região semi-árida. O que se constata em toda região é a aplicação desses produtos químicos em áreas irrigadas ou em culturas de subsistência, geralmente sem o necessário controle.

De acordo com o CEEIVASF (1989), "a crescente atividade agrícola (principalmente nos projetos irrigados marginais aos cursos de água) tem ocasionado grande consumo de insumos, fertilizantes e agrotóxicos. O problema torna-se preocupante pois a estrutura de apoio e assistência ao agricultor, de um modo geral, é bastante precária, de forma que a utilização e

aplicação, principalmente dos agrotóxicos, fica a critério do agricultor ou do seu poder aquisitivo".

Esta realidade também está presente em toda a região, observando-se que vários aspectos do uso de fertilizantes e pesticidas contribuem para a poluição da água: uso nas proximidades dos recursos hídricos; ausência de critérios na escolha do produto; aplicação em dosagens elevadas e em épocas erradas; lavagem de equipamentos de aplicação, nos próprios mananciais; destinação inadequada das embalagens.

Quadro 09: Número mais provável de coliformes fecais / 100 ml, nas águas do Rio Cocó, Fortaleza-CE, 02/90 a 05/91.

Data \ D*	0,0	1,0	3,0	8,0	12,0	15,0	16,5	17,3	21,0	24,0	26,0
21/02/90	9	240	240	24.000	24.000	240.000	240.000	240.000	240	240.000	4.600
04/04/90	3	9	9	46.000	43.000	210.000	240.000	240.000	600	240.000	21.000
12/09/90	3	57	75	3.900	15.000	160.000	150.000	260.000	600	320.000	1.350
13/11/90	3	200	200	2.400	12.000	120.000	240.000	240.000	460	240.000	2.400
15/01/91	9	100	240	240	24.000	240.000	240.000	240.000	460	240.000	4.600
21/05/91	3	9	75	240	12.000	120.000	100.000	120.000	240	124.000	4.000

* Distância medida em "Km", a partir da foz.

Fonte: MAVIGNIER, A. L. 1992

Quadro 10: Concentração média de metais pesados na água e em peixes crustáceos do rio cocó, em fortaleza-ceará, 1990.

Metal	Na água (Médias)	Em camarões		Em caranguejos		Em peixes Pequenos		Em peixes grandes		Valor Admissível
		C	E	C	E	C	E	C	E	
Cádmio	1	26	26	11	11	3	3	44	44	50
Chumbo	24	391	16	88	4	89	4	89	4	120
Cobre	7	29.400	4.200	31.600	4.514	810	115	1.500	214	15.000
Cromo	2	435	218	37	19	38	19	146	73	500

OBS.: C- Concentração (em ppb).

E- Fator de Enriquecimento, em relação à água.

Fonte: MAVIGNIER, A. L. , 1992

1.4. Dados sobre Qualidade de Água.

De um modo geral, são escassos os dados sobre a qualidade dos recursos hídricos da região. São poucos os trabalhos de monitoramento desenvolvidos nos estados. Os levantamentos realizados, no entanto, indicam que já ocorrem problemas de poluição da água em vários mananciais, originária das diversas fontes identificadas anteriormente.

A seguir, são apresentadas, como exemplos, informações sobre levantamentos da qualidade da água dos recursos hídricos de algumas bacias hidrográficas da região.



Quadro 12: Estado do Ceará. Resultados das análises das águas da bacia do rio Jaguaribe.

Pontos de Coleta	Hora	PH	OD Mg/l	DBO Mg/l	Nitrito Mg/l	Nitrato Mg/l	Colif. Fotal NMP/ 100ml	Colif. Fecal NMP/ 100ml
Barragem do Açude Trici	11:20	7,0	5,8	3,5	*	14,0	2.400	930
Cidade de Arneiroz-a montante	14:05	8,2	8,0	3,0	*	6,0	430	330
Cidade de Arneiroz-a jusante	13:40	8,1	6,3	3,4	*	14,0	930	430
Cidade Iguatu-próximo à saída dos esgotos da cidade	17:55	7,9	5,9	3,2	*	10,0	2.400	2.400
Cidade de Iguatu-a jusante da ponte	18:20	8,1	5,9	3,3	*	12,0	1.500	430
Cidade de Jucás-barragem	10:55	7,5	6,9	5,4	*	14,0	93	7
Cidade de Saboeiro	11:55	7,9	7,9	5,0	*	16,0	75	23
Encontro R. Jaguaribe e Rio Cariús	13:20	7,8	7,3	3,2	*	12,0	150	43
Açude do Orós	16:30	7,9	8,0	2,1	*	12,0	0	0
Cidade de Jaguaribe-Bairro Cruzeiro Novo	7:20	7,9	6,2	0,6	-	6,0	2.400	930
Cidade Jaguaribe-a montante da cidade	8:00	7,9	6,4	1,2	-	4,0	43	23
Cidade de Jaguaribe a montante da ponte	9:40	8,3	8,0	1,0	-	4,0	23	9
Cidade de Jaguaribe a montante da ponte	10:00	8,5	7,7	0,8	-	5,0	230	23
Cidade Castanhão	11:50	8,7	8,0	0,6	-	5,0	23	23
Cidade São J. do Jaguaribe	13:00	8,6	8,0	-	-	5,0	23	9
Cidade Limoeiro do Norte-encontro R. Jaguaribe e Rio Banabuiú	8:30	7,8	7,1	2,5	0,01	5,0	150	21
Limoeiro do Norte-Ponte	10:15	7,9	7,3	0,76	0,01	3,0	23	4
Encontro R. Quixeré e Rio Jaguaribe	11:00	8,4	7,5	0,6	0,01	5,0	93	15
Russas	12:00	8,2	7,1	0,4	0,01	4,0	23	4
Cidade de Palhano	11:00	7,4	-	4,9	0,01	6,0	24.000	24.000
Cidade de Jaguarana	14:45	8,4	8,0	1,8	0,01	6,0	4.300	930
Cidade de Itaiçaba	16:30	8,5	8,0	1,8	0,01	6,0	930	230
Cidade de Aracati	17:10	8,2	8,0	1,6	0,03	6,0	930	930
Fortim	10:15	7,7	6,9	1,6	0,01	6,0	750	750
Barra do Fortim	11:30	7,8	7,7	1,6	*	4,0	40	40

(-) não foi realizada análise. (*) Não detectado.

Fonte: Dados coletados pela SEMACE em 1990.

Bacia do Rio Jaguaribe - Estado do Ceará.

O quadro 12 contém os resultados de análises das águas da Bacia do Rio Jaguaribe, de acordo com levantamentos feitos pela SEMACE-Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará, em 1990.

O levantamento da SEMACE detectou como principais formas de agressão aos corpos de água, as seguintes:

- esgotos domésticos, como conseqüência da ausência de sistemas de esgotos e de estações de tratamento nas cidades ribeirinhas;
- esgotos industriais, com maior concentração na Região do Cariri (Crato, Juazeiro e Barballha), onde os afluentes do Rio Jaguaribe são usados como corpos receptores de esgoto;
- esgotos hospitalares;
- efluentes dos matadouros públicos municipais, industriais e pocilgas;
- agrotóxicos, utilizados pelas populações ribeirinhas, nas áreas marginais dos cursos de água;
- lixo, proveniente das cidades localizadas nas proximidades dos rios, as quais não contam com locais apropriados para o destino final dos resíduos sólidos;
- retiradas de areia e argila das margens dos rios, para olarias e construção civil;
- extração de sal e criação de camarão nos estuários dos rios.

Bacia do Rio Sergipe - Estado de Sergipe

Os últimos dados disponíveis para o Rio Sergipe foram levantados em 1986 e constam no quadro 13. O levantamento foi feito pela ADEMA-Administração Estadual do Meio Ambiente.

Observaram-se, já naquela época, valores elevados do número de coliformes fecais em alguns pontos de coleta, bem como de baixos teores de oxigênio dissolvido. Isso é ressaltado nas análises feitas nas amostras coletadas a Jusante da Usina Pinheiro, onde foram determinados elevados valores para a Demanda Bioquímica de Oxigênio e a Demanda Química de Oxigênio.

Quadro 12: Estado do Ceará. Resultados das análises das águas da bacia do rio Jaguaribe.

Pontos de Coleta	Hora	PH	OD Mg/l	DBO Mg/l	Nitrito Mg/l	Nitrato Mg/l	Colif. Fotal NMP/ 100ml	Colif. Fecal NMP/ 100ml
Barragem do Açude Trici	11:20	7,0	5,8	3,5	*	14,0	2.400	930
Cidade de Arneiroz-a montante	14:05	8,2	8,0	3,0	*	6,0	430	330
Cidade de Arneiroz-a jusante	13:40	8,1	6,3	3,4	*	14,0	930	430
Cidade Iguatu-próximo à saída dos esgotos da cidade	17:55	7,9	5,9	3,2	*	10,0	2.400	2.400
Cidade de Iguatu-a jusante da ponte	18:20	8,1	5,9	3,3	*	12,0	1.500	430
Cidade de Jucás-barragem	10:55	7,5	6,9	5,4	*	14,0	93	7
Cidade de Saboeiro	11:55	7,9	7,9	5,0	*	16,0	75	23
Encontro R. Jaguaribe e Rio Carius	13:20	7,8	7,3	3,2	*	12,0	150	43
Açude do Orós	16:30	7,9	8,0	2,1	*	12,0	0	0
Cidade de Jaguaribe-Bairro Cruzeiro Novo	7:20	7,9	6,2	0,6	-	6,0	2.400	930
Cidade Jaguaribe-a montante da cidade	8:00	7,9	6,4	1,2	-	4,0	43	23
Cidade de Jaguaribe a montante da ponte	9:40	8,3	8,0	1,0	-	4,0	23	9
Cidade de Jaguaribe a montante da ponte	10:00	8,5	7,7	0,8	-	5,0	230	23
Cidade Castanhão	11:50	8,7	8,0	0,6	-	5,0	23	23
Cidade São J. do Jaguaribe	13:00	8,6	8,0	-	-	5,0	23	9
Cidade Limoeiro do Norte-encontro R. Jaguaribe e Rio Banabuiú	8:30	7,8	7,1	2,5	0,01	5,0	150	21
Limoeiro do Norte-Ponte	10:15	7,9	7,3	0,76	0,01	3,0	23	4
Encontro R. Quixeré e Rio Jaguaribe	11:00	8,4	7,5	0,6	0,01	5,0	93	15
Russas	12:00	8,2	7,1	0,4	0,01	4,0	23	4
Cidade de Palhano	11:00	7,4	-	4,9	0,01	6,0	24.000	24.000
Cidade de Jaguarana	14:45	8,4	8,0	1,8	0,01	6,0	4.300	930
Cidade de Itaiçaba	16:30	8,5	8,0	1,8	0,01	6,0	930	230
Cidade de Aracati	17:10	8,2	8,0	1,6	0,03	6,0	930	930
Fortim	10:15	7,7	6,9	1,6	0,01	6,0	750	750
Barra do Fortim	11:30	7,8	7,7	1,6	*	4,0	40	40

(-) não foi realizada análise. (*) Não detectado.

Fonte: Dados coletados pela SEMACE em 1990.

Quadro 13: Resultados das análises das águas da Bacia do Rio Sergipe. valores médios do ano de 1986.

Parâmetros	Rio Sergipe					Rio Poxim	Rio Contiguiba		Rio Poxim	Rio Poxim	Rio Pitanga	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Temp. da água	26,54	26,38	26,50	25,41	27,25	26,87	24,71	31,84	25,33	25,16	25,29	24,70
Temp. do ar	27,86	27,61	26,91	26,08	27,29	28,29	26,95	26,83	26,95	26,95	27,70	26,41
pH	7,60	7,72	7,50	7,27	7,19	6,60	6,87	5,85	6,95	6,76	6,30	6,23
Turbidez	9,54	24,11	23,58	30,65	53,74	43,75	37,77	57,78	12,66	43,16	19,90	37,33
OD	8,57	8,50	7,92	6,01	4,36	5,63	6,83	3,47	3,38	7,34	6,31	7,10
DBO	3,50	2,46	1,65	1,65	2,61	1,04	1,17	283,56	1,57	0,97	0,59	0,60
DQO	-	-	-	-	-	23,91	26,16	604,34	17,26	16,15	12,23	9,00
Fósforo	0,08	0,06	0,06	0,08	0,09	0,04	0,06	0,51	0,03	0,04	0,01	0,01
Nitrogênio	1,14	0,92	0,68	0,80	1,13	0,58	0,42	1,24	0,27	0,35	0,25	0,26
Resíduo Total	13.160,00	6.176,11	3.221,41	2.107,91	11.440,00	1.637,83	1.833,36	1.638,04	1.397,91	1.190,08	375,58	3.544,91
Resíduo Fixo	5.403,18	1.240,00	589,41	432,91	7.572,83	263,00	176,69	235,30	264,25	341,25	129,83	143,16
Resíduo Volátil	7.211,36	4.936,11	2.632,00	1.675,00	3.867,16	1.427,33	1.656,74	1.402,74	1.133,66	598,83	245,75	3.401,75
Condutividade	11.705,00	5.355,55	2.222,50	1.864,16	18.244,66	198,91	260,55	377,04	334,00	145,08	95,75	75,58
Coli Fecal	217,27	72,22	125,83	583,33	405,83	330,83	1.166,16	907,42	308,33	653,33	421,66	681,66

OBS.: Localizações:

(1) Ponte Rodovia SE-116

(2) Ponte Rodovia SE-306

(3) Ponte Rodovia SE-208

(4) Ponte Rodovia SE-210

(5) Ponte Rodovia BR-101

(6) Ponte Rodovia SE-002

(7) Montante da Usina Pinheiro

(8) Jusante da Usina Pinheiro

(9) Ponte BR-101

(10) Ponte BR-101

(11) Captação da DESO

(12) Ponte BR-101

Fonte: ADEMA.

Bacia do Rio Capibaribe - Estado do Pernambuco.

Os estudos sobre a qualidade das águas da Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe foram realizados pela Companhia Pernambucana do Controle de Poluição Ambiental e de Administração dos Recursos Hídricos-CPRH, no período de 1986 a 1989.

Neste trabalho foi ressaltada a contribuição das indústrias de açúcar, álcool e aguardente para a poluição dos rios da bacia. Estimou-se que durante o período de funcionamento da agro-indústria canavieira (setembro a abril), as 21 principais indústrias localizadas na bacia contribuíam com uma carga diária de 200.453 Kg de DBO. Já na entressafra (período maio/agosto), quando não estão funcionando as indústrias canavieiras, as demais indústrias, em número de 14, contribuíam com uma carga diária de 34.055 Kg de DBO. Isso mostra que as indústrias canavieiras representam 83% da carga potencial poluidora industrial da bacia, lançando seus efluentes nos mananciais, no período setembro/abril.

Com relação à carga poluidora devida aos esgotos domésticos, foi estimado o valor de 80.015 Kg DBO/dia, para uma população de 1.481.761 habitantes (1990), localizada na bacia.

Em todos os anos de levantamento, e em várias estações de coleta, foram determinados valores de Oxigênio Dissolvido muito abaixo de 5mg/l.

O estudo observou que a carga poluidora mais preocupante é a bacteriológica, tendo ultrapassado o limite máximo permitido para a classe 2 em 60% das análises efetuadas anualmente, em todo o período, com maior intensidade no trecho dentro da cidade de Recife.

Com relação aos metais pesados, o estudo determinou que a situação é preocupante principalmente na última estação de coleta, situada em Recife, nas proximidades da Ponte 6 de Março. Os elementos cujos teores ultrapassaram os limites estabelecidos para a classe 2 foram o chumbo, cromo e cádmio.

Bacia do Rio Joanes - Estado da Bahia.

O levantamento de qualidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Joanes foi realizado pelo Centro de Recursos Ambientais-CRA (1993).

O Rio Joanes tem grande importância, pois é responsável por cerca de 70% do abastecimento de água potável dos municípios da Região Metropolitana de Salvador, além do Centro Industrial de Aratu (CIA) e do complexo Petroquímico de Camaçari (COPEC).

O Rio Joanes possui dois importantes barramentos - Joanes I e II e o Rio Ipitanga, seu principal afluente, conta com três barramentos - Ipitanga I, II e III.

A grande maioria dos municípios da bacia apresenta precárias condições de esgotamento sanitário, com os esgotos sendo lançados em fossas ou diretamente nos recursos hídricos.

Algumas indústrias ainda lançam seus efluentes líquidos sem o devido tratamento prévio, direta ou indiretamente, no curso principal do Rio Joanes e seus tributários. As principais indústrias são as seguintes: químicas, laticínios, lavra de pedreiras, cascalho, caulim, etc.

Os esgotos produzidos no Complexo Petroquímico são tratados pela CETREL e têm como destino final o Oceano, através do emissário submarino.

Análises de amostras de águas, efetuadas em 1993, indicaram, em vários locais de coleta, baixos teores de Oxigênio Dissolvido e elevados números de coliformes fecais, bem como valores de outros poluentes em desacordo com os limites estabelecidos para a classe 2. (CRA, 1993)

O estudo concluiu que ocorre elevado nível de degradação ambiental nesta bacia hidrográfica, principalmente no trecho abrangido pelos municípios da região metropolitana de Salvador, tendo constatado, além da poluição das águas, os seguintes problemas:

- desmatamentos e queimadas em vários trechos, contribuindo para a exposição do solo à ação de processos erosivos, principalmente ao longo das vertentes e/ou encontro com declividades acentuadas;
- processo de eutrofização das águas, como por exemplo, nas áreas de remansos e enseadas de Baronesa e Salvinia, e nas represas do Rio Ipitanga;
- presença de edificações e outras atividades dentro das águas consideradas como faixas de preservação permanente, às margens dos recursos hídricos;

- lançamento de efluentes líquidos de postos de lavagem de caminhões-tanques que transportam substâncias químicas do Polo Petroquímico de Camaçari;
- assoreamento de cursos de água e reservatórios, como conseqüência do incremento da erosão do solo; em alguns locais é evidente a formação de grandes bancos de areia e a migração de plumas de sedimentos em suspensão para dentro do espelho de água; utilização de canaletas de água como alternativa para o lançamento de dejetos;
- alteração (desmatamento e aterros) devida à ação antrópica, nos trechos de manguezais situados próximos à desembocadura, provocando a extinção de espécies da fauna e da flora desse ecossistema;
- presença de lixo às margens dos recursos hídricos; ocorrência de moluscos-caramujos (hospedeiros da esquistossomose), como por exemplo em trecho da Represa Ipitanga III; a realização de cortes, aterros e extrações de materiais e/ou jazidas de cascalho e caulim, utilizados na construção civil, indústria cerâmica e na fabricação de telhas e blocos, bem como atividades de lavras de pedreiras, resultam no assoreamento e na elevação do índice de turbidez das águas.

Bacia do Rio Subaé - Estado da Bahia.

O Centro de Recursos Ambientais desenvolve estudos na Bacia Hidrográfica do Rio Subaé desde 1977, concluindo que, atualmente, há conflitos oriundos do uso inadequado dos corpos hídricos como receptores de efluentes industriais e domésticos. Observa-se um crescente desenvolvimento dos complexos industriais e de áreas dispersas, bem como o aumento populacional desordenado no âmbito da sua bacia hidrográfica (CRA, 1993).

As atividades industriais concentradas no setor B do Centro Industrial do Subaé são as que possuem maior potencial poluidor, destacando-se: fábricas de pneus, processamento de mamona, metalúrgicas e indústrias de papel celulose. Além disso, existem as atividades industriais diversas, como as agro-indústrias geradoras de resíduos orgânicos (usinas de açúcar e fábricas de papel e celulose), localizadas em Amélia Rodrigues e Santo Amaro da Purificação, e siderurgia de beneficiamento de chumbo, em Santo Amaro da Purificação.

A qualidade das águas do Rio Subaé e de seus afluentes, Rios Traripe e Pitinga, sofre influência dos efluentes das indústrias situadas ao longo dos seus cursos, destacando-se: Pirelli, Brasway, Sapelba, Usina Itapetingui, Brecaft, Matadouro Municipal de Santo Amaro, Plumbum e INDASA.

Os rios da bacia recebem esgotos domésticos oriundos de áreas urbanas de Feira de Santana, Santo Amaro da Purificação e São Francisco



do Conde. Em outros locais, o esgoto é lançado diretamente no solo ou em fossas sépticas, como é o caso dos domicílios de Amélia Rodrigues e São Gonçalo dos Campos.

Com relação à qualidade da água dos recursos hídricos da bacia, foram feitas as seguintes constatações:

- baixos índices de oxigênio dissolvido no trecho inicial do Rio Subaé, como consequência de parte dos lançamentos do Centro Industrial de Subaé;
- presença de coliformes fecais nas amostras coletadas nas diversas estações de amostragem situadas ao longo do Rio Subaé e no estuário, indicando contaminação por material de origem fecal;
- praticamente em amostras coletadas em todo o percurso do Rio Subaé ocorre violação do padrão do parâmetro nitrogênio amoniacal, indicando poluição recente;
- os níveis de metais pesados ficaram abaixo dos limites permitidos, evidenciando que o processo de tratamento dos efluentes de indústrias de beneficiamento de chumbo é eficiente;
é evidente o impacto dos lançamentos da Indústria de Papel e Celulose (INPASA) na qualidade das águas do Rio Pitinga, tendo sido observados valores elevados de carga orgânica (depleção de OD e acréscimo de DBO), DQO, nitrogênio amoniacal, fenóis, ferro, coliformes fecais e sulfetos.

Constata-se desmatamento das áreas próximas e da própria nascente do Rio Subaé, com a consequente erosão e aterramento, o que tem favorecido o assoreamento, afetando o regime hídrico deste corpo de água. No entanto, de um modo geral, a vulnerabilidade à erosão do solo desta bacia varia de baixa a média, em virtude da remanescente cobertura vegetal ainda existente, apesar das condições desfavoráveis de topografia e de alta precipitação anual.

Os resíduos sólidos, de um modo geral, são dispostos no solo sem observar princípios sanitários. Em alguns casos, o lixo é depositado nos cursos de água como no trecho do Rio Subaé na cidade de Santo Amaro da Purificação, onde, por este motivo, encontra-se assoreado. Em São Francisco do Conde o lixo é disposto em área próxima ao ecossistema do manguezal, provocando a contaminação por chorume e outros resíduos, além de promover o seu aterramento.

O manguezal, na área estuarina, encontra-se bastante comprometido pelos desmatamentos e aporte de poluentes lançados pela indústria de papel e celulose.

Na periferia de Santo Amaro e São Francisco do Conde, a ocupação de áreas de estuário por famílias de baixa renda tem sido responsável pela destruição dos manguezais, quer por aterramento ou extração de madeira para utilização como combustível ou na confecção de cercas e casas.

Bacia do Rio Parnaíba-Piauí.

O diagnóstico preliminar sobre os Recursos Hídricos do Estado do Piauí (Governo do Estado do Piauí, 1994) levantou os principais indicadores de degradação ambiental da bacia do Rio Parnaíba, conforme apresentado a seguir.

O desmatamento das matas ciliares, o tipo de agricultura utilizada e a execução de queimadas próximas às nascentes e margens dos recursos hídricos têm causado a erosão do solo e o conseqüente assoreamento de rios e lagoas.

A Lagoa de Nazaré, segunda maior lagoa do Piauí, situada no município de Nazaré do Piauí, com capacidade de 35.000.000 m³, e que era utilizada para irrigação, pesca, abastecimento animal, atividades domésticas, etc., encontra-se totalmente assoreada.

O Rio Parnaíba apresenta, ao longo de seu curso, inúmeros bancos de areia.

As análises de parâmetros medidos em amostra de água (DBO, coliformes totais e fecais, etc.) indicaram que as águas dos rios Parnaíba e Poti são inadequadas para o consumo humano e para balneabilidade.

Existem cerca de 15 indústrias lançando seus dejetos no Rio Parnaíba e uma sobre o Rio Poti, com cargas poluidoras entre 56 e 2.040 Kg DBO/dia. No entanto, observou-se que esses rios ainda não alcançaram níveis de acumulação extrema, servindo, de um modo geral, para irrigação e consumo animal.

A principal causa de contaminação dos recursos hídricos é o lançamento de esgoto doméstico das cidades ribeirinhas, como conseqüência da inexistência de sistemas de esgotamento sanitário.

Bacias Hidrográficas do Estado do Maranhão.

O diagnóstico dos principais problemas ambientais do Estado do Maranhão (SEMATUR, 1991) reuniu informações sobre as principais bacias hidrográficas.

O Estado do Maranhão conta com 13 bacias hidrográficas principais. Os rios dessas bacias são quase todos perenes, caudalosos, típicos de planície, com exceção dos afluentes do Baixo Balsas, que se enquadram na categoria de rios intermitentes e mesmo temporários.

A Bacia do Rio Mearim é a maior do Estado e abriga 84% da população economicamente ativa. Esta bacia vem sofrendo o processo de degradação

ambiental, desde os primórdios de sua ocupação, com o cultivo do algodão e a exploração do babaçu, resultando nos desmatamentos, processos erosivos e assoreamento dos rios. É intensa nessa bacia a atividade madeireira, com a retirada da cobertura vegetal, o que, além de incrementar o processo de erosão dos solos, com o conseqüente assoreamento dos rios, destrói um dos biomas mais ricos do Maranhão.

Na Bacia do Rio Itapecuru constata-se a presença de agro-indústrias alcooleiras, que lançam seus resíduos nos cursos de água. O problema se torna mais grave pois a safra de produção canavieira coincide com a época de estiagem e, conseqüentemente, baixas vazões para diluição dos efluentes das destilarias.

Ao longo da Bacia do Rio Munim ocorre a extração desordenada de areia e pedra, o que contribui para o assoreamento dos cursos de água.

Monitoramento limnológico efetuado nas águas do médio Tocantins, em 1989, em 17 estações localizadas ao longo de seus principais tributários, concluiu que os resultados dos parâmetros analisados, dentre eles nitrogênio, fósforo e metais pesados, indicaram condições oligotróficas sem indício de poluição. Nesta bacia fica a cidade de Imperatriz, com grande concentração populacional e industrial. Além dos esgotos domésticos, constituem fontes de poluição os efluentes das indústrias de laticínios, de bebidas, destilaria de álcool, cerâmicas de grande porte, curtumes e matadouros.

Na bacia do Rio Gurupi desenvolve-se uma intensa atividade mineradora de ouro, que tem causado impactos na parte baixa do Rio Gurupi, principalmente devido ao uso incorreto do mercúrio. Nesta bacia desenvolvem-se, também, as atividades de serrarias, madeireiras, siderúrgicas de ferro-gusa, e de carvoejamento, com grande impacto sobre a cobertura vegetal e, conseqüentemente, sobre os recursos hídricos.

Os problemas de poluição são mais graves nos rios que integram as bacias hidrográficas da Ilha de São Luís, como conseqüência da maior concentração populacional e industrial. Nessa área, foram identificados como principais poluentes os esgotos domésticos e industriais e o lixo domiciliar, industrial e hospitalar. Foram constatados outros problemas de degradação ambiental resultantes de ação antrópica, tais como, desmatamento, extração de argila, areia e pedra, assoreamento e aterramento de recursos hídricos, alterações na drenagem da água e destruição de mangues.

A região das bacias hidrográficas dos rios da Ilha de São Luís concentra a maior parte das atividades industriais do Estado, incluindo metalúrgicas, de óleos vegetais e sabão, de cervejas, de laticínios, de carne e seus derivados, de curtumes, de produtos cerâmicos, entre outras. Poucas indústrias efetuam o tratamento de seus efluentes, lançando-os em fossas, na rede coletora e em corpos de água.

O quadro 14 contém informações sobre as vazões totais dos efluentes industriais e as cargas totais de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), nas diversas bacias hidrográficas da Ilha de São Luís.

Quadro 14: vazões totais de efluentes industriais e cargas totais de dbo nas bacias hidrográficas da ilha de São Luís, no Maranhão, 1987.

Bacia	Vazão Total de Efluentes (m ³ /h)	Carga Total de DBO (Kg/dia)
Tibiri	14,23	2.803,4
Cururuca	45,40	1.671,6
Anil	20,43	810,0
Bacanga	39,50	403,7
Rios do Oeste	215,50	233,1
Paciência	6,70	7,1

Fonte: SEMATUR (1991).

2. ASPECTOS DE QUALIDADE E CONSERVAÇÃO DA ÁGUA NAS POLÍTICAS ATUAIS DE RECURSOS HÍDRICOS.

Os aspectos de qualidade e conservação da água só mais recentemente passaram a integrar os planos e programas de aproveitamento dos recursos hídricos no Brasil.

Planos mais antigos, a níveis federal, regional ou estadual, pouca ou quase nenhuma referência fizeram aos aspectos de qualidade e conservação da água, tendo sempre dado ênfase ao seu aproveitamento do ponto de vista quantitativo.

Com o agravamento dos problemas de degradação dos recursos hídricos, os órgãos federais e estaduais responsáveis pelo controle e proteção do meio ambiente passaram a dedicar maior atenção aos aspectos qualitativos da água. Mesmo assim, com poucas exceções, são ainda escassas as informações sobre a qualidade da água dos recursos hídricos da região e as medidas de controle adotadas têm características localizadas, não fazendo parte de um planejamento amplo a nível de bacias hidrográficas.

A seguir, são comentadas as políticas atuais de controle da qualidade e de conservação dos recursos hídricos, a níveis federal, regional e estadual.

2.1. Nível Federal.

A atuação mais efetiva, a nível nacional, de proteção ambiental, teve início com a criação da SEMA- Secretaria Especial do Meio Ambiente, em 1973, através do Decreto nº 73.030, de 30 de outubro.



A SEMA editou algumas portarias relacionadas com o uso e qualidade das águas, destacando-se:

- Portaria nº 0013, de 15 de janeiro de 1976, tratando da classificação das águas interiores do país, através da definição de 04 classes, a qual foi revogada por resolução posterior do CONAMA (nº20/86), conforme comentado adiante;
 - Portaria nº 0536, de 07 de dezembro de 1976, definindo a classificação das águas quanto à balneabilidade, a qual também foi revogada pela resolução do CONAMA referida anteriormente.
- Em 1978 foi instituída a prática do gerenciamento integrado dos recursos hídricos, através da Portaria nº 90/78, dos Ministérios das Minas e Energia e do Interior, a qual criou o Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas - CEEIBH.

O CEEIBH foi criado com o objetivo de proceder ao estudo integrado e ao acompanhamento da utilização racional dos recursos hídricos das bacias hidrográficas dos rios federais.

Este Comitê tem, entre as suas atribuições, várias relacionadas com a qualidade e conservação da água:

- manifestar-se com referência aos recursos hídricos das bacias hidrográficas dos rios federais, a respeito de planos para seu aproveitamento global e de melhoria de suas condições sanitárias;
- aprovar medidas necessárias à prevenção e ao controle de situações hidrográficas e sanitárias críticas;
- propor medidas aos órgãos e entidades envolvidas no tocante ao uso múltiplo dos recursos hídricos;
- propor ações imediatas em situações críticas;
- efetuar estudos para servirem de subsídios ao enquadramento dos rios federais, de acordo com a qualidade de suas águas;
- desenvolver estudos integrados sobre a utilização racional de recursos hídricos das bacias hidrográficas;
- acompanhar os efeitos sobre o meio ambiente, da utilização dos recursos hídricos;
- manifestar-se a respeito de medidas de proteção ambiental que possam interferir na gestão ou uso dos recursos hídricos.

Para cada bacia hidrográfica dos rios federais deveriam ter sido instalados Comitês Executivos de Estudos Integrados, os quais desenvolveriam estudos e proporião medidas preventivas e corretivas visando à utilização racional dos recursos hídricos, tais como:

- definição de obras prioritárias para o controle da poluição dos recursos hídricos;
- proposta de enquadramento dos rios da bacia hidrográfica;
- diretrizes de ordenamento do uso do solo na bacia: macrozoneamento;

- institucionalização do macrozoneamento na bacia hidrográfica;
- aproveitamento múltiplo dos recursos hídricos da bacia hidrográfica; controle da erosão da bacia hidrográfica;
- monitoramento das águas da bacia, visando ao seu gerenciamento.

Alguns Comitês Executivos foram criados e vêm desenvolvendo trabalho visando ao uso racional dos recursos hídricos que integram a bacia correspondente. Esses Comitês são compostos por órgãos federais e estaduais com atuação na área da bacia hidrográfica.

O Plano Nacional de Recursos Hídricos, elaborado pelo DNAEE, em 1985, prevê Planos de Utilização Integrada para as seguintes bacias hidrográficas da região Nordeste:

- Bacia do Rio Parnaíba;
- Bacia do Rio Jaguaribe;
- Bacias dos Rios Mundaú e Paraíba;
- Bacias dos Rios Itapicuru e Vaza Barris;
- Bacia do Rio Paraguaçu;
- Bacia do Rio São Francisco.

Somente o Comitê Executivo de Estudos Integrados da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco - CEEIVASF encontra-se funcionando, tendo realizado alguns trabalhos, como comentado adiante.

Estes Comitês podem desempenhar um importante papel na utilização integrada dos recursos hídricos das bacias hidrográficas dos rios federais, pois têm ação regional, congregando os diversos órgãos com atuação em suas áreas respectivas.

Em 1981, através da Lei nº 6938, de 31 de agosto, foi estabelecida a Política Nacional do Meio Ambiente, tendo como objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade humana.

Com a Política Nacional do Meio Ambiente, foi criado o CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, o qual tem editado algumas resoluções visando ao uso adequado e à conservação dos recursos hídricos.

A Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986, estabeleceu os critérios e as diretrizes gerais para estudos de impacto ambiental, incluindo as obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos, tais como, barragens para fins hidrelétricos, acima de 10 Mw, de saneamento ou de irrigação, abertura de canais para navegação, drenagem e irrigação, retificação de cursos de água, abertura de barras e embocaduras, transposição de bacias, diques.

Outros empreendimentos que podem resultar na degradação dos recursos hídricos também devem ser precedidos de estudo prévio de impacto

ambiental, por exemplo, os aterros sanitários, complexos industriais, extrações de minérios, sistemas de coleta e tratamento de esgotos, etc.

Os estudos de impactos ambientais constituem importante ferramenta de controle preventivo dos recursos hídricos, pois, através dos mesmos, podem ser evitadas atividades que venham a causar impactos negativos nos mananciais.

A classificação mais recente das águas, no Brasil, foi estabelecida pela Resolução nº 20, de 18 de junho de 1986, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Foram definidas nove classes, sendo cinco para as águas doces, duas para as águas salinas e duas para as águas salobras.

Para cada classe foram definidos usos, limites de impurezas e condições a serem atendidos. O quadro 15 apresenta um resumo da classificação das águas, segundo seus usos preponderantes. O quadro 16 apresenta os principais padrões para as diversas classes.

Quadro 15: Classificação das águas segundo seus usos preponderantes, de acordo com a resolução nº 020/86, do conama.

ÁGUAS DOCES	CLASSE ESPECIAL	<ul style="list-style-type: none"> - Abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção - Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas
	CLASSE 1	<ul style="list-style-type: none"> - Abastecimento doméstico após tratamento simplificado - Proteção das comunidades aquáticas - Recreação de contato primário (natação, esqui aquático, mergulho) - Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que são ingeridas cruas sem remoção de película - Criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à Alimentação humana
	CLASSE 2	<ul style="list-style-type: none"> - Abastecimento doméstico após tratamento convencional - Proteção das comunidades aquáticas - Recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho) - Irrigação de hortaliças e plantas frutíferas - Criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana
	CLASSE 3	<ul style="list-style-type: none"> - Abastecimento doméstico após tratamento convencional - Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras - Dessedentação animal
SALINA	CLASSE 4	<ul style="list-style-type: none"> - Navegação - Harmonia paisagística - Usos menos exigentes
	CLASSE 5	<ul style="list-style-type: none"> - Recreação de contato primário - Proteção das comunidades aquáticas - Criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana
SALOBRA	CLASSE 6	<ul style="list-style-type: none"> - Navegação comercial - Harmonia paisagística - Recreação de contato secundário
	CLASSE 7	<ul style="list-style-type: none"> - Recreação de contato primário - Proteção das comunidades aquáticas - Criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana
	CLASSE 8	<ul style="list-style-type: none"> - Navegação comercial - Harmonia paisagística - Recreação de contato secundário

Quadro 16: Alguns parâmetros para as classes de água, de acordo com a resolução nº 020/86, do CONAMA

CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS	NMP Colif. Total/100 m	NMP Colif. Fecal/100 ml	Óleos e Graxas (mg/l)	DBO5 (mg/l)	OD (mg/l)	Turbidez UNT	PH	Nitrito (mg/l)	Nitrato (mg/l)
CLASSE ESPECIAL	*	*	-	-	-	-	-	-	-
CLASSE 1	1.000	200	...	≤ 3,0	? 6,0	40	6,0-9,0	1,0	10,0
CLASSE 2	5.000	1.000	...	≤ 5,0	? 5,0	100	6,0-9,0	1,0	10,0
CLASSE 3	20.000	4.000	...	≤ 10,0	? 4,0	100	6,0-9,0	1,0	10,0
CLASSE 4	-	-	iridicências	-	? 2,0	-	6,0-9,0	-	-
CLASSE 5	5.000	1.000	...	≤ 5,0	? 6,0	-	6,5-8,5	1,0	10,0
CLASSE 6	20.000	4.000	iridicências	≤10,0	? 4,0	-	6,5-8,5	-	-
CLASSE 7	5.000	1.000	...	≤ 5,0	? 5,0	-	6,5-8,5	-	-
CLASSE 8	20.000	4.000	iridicências	-	? 3,0	-	5,0-9,0	-	-

OBS.: * Ausente ... Virtualmente ausente - Não existe padrão

Os recursos hídricos de uma bacia hidrográfica devem ser classificados em função dos usos a que se destinam, constituindo o que se chama de enquadramento.

O enquadramento é feito não em função do estado atual do recurso hídrico, mas no sentido de que sejam alcançados os requisitos da classe definida para ele. O objetivo do enquadramento é, portanto, permitir o estabelecimento de um programa de controle preventivo ou corretivo da poluição, de modo que cada recurso hídrico se mantenha sempre nas condições exigidas para a sua classe, possibilitando, assim, os usos previamente definidos para ele (MOTA, 1988).

No Nordeste, o CEEIVASF (1989) apresentou proposta para enquadramento dos cursos de água federais e estaduais da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, os quais foram oficializados através da Portaria nº 715/89 - P, do IBAMA. Alguns estados têm trabalhado no sentido do enquadramento de seus cursos de água, como será discutido adiante.

A Resolução nº 020/86, do CONAMA, dispõe sobre o enquadramento dos recursos hídricos. De acordo com a mesma, enquanto não forem feitos os enquadramentos, as águas doces serão consideradas Classe 2, as salinas Classe 5 e as salobras Classe 7, porém, aqueles enquadrados na legislação anterior permanecerão na mesma classe até o enquadramento.

Esta mesma Resolução definiu os critérios para as águas destinadas à balneabilidade (recreação de contato primário). As águas doces, salobras e salinas destinadas à balneabilidade serão enquadradas nas categorias EXCELENTE, MUITO BOA, SATISFATÓRIA e IMPRÓPRIA, em função do número de coliformes totais e fecais, como indicado no quadro 17. Os limites máximos de coliformes não devem ser ultrapassados em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das 5 semanas anteriores, colhidas no mesmo local.

Quadro 17: Limites máximos de coliformes totais e fecais nas água destinadas à balneabilidade, de acordo com a resolução nº 020/86, do conama

CATEGORIAS	LIMITES MÁXIMOS	
	NMP Colif. Totais por 100 ml	NMP Colif. Fecais por 100 ml
EXCELENTE	1.250	250
MUITO BOA	2.500	500
SATISFATÓRIA	5.000	1.000
IMPRÓPRIA	Não enquadramento em nenhuma das categorias anteriores	

As categorias EXCELENTE, MUITO BOA e SATISFATÓRIA poderão ser reunidas numa única categoria denominada PRÓPRIA. Assim, uma água para ser considerada própria para a balneabilidade deverá conter, no máximo, 5.000 coliformes totais por 100 ml ou 1.000 coliformes fecais por 100 ml, em 80% ou mais das amostras.

Dispositivos legais, federais, que dispõem sobre a preservação da vegetação às margens de recursos hídricos, têm grande importância para a proteção dos mananciais.

A vegetação marginal aos cursos de água e reservatórios contribui para reduzir a erosão do solo e seus efeitos, além de constituir uma barreira ao acesso de poluentes.

O Código Florestal - Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, alterada pela Lei nº 7.803, de 18 de julho de 1989 - considera como de preservação permanente as florestas e demais formas de vegetação natural situadas aos longos dos rios ou de outro qualquer curso de água, desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja de:

- 30 (trinta) metros para os cursos de água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- 50 (cinquenta) metros para os cursos de água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- 100 (cem) metros para os cursos de água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- 200 (duzentos) metros para os cursos de água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
- 500 (quinhentos) metros para os cursos de água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros.



AA Resolução nº 004, de 18 de setembro de 1985, considera como reservas ecológicas as florestas e demais formas de vegetação situadas ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios de água naturais ou artificiais, desde o seu nível mais baixo medido horizontalmente, em faixa marginal cuja largura mínima será:

- de 30 (trinta) metros para os que estejam situados em áreas urbanas;
- de 100 (cem) metros para os que estejam em áreas rurais, exceto os corpos de água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja marginal será de 50 (cinquenta) metros;
- de 100(cem) metros para as represas hidrelétricas.

2.2. Nível Regional.

A nível regional, algumas ações visando à proteção ambiental, mais especificamente, dos recursos hídricos, têm sido realizadas pela SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste.

Em 1975, a SUDENE, como órgão de desenvolvimento regional, e a SEMA - Secretaria Especial do Meio Ambiente, então órgão nacional de controle do meio ambiente, firmaram um convênio de cooperação técnica, visando ao cumprimento de um programa de controle ambiental.

A etapa inicial deste convênio foi a elaboração de um diagnóstico preliminar das condições ambientais do Nordeste. A realização desse diagnóstico foi feita pelos órgãos estaduais, com o apoio da SUDENE e SEMA, resultando em 10 relatórios sobre as condições ambientais de cada um dos estados da região.

A partir do diagnóstico, deveriam ter sido desenvolvidas outras medidas, constando de vários programas de controle ambiental, as quais, infelizmente, não foram implementadas.

Em 1980, a SUDENE publicou o PLIRHINE - Plano de Aproveitamento Integrado do Recursos Hídricos do Nordeste do Brasil, o qual dedicou um capítulo aos aspectos de conservação da água e poluição.

Outra importante ação, a nível regional, é constituída pelos trabalhos desenvolvidos pelo CEEIVASF - Comitê Executivo de Estudos Integrados da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.

A seguir, são apresentadas considerações sobre o PLIRHINE e o CEEIVASF, sob os aspectos de qualidade e conservação da água.

2.2.1. PLIRHINE.

O Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste (PLIRHINE) foi o primeiro plano, e um dos poucos até agora, a abordar, de uma forma mais ampla, a questão da poluição da água (SUDENE, 1980).



No capítulo “Aspectos de Conservação da Água: Poluição”, o Plano faz um levantamento estimativo da carga poluidora para as 56 unidades de análise que compõem o Nordeste da SUDENE, bem como das vazões comprometidas com a poluição, no período de 1980 a 2000.

O plano parte do princípio de que “o conceito de poluição está ligado não apenas às características dos despejos, mas também às características dos corpos receptores e ao uso a ser feito das águas”.

De acordo com o PLIRHINE, “o fato de abranger uma região extensa, onde a multiplicidade de usos da água é uma das características mais marcantes, conduz forçosamente qualquer análise à necessidade de simplificação, cuja validade deve ser estudada em cada caso. Especificamente para o caso do Nordeste, região com problemática complexa, os procedimentos a serem adotados são afetados também por sua heterogeneidade e enormes potencialidades e também pelas dificuldades de se avaliar com precisão suas características de desenvolvimento”.

Com base em simplificação, o Plano considera que a autodepuração das cargas poluidoras, analisadas através da DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio, ocorrerá de duas formas, dependendo da unidade de análise:

- em algumas áreas, a autodepuração acontecerá nas calhas fluviais (Modelo Calha);
- em outras áreas, onde a existência de reservatórios é mais significativa, a autodepuração ocorrerá nos mesmos (Modelo Reservatório).

O Modelo Calha, utilizando as fórmulas clássicas de Streeter-Phelps, conduziu à determinação, para cada unidade de análise, de uma descarga no curso de água que se convencionou chamar de “vazão comprometida com a poluição” (requerida para autodepuração dos rios), para os anos de 1980, 1985, 1990, 1995 e 2000.

O modelo admite que, após toda a carga poluente ser despejada num único ponto hipotético do rio, a montante de cada unidade de análise, a jusante da mesma o corpo receptor deverá apresentar, pelo menos, um nível mínimo de 4 mg/l de oxigênio dissolvido. São admitidas “calhas fluviais fictícias”, não havendo coincidência física entre o ponto de lançamento dos poluentes e as diversas etapas de qualidade pelas quais o rio vai passar, até atingir novamente seu equilíbrio original.

De acordo com o PLIRHINE, “esta hipótese de trabalho, apesar de sua forma simplista, está inteiramente compatível com o nível do Plano, cujo objetivo principal é o de oferecer informações a tomadas de decisões sem preocupações com detalhamentos”.

O Modelo Reservatório admitiu que o processo de autodepuração dessas áreas ocorre semelhante ao funcionamento de lagoas de estabilização. Foram

determinados os volumes necessários à autodepuração, admitindo-se um valor mínimo da concentração do efluente (10 mg/l de DBO), após tempos de detenção distintos de 60, 90 e 120 dias, para os mesmos anos especificados anteriormente.

Considerou-se que os reservatórios seriam responsáveis pela diluição dos despejos rurais difusos (da pecuária e domésticos) os quais atingem os corpos receptores pelo sistema de drenagem superficial. As cargas poluentes advindas de outros usos (urbano, agrícola e industrial) seriam misturadas às águas dos rios e depuradas ao longo de suas calhas.

Foram identificadas as seguintes regiões, onde os níveis de cargas poluentes deverão atingir valores mais altos:

- áreas ao longo do Rio São Francisco;
- Região Metropolitana de Salvador;
- proximidades da Cidade de Recife.

Para cada unidade de planejamento o PLIRHINE determinou as vazões dos cursos d'água comprometidos com a poluição. (Ver Quadro 18 - ANEXOS.)

Confrontando-se as vazões requeridas para diluir os despejos de uso urbano, agrícola e industrial (calculadas segundo o Modelo Calha) com as vazões disponíveis regularizadas, por unidade de planejamento, foram identificadas as unidades críticas, correspondentes aos seguintes mananciais, que estarão severamente comprometidas, no período de 1980 a 2000:

UNIDADES (S)	BACIAS/ÁREAS
4.3	Rio Itapecuru
9.1	Entre bacias do Rio Curu e Jaguaribe
10.1, 10.3	Rio Jaguaribe
11.1	Rio Apodi
12.1, 12.3	Rio Piranhas-Açu
13.1, 13.2	Entre bacias dos Rios Piranhas e Paraíba do Norte
14.1, 14.2, 14.3	Rio Paraíba do Norte
15.1, 15.2, 15.3, 15.4	Entre bacias dos Rios Ipotuca e Una
16.1, 16.2, 16.3	Entre bacias dos Rios Una e Mundaú
17.4, 17.5	Rio São Francisco
18.2	Entre bacias dos Rios São Francisco e Vaza Barris
19.1, 19.2, 19.3	Rio Itapicuru
20.2, 20.3	Entre bacias dos Rios Itapicuru e Paraguaçu
21.1	Rio de Contas

Também foram confrontados os volumes requeridos nos reservatórios para depurar os despejos rurais difusos com as acumulações específicas disponíveis, média e extrema, por unidade de análise. Das 56 unidades de



análise, apenas 10 apresentaram acumulação para autodepuração após tempos distintos de retenção superiores ao médio disponível, porém inferiores ao máximo permitido. De acordo com o Plano, merecem atenção especial as seguintes unidades de planejamento:

10.1, 10.2, 10.3	Rio Jaguaribe
11.1	Rio Apodi
12.3	Rio Piranhas-Açu
13.1	Entre bacias dos Rios Piranhas e Paraíba do Norte
14.1	Rio Paraíba do Norte
18.1	Entre bacias dos Rios São Francisco e Vaza Barris
19.1	Rio Itapicuru
21.1	Rio de Contas

As áreas com problemas críticos de poluição estão indicadas no Mapa 1. (Ver ANEXOS.)

Conforme é reconhecido pelo próprio PLIRHINE, o seu objetivo é oferecer informações a tomadas de decisões, sem preocupações com o detalhamento.

O Plano partiu de simplificações, cuja validade deve ser estudada em cada caso.

Na realidade, a região é extensa, tendo os seus recursos hídricos características diferentes e multiplicidade de usos.

Em algumas áreas da região, os rios são perenes, enquanto que, em outras, são intermitentes, o que agrava a situação, pois não há diluição de efluentes quando a vazão do curso de água é zero.

Um exemplo de peculiaridade regional é o caso da agro-indústria canavieira, uma das principais atividades industriais nordestinas. A safra da produção canavieira e, conseqüentemente, a maior carga de efluente, coincide com a época de estiagem, quando são pequenas ou inexistentes as vazões para diluição dos efluentes das destilarias.

As cargas poluidoras não se concentram em um só ponto a montante da bacia (unidade de análise), como admitido no Plano, distribuindo-se ao longo dos mananciais e com maior intensidade em alguns trechos. A autodepuração, na realidade, não ocorre a partir de uma só carga pontual e depende também dos volumes de água que entram em um rio através dos cursos de água afluentes. Foram admitidas "calhas fluviais fictícias", não havendo coincidência entre os pontos de lançamento dos poluentes e os diversos cursos de água.

O Plano admitiu que a autodepuração dos despejos rurais difusos ocorreria nos reservatórios e que as cargas poluentes resultantes de outros usos seriam depuradas nos rios, o que nem sempre coincide com a realidade.

No entanto, deve-se reconhecer que, para os objetivos do Plano, são válidos os estudos realizados e as conclusões do mesmo, levando-se em conta o fato de ser o primeiro trabalho que, com a sua amplitude, incluiu o aspecto de qualidade da água como um dos condicionantes do aproveitamento de recursos hídricos.

É necessário que estudos mais detalhados sejam realizados em cada bacia hidrográfica, de forma a avaliar a carga poluidora existente e a capacidade de utilização dos mananciais como diluidores de despejos, dentro de um planejamento do aproveitamento integrado dos seus recursos hídricos.

2.2.2. CEEIVASF.

O Comitê Executivo de Estudos Integrados da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco - CEEIVASF foi instituído em 05 de outubro de 1979, dentro de uma política nacional de criação de comitês para diversas bacias federais, com o objetivo de desenvolver estudos e propor medidas preventivas e corretivas visando à utilização racional dos recursos hídricos.

A bacia hidrográfica do Rio São Francisco tem uma área de drenagem de 631.133 Km², correspondendo a cerca de 7,5 % do Território Nacional. Do total, 389.900 Km² (61,8%) estão na Região Nordeste, 237.045 Km² (37,5%) ficam na Região Sudeste (Estado de Minas Gerais) e 4.188Km² (0,7%) situam-se na Região Centro-Oeste (Estados de Goiás e Distrito Federal).

No Nordeste, 300.263 Km² (47,5%) estão no Estado da Bahia e cerca de 14% nos Estados de Pernambuco, Alagoas e Sergipe.

O Polígono das Secas do Nordeste estende-se para dentro da bacia do Rio São Francisco, abrangendo 56% de sua área, sendo 40% dentro do Estado da Bahia.

O CEEIVASF é integrado por órgãos federais, regionais e estaduais que atuam nas áreas dos recursos hídricos e do meio ambiente.

O CEEIVASF tem desenvolvido suas atividades através de quatro Projetos Gerenciais:

- Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Rio São Francisco: com o objetivo de definir as obras que devem ser executadas visando atender os usos múltiplos das águas da bacia, o controle de descargas X cheias e a preservação da qualidade de água, num prazo mínimo de 20 anos.
- Preservação da Qualidade da Água: com o objetivo de definir as obras e medidas prioritárias para a preservação da qualidade das águas do Rio São Francisco e seus tributários federais e formadores.

- Enquadramento dos Rios Federais da Bacia Hidrográfica do São Francisco: objetivando propor o enquadramento, conforme a classificação estabelecida pelo CONAMA (Resolução nº 020/86), com base nos estudos realizados pelas entidades que operam na bacia, bem como propor uma sistemática para o acompanhamento e ajustamento do enquadramento ao longo do tempo.
- Uso e Ocupação do Solo: com o objetivo de caracterizar e regulamentar o uso e ocupação do solo na bacia, com vistas à conservação dos recursos naturais.

O CEEIVASF efetuou um levantamento da situação da qualidade das águas dos recursos hídricos, nos diversos Estados que compõem a bacia, bem como dos seus principais usos.

Com base na situação das águas e dos seus usos atuais e potenciais, bem como nas propostas de classificação já feitas em alguns Estados, o CEEIVASF definiu o enquadramento dos cursos de água da Bacia Hidrográfica do São Francisco.

A Portaria do IBAMA, nº 715/89-P, de 20 de setembro de 1989, enquadrando os cursos de águas federais da bacia e recomendou o enquadramento dos cursos de águas estaduais, aos órgãos estaduais do meio ambiente.

Os rios federais foram enquadrados nas Classes Especial, Classe 1 e Classe 2, dependendo do trecho. Por exemplo, o Rio São Francisco teve o seguinte enquadramento:

das nascentes até a confluência com o ribeirão das Capivaras.	Classe Especial
da confluência com o ribeirão das Capivaras até a confluência com o Rio Mombaça.	Classe 1
Da confluência com o Rio Mombaça até a sua foz no Oceano Atlântico.	Classe 2

Para os rios estaduais, também foram recomendadas estas classes, com exceção do Rio das Velhas, da confluência do ribeirão Água Suja, até a confluência com o Rio Jabuticatubas, trecho para o qual foi proposta a classe 3.

O CEEIVASF definiu as diretrizes para acompanhamento das condições de qualidade das águas, ao longo do tempo, de forma a garantir a observância do enquadramento estabelecido.

O CEEIVASF recomendou, também, as obras prioritárias para o controle da poluição dos recursos hídricos da bacia hidrográfica. Essas obras compreendem a implementação de sistemas de coleta e tratamento de esgoto nas cidades, bem como de estações de tratamento para os esgotos industriais. Foi destacada, também, a necessidade de que sejam observadas, pelas indústrias canavieiras, as Portarias nº 323/78 e 158/80, do então Ministério

do Interior, a primeira proibindo o lançamento do vinhoto em coleções hídricas e a segunda estabelecendo a obrigatoriedade de se implantar tratamento e destino final para as águas residuárias de usinas de açúcar e álcool.

As ações do CEEIVASF são da maior importância para o aproveitamento adequado dos recursos hídricos da bacia do São Francisco. No entanto, há necessidade de que sejam realmente implantadas pelos órgãos competentes, federais e estaduais, as medidas propostas, de controle da poluição e de preservação dos recursos hídricos.

2.3. Nível Estadual.

Com relação aos órgãos estaduais, as ações relacionadas com a qualidade da água têm se restringido, de um modo geral, ao diagnóstico de determinadas bacias hidrográficas, às propostas de enquadramento dos mananciais e algumas medidas isoladas de controle corretivo ou preventivo da poluição.

Com exceção do Estado da Bahia, que vem desenvolvendo planos para as principais bacias hidrográficas, nos quais têm sido feitas propostas efetivas visando à proteção dos mananciais, nos demais Estados são ainda incipientes as medidas de controle da qualidade da água, dentro de uma visão integrada de aproveitamento dos recursos hídricos.

Em cada Estado existem órgãos distintos, responsáveis pela política de recursos hídricos e de meio ambiente, geralmente integrando Secretarias diferentes.

Os órgãos de meio ambiente têm desenvolvido políticas visando à qualidade das águas, quase sempre dissociadas daquelas propostas pelos órgãos responsáveis pelos recursos hídricos, que definem suas diretrizes principalmente sob o aspecto quantitativo.

Os órgãos estaduais responsáveis pelo controle ambiental, no Nordeste, são os seguintes:

Alagoas	IMA - Instituto de Meio Ambiente
Bahia	CRA - Centro de Recursos Ambientais
Ceará	SEMACE - Superintendência Estadual do Meio Ambiente
Maranhão	SEMATUR - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Turismo
Paraíba	SUDEMA - Superintendência de Administração do Meio Ambiente
Pernambuco	CPRH - Companhia Pernambucana do Controle da Poluição Ambiental e Administração de Recursos Hídricos
Piauí	DMA - Departamento do Meio Ambiente
R. G. do Norte	Coordenadoria do Meio Ambiente (Secretaria da Fazenda e Planejamento)
Sergipe	ADEMA - Administração Estadual do Meio Ambiente



Esses órgãos têm atividades semelhantes, alguns com melhores condições do que outros, sendo, geralmente, responsáveis pelas políticas estaduais de proteção, controle e utilização racional dos recursos ambientais.

Com relação aos recursos hídricos, têm sido as seguintes as principais atividades dos órgãos estaduais:

- diagnóstico de algumas bacias hidrográficas, com a identificação das principais fontes poluidoras e caracterização da qualidade dos recursos hídricos;
- proposta de enquadramento dos recursos hídricos;
- estabelecimento de padrões de qualidade;
- licenciamento, fiscalização e controle das atividades poluidoras, com a adoção de algumas medidas coibitivas;
- apreciação de estudos de impacto ambiental;
- elaboração de legislação de controle da poluição;
- estabelecimento de áreas de proteção marginais aos mananciais.

Alguns estados efetuaram o enquadramento dos recursos hídricos e outros atualmente elaboram propostas para a classificação das águas de algumas bacias hidrográficas.

Os Estados de Pernambuco, Sergipe e Alagoas possuem legislação específica de enquadramento. Em Alagoas, o enquadramento foi feito através do Decreto Estadual nº 3.766, de 30 de outubro de 1978, o qual estabeleceu as Classes 1 e 2 para os rios, baseando-se na Portaria GM-0013/76, do então Ministério do Interior, já revogada pela Resolução nº 020/86, do CONAMA.

Em Sergipe, a Resolução nº 16/79, de 28 de agosto de 1979, enquadrando nas Classes 1, 2 e 3 os cursos de água do Estado, também com base na Portaria já referida.

Em Pernambuco, o Decreto nº 11.515, de 12 de junho de 1986, enquadrando os rios da Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe nas Classes 1 e 2, de acordo com a Portaria antiga, do Ministério do Interior. Por este Decreto, os cursos de água intermitentes não poderão receber efluentes.

Outros Estados do Nordeste, como é o caso da Bahia e Ceará, elaboraram propostas para o enquadramento dos cursos de água de algumas bacias hidrográficas, as quais ainda não foram transformadas em dispositivo legal.

A Bahia é o único Estado que elaborou planos diretores para os recursos hídricos, considerando, de forma efetiva, os aspectos de conservação ambiental. Já foram concluídos os planos para o Rio Grande, Rio Paraguassu (até o Rio Santo Antônio), Rio de Contas (até a Barragem de Pedra) e Rio Salitre. Estes planos contêm itens sobre avaliação ambiental, qualidade de água e conservação ambiental. É proposto um Plano Setorial de Conservação Ambiental, onde são definidas as seguintes ações a serem desenvolvidas: enquadramento dos rios da bacia; monitoramento da qualidade dos recursos



hídricos superficiais; proteção de nascentes, vales e veredas; cadastro das fontes poluidoras de origem industrial; controle da poluição industrial e difusa; zoneamento ecológico-econômico; promoção da educação sanitária e ambiental; criação de unidades de conservação ambiental, onde for recomendável.

2.4. Análise das Políticas Atuais.

Conforme já ressaltado, as ações desenvolvidas até agora, visando ao aproveitamento dos recursos hídricos da região, têm sido realizadas, de um modo geral, sem haver a necessária integração dos aspectos qualitativos e quantitativos.

As políticas relacionadas com a qualidade e conservação da água estão a cargo dos órgãos de controle ambiental, enquanto que as diretrizes para a utilização dos mananciais são estabelecidas pelos órgãos responsáveis pelos recursos hídricos, sem haver a necessária integração entre os mesmos.

Os programas desenvolvidos, de um modo geral, não consideram a limitada disponibilidade da água, na região, em termos de quantidade e qualidade.

Os planos de aproveitamento de recursos hídricos têm se preocupado, por exemplo, com as vazões disponíveis para os diversos usos dos recursos hídricos, sem considerarem que a qualidade da água é um fator limitante à sua utilização. Alguns aspectos importantes não têm sido considerados, tais como, qual a vazão mínima para garantir a diluição dos despejos e as condições de sobrevivência da vida aquática. Também, nem sempre é levado em conta o aspecto de que a maior parte dos recursos hídricos da região são intermitentes, permanecendo secos durante grande período do ano, o que impossibilita a depuração de cargas poluidoras neles lançadas.

Da mesma forma, não são consideradas algumas características regionais que têm reflexos na qualidade da água: evaporação intensa da água, contribuindo para a salinização dos reservatórios; condições de clima, vegetação e solo favorecendo à erosão e conseqüente assoreamento dos mananciais, situação que é agravada pela ação degradante do homem; salinidade da água subterrânea em grande extensão da região; importância da cobertura vegetal, e, em especial, da mata ciliar, para a proteção dos recursos hídricos.

Os programas de proteção dos recursos hídricos têm, geralmente, limitado-se ao controle da poluição de água. São poucos os planos que procuram associar o uso do solo da bacia hidrográfica à qualidade dos recursos hídricos que a integram. Embora ressaltada sempre, a gestão de recursos hídricos considerando toda a bacia hidrográfica como unidade de planejamento, de um modo geral não tem ocorrido na prática. Como conseqüência, agravam-se os problemas de degradação dos recursos

hídricos, aumentando os problemas de salinização, assoreamento e poluição, com prejuízos para os seus usos.

Tem faltado aos planos atuais associar o planejamento territorial à conservação dos recursos hídricos, assim entendida a sua utilização racional, de modo a obter-se bom rendimento, garantindo-se sua renovação ou sua auto-sustentação.

Concluindo, pode-se dizer que as políticas atuais têm falhado ao não considerarem a sustentabilidade dos recursos hídricos da região, associada aos aspectos de quantidade e qualidade da água.

3. VULNERABILIDADE ÀS SECAS E SEUS IMPACTOS NO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.

3.1. Generalidades.

O atual modelo de desenvolvimento experimentado pelo Nordeste brasileiro passa por sérios níveis de dificuldade, em decorrência de sua dependência junto aos recursos naturais renováveis presentes na região. Neste contexto, pode-se destacar a problemática da água, e o seu gerenciamento, como um fator de risco de extrema importância a ser considerado no processo em questão. Associado a isto, deve-se levar em consideração todos os aspectos de caráter ambiental, sócio-econômico e políticos, os quais emanam, como consequência direta, do possível agravamento deste problema, por falta de uma estratégia de planejamento eficaz, que permita uma sistematização mais adequada, visando ao desenvolvimento com sustentabilidade.

Analisando melhor os aspectos dos recursos hídricos no Nordeste brasileiro, verifica-se a existência de alguns fatores que interferem diretamente na região, os quais atuam como parâmetros limitantes e, conseqüentemente, estabelecem indicadores que caracterizam, de forma bastante clara, sua vulnerabilidade. Dentre outros, a má distribuição da água, do ponto de vista espacial e temporal, destaca-se como um dos principais elementos inibidores da sustentabilidade, tendo em vista a grande influência que este dado exerce no contexto geral do sistema. Com esta deficiência, os aspectos quantitativos e qualitativos tornam-se bastante frágeis, ao longo da região, permitindo assim uma maior probabilidade de degradação dos sistemas sócio-econômicos que dependam deste recurso como forma de crescimento. Por outro lado, o uso indiscriminado, sem planejamento, sem qualquer especificação técnica que propicie garantias mínimas aos mananciais, já escassos, tem contribuído, de forma bastante intensa, para a deterioração de sua qualidade, e, em consequência, ampliando os problemas de natureza ambiental.

Somando a todos esses aspectos, já mencionados, verifica-se, através do levantamento de dados, que todas as políticas dos recursos hídricos para o Nordeste, implementadas ou não, excluíram quase que por completo a questão da qualidade da água, permitindo um quase total desconhecimento da atual situação dos mananciais existentes com respeito a esse tema. Este fato exige que se estabeleça uma política de monitoramento e controle, além de estudos sistematizados que permitam avaliar, sob todos os aspectos de qualidade, a capacidade dos principais corpos de água do semi-árido, bem como sua presença como fator limitante na sua sustentabilidade. É importante lembrar que o conceito de sustentabilidade prescreve ao ecossistema uma compatibilidade que permita o desenvolvimento das espécies em presença de um equilíbrio dinâmico consistente, não permitindo assim que uma determinada unidade do meio venha a sucumbir-se diante de interesse das demais.

Finalmente, é de fundamental importância registrar, e analisar, nos próximos tópicos, os possíveis impactos nos aspectos de qualidade da água, provenientes de mudanças climáticas, em decorrência da degradação ambiental global. Estudos têm mostrado que há uma tendência bastante razoável de que, nos próximos anos, essas mudanças climáticas provoquem consideráveis alterações na capacidade hídrica de algumas regiões do planeta. Dentre essas regiões, o Nordeste brasileiro destaca-se como uma das áreas que sofrerá estes efeitos. Neste caso, os referidos estudos mostram que haverá uma tendência dos períodos de estiagem se tornarem mais críticos, fazendo com que a região se exponha ainda mais aos riscos de degradabilidade ambiental, se for observado que com a redução da potencialidade hídrica, reduz-se consideravelmente a capacidade de autodepuração dos corpos de água, como também aumentam as possibilidades de salinização dos mesmos, reduzindo assim a capacidade de uso, bem como a capacidade produtiva da região.

3.2. Situação Atual.

O semi-árido nordestino é uma região composta por várias micro-regiões de características bem heterogêneas, do ponto de vista dos recursos hídricos, e, em consequência, do ponto de vista da qualidade das águas de seus mananciais. Há regiões possuidoras de bacias hidrográficas com grande potencial hídrico, onde este potencial permite grandes expectativas de desenvolvimento regional sem provocar agressões lesivas aos seus mananciais. Como exemplo de regiões que se encontram nesta situação, pode-se mencionar a bacia do São Francisco e algumas bacias no Estado do Maranhão. Estas bacias, possuidoras de grandes reservas hídricas, permitem que, de forma bem planejada e racionalizada, se façam usos desses recursos sem comprometer os padrões ambientais daquelas regiões.

Entretanto, esta não é a situação da grande maioria do semi-árido. Na verdade, estudos, ainda que incipientes, têm mostrado que, em decorrência

de vários fatores como, uso indevido dos recursos hídricos, mau gerenciamento, irracionalidades, e acima de qualquer outro fator, grandes desperdícios, têm sido provocados impactos na qualidade da água dessas bacias, não somente do ponto de vista da poluição por matéria orgânica, proveniente dos efluentes domésticos e industriais, como também pelo processo de salinização que atinge, de forma muito intensa, principalmente os açudes do semi-árido. Neste caso, qualquer alteração no sistema, quer do ponto de vista sócio-econômico, quer do ponto de vista climático, quer do ponto de vista hidrológico, pode causar grandes modificações neste estado de qualidade, tendo em vista que, em situações como a presente, o sistema fica profundamente sensível.

A vulnerabilidade do Nordeste, com relação a qualidade da água, causada pelas alterações climáticas, tem se mostrado como sendo a mais sensível, tendo em vista que, fundamentalmente, os aspectos de qualidade são altamente afetados pelos aspectos de quantidade. Isso é acentuado nas estações de secas prolongadas, em que os mananciais perdem suas recargas por precipitação, em que a temperatura média se eleva, cresce de forma bastante intensa o processo de evaporação, como também aumenta o consumo para os mais diferentes usos. Neste caso, os estudos têm mostrado, SUDENE (1989), que o fenômeno da salinização se desenvolve de maneira incontrolável, elevando os teores de sais para níveis que tornam proibitivos o uso daquele manancial quer para o consumo doméstico, quer para o consumo rural, quer para a irrigação. Por outro lado, a ausência de informações que alerte aos usuários quanto a esta inadequabilidade ao uso desses açudes, faz com que os mesmos transportem essa água para as zonas irrigáveis, provocando assim sérios danos no solo.

LARAQUE (1989) mostra que existem no semi-árido nordestino 70.000 pequenos açudes, e que as perdas por evaporação durante os meses de julho a dezembro, período em que a temperatura se eleva consideravelmente, é de 10 mm/dia. O autor mostra ainda que a grande maioria desses açudes tem sido construída sem especificações técnicas, tanto nos aspectos hidrológicos, como nos aspectos topográficos e principalmente nos aspectos geológicos. Com isso, os açudes, na sua grande maioria, têm suas capacidades de armazenar águas incompatíveis com a capacidade hidrológica da bacia, além de possuírem espelhos de água não conciliáveis com a profundidade. Todos esses fatores provocam aos açudes grande capacidade de evaporação e grande dificuldade de renovação de suas massas hídricas, por falta de transbordamento. Esta situação é a ideal para o agravamento da salinização. Os estudos mostram ainda que os estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, constituem as áreas mais vulneráveis a esses aspectos.

É importante notar que todos esses impactos das secas em relação aos aspectos da salinização dos açudes nordestinos podem ser atenuados com medidas de caráter eminentemente técnico. Basta que, para isso, se

desenvolva uma política adequada que discipline o uso dos recursos hídricos em suas mais diversas categorias, levando em conta prioridades quanto ao uso, assim como considerando o potencial hídrico da bacia. Com isso, é possível chegar-se a uma política de gerenciamento mais adequado e reduzir-se o nível de sensibilidade regional às secas.

Outro fator de vulnerabilidade que deve ser discutido neste trabalho diz respeito à capacidade dos rios do Nordeste em receber cargas poluentes provenientes dos mais diversos usos. Como se sabe, a atual atividade sócio-econômica que se desenvolve nas cidades, assim como na zona rural, necessita de mananciais com potencial hídrico compatível com a capacidade dos efluentes domésticos e industriais, bem como com a massa de água que é drenada para os seus cursos devido às atividades agrícolas. Com a incidência das secas, há uma redução acentuada na capacidade hídrica desses rios, ocorrendo, na sua grande maioria, colapso total, reduzindo as suas vazões a zero. Com isso a capacidade destes rios em receber efluentes fica bastante comprometida. A carga orgânica lançada em um rio exige deste corpo de água uma vazão correspondente a 40 vezes a vazão dos efluentes. Este é um bom indicador de vulnerabilidade com respeito a qualidade de água. Se a relação entre vazão do rio/vazão da carga orgânica se afasta muito deste valor, para baixo, o corpo receptor perde sua capacidade de autodepuração e em conseqüência os níveis de oxigênio dissolvido podem cair a valores insustentáveis para manter a vida aquática naquele receptor. Este fato mostra a extrema vulnerabilidade existente hoje no semi-árido nordestino, haja vista a grande quantidade de rios intermitentes presentes na rede hidrográfica da região. A situação exige uma política que proíba o lançamento de qualquer tipo de carga orgânica nos rios com estas características, rios intermitentes, como também que se desenvolva um plano de regularização da vazão com a finalidade de inibir os efeitos das secas nessas bacias. Para contornar o problema do destino final da carga orgânica, proveniente dos esgotos, sugere-se uma política de reuso, ação bastante eficaz que tem sido desenvolvida nos países que possuem este tipo de inconveniente, e que no Nordeste não tem recebido a devida atenção que o tema merece. O incentivo ao reuso da água para fins industriais e agrícolas tem duplo impacto no meio ambiente. Primeiramente, a redução do consumo, o que representa um ótimo resultado em decorrência da pobre capacidade hídrica da região. Finalmente, a redução da carga orgânica que é lançada nos corpos de água, diminuindo assim, os riscos de poluição, principalmente nas estações de estiagens.

Outros fatores que afetam a qualidade da água dizem respeito ao solo e suas características. Como se sabe, o solo do semi-árido possui baixa profundidade, ou seja, é geralmente raso, o que provoca uma redução na capacidade de infiltração, contribuindo para um aumento no escoamento superficial. Associado a este fato, pode-se destacar também que grande parte da cobertura vegetal ou se encontra comprometida, ou já não existe mais. Com isso, intensificam-se os processos de erosão, implicando assim num

aumento da turbidez da água, além de provocar assoreamentos nos reservatórios, o que reduz o tempo de vida útil desses mananciais. Situação como esta, provocada pela ação do desmatamento, como também pela ação dos lançamentos dos esgotos domésticos e industriais, além da presença dos resíduos sólidos nas margens dos córregos e dos mangues, ocorre em algumas bacias do Estado do Maranhão, nas proximidades de São Luís. Estudos desenvolvidos pela Secretaria do Meio Ambiente daquele estado têm mostrado que há fortes sinais de degradabilidade nas bacias hidrográficas da Ilha, principalmente nos rios Anil e Bacanga, onde o assoreamento se encontra em estado bastante avançado. Situação semelhante é encontrada na bacia do Parnaíba, onde uma grande quantidade de sólidos em suspensão, oriundos da erosão que vem ocorrendo nas margens, vem contribuindo para o assoreamento daquele rio, bem como para a formação de numerosos bancos de areia.

Finalmente, a falta de uma política educacional que permita a ocupação e uso do solo considerando os aspectos ambientais, tem contribuído de maneira bastante comprometedoras à qualidade da água dos rios próximos das aglomerações urbanas. Não é necessário mencionar quais, mas possivelmente todos os rios próximos das grandes cidades do Nordeste se encontram poluídos, e alguns, se não a maioria, se encontram contaminados. Esta degradação hídrica por ação indiscriminada do homem pode representar um bom indicador da vulnerabilidade da região, pois nos períodos de estiagens, essas áreas passam por situações bastante críticas.

De qualquer maneira, uma análise mais criteriosa da vulnerabilidade do semi-árido às secas, com relação aos aspectos de qualidade e conservação da água, permite estabelecer algumas conclusões bastante definidas, assim como se fazer uma avaliação da capacidade da sustentabilidade atual da região. Evidentemente, é notória a presença de grandes reservatórios de águas subterrâneas, porém, neste caso, além de muito pouco se conhecer com relação aos aspectos em questão, deve-se salientar que o uso indevido destes mananciais pode trazer grandes prejuízos, uma vez que o controle de qualidade dessas águas, não é tão simples quanto o controle da qualidade das águas superficiais. Assim, após algumas observações e análise de alguns estudos, conclui-se:

- o semi-árido nordestino possui um alto grau de sensibilidade às secas, em decorrência do baixo teor de águas em disponibilidade nas suas principais zonas rurais e urbanas;
- o modelo de desenvolvimento que experimenta a região não tem grandes chances de reverter este quadro, se estudos profundos, que envolvam todos os segmentos da sociedade, não forem implementados com a finalidade de controlar o uso dos recursos hídricos, bem como preservar o meio ambiente;
- a construção indiscriminada de açudes, como forma de armazenar água no semi-árido, não tem se apresentado como uma política eficaz,

tendo em vista os grandes riscos de se poluir essas reservas por salinização, como também pelas enormes perdas provocadas pelo processo de evaporação;

- o recrudescimento dos períodos de estiagens diminui a capacidade da maioria dos rios do semi-árido de receber carga orgânica proveniente dos esgotos domésticos, esgotos industriais, como também das águas drenadas das áreas irrigáveis, tendo em vista a redução drástica de suas vazões. Qualquer ação de despejos nestas condições, pode causar grandes danos na vida aquática desses ecossistemas, como também trazer elevados prejuízos aos usuários desses mananciais;
- as características do solo semi-árido, associadas à rala camada vegetal, favorecem ao fenômeno da erosão, bem como proporcionam assoreamento nos rios e reservatórios. Este processo também contribui para o aumento da turbidez da água;
- finalmente, é importante destacar a profunda degradação nos corpos de água, em regiões do semi-árido, próximas às grandes cidades, em decorrência da ação quase irracional do homem. Esses corpos de água têm sido bastante castigados através do lançamento de grandes cargas orgânicas sem nenhum tratamento prévio, causando assim enormes prejuízos nesses ecossistemas.

Analisando as possibilidades de uma política de desenvolvimento sustentável para o semi-árido nordestino, verifica-se a grande complexidade com que o tema se projeta. Segundo MAGALHÃES (1994), o desenvolvimento sustentável é o que tem capacidade de permanecer durável em suas dimensões econômica, social, ambiental e política, além de preservar o aspecto global. Esta definição mostra claramente a avalanche de variáveis, em todas essas dimensões, as quais precisam de um gerenciamento adequado a fim de garantir o desenvolvimento de longo prazo. Neste contexto, os aspectos de qualidade da água desempenham um importante papel na sustentabilidade regional, tendo em vista que estes indicadores são parte integrante da dimensão ambiental, como também exercem importante influência na dimensão sócio-econômica. É importante lembrar que a degradação de um corpo de água provoca sérios impactos ambientais, reduz as atividades econômicas, assim como permite uma profunda vulnerabilidade no campo social, na medida que aumenta consideravelmente os riscos de doenças de natureza hídrica. Desta maneira, uma política de desenvolvimento de longo prazo exige do sistema grandes esforços no sentido de compatibilizar o crescimento sócio-econômico regional com o equilíbrio dinâmico do mesmo, fator este indispensável à sua sustentabilidade.

Diante das dificuldades que passa o semi-árido nordestino, com respeito aos recursos hídricos, principalmente nos períodos críticos das secas, pode-se afirmar que para implantar-se uma política de desenvolvimento de longo prazo, há necessidade de se buscar grandes investimentos na área de educação ambiental, de modo que os danos provocados pelo mau uso desses recursos sejam atenuados. Do contrário, persistindo o modelo de



desenvolvimento presente, sem qualquer política de ocupação e uso do solo, sem qualquer política que discipline prioridades do uso de água, sem qualquer política de controle da qualidade ambiental, pode-se concluir, através de uma análise mais criteriosa do quadro atual, que:

- existem microregiões do semi-árido nordestino em que o comprometimento ambiental se encontra bastante avançado. Nestas zonas, notadamente rural, onde, com a incidência das secas, os níveis de qualidade da água se tornam bem comprometidos, o modelo de desenvolvimento presente não se sustenta. Neste caso, verifica-se uma profunda incidência de enfermidades de natureza hídrica, fato este que tem contribuído para a desestabilização das sociedades rurais, provocando assim fortes êxodos em direção das grandes cidades;
- as áreas litorâneas, onde se concentram grandes contingentes populacionais, formando as maiores cidades nordestinas, possuem seus corpos de água em estado de extrema degradação. Este é, por exemplo, o caso dos rios da bacia do Capibaribe, na área metropolitana de Recife, dos rios Cocó e Ceará, na região metropolitana da cidade de Fortaleza, como também os rios da rede hidrográfica que se desenvolvem na região metropolitana de São Luís. Esta degradabilidade tem contribuído para uma proliferação de epidemias, de grande intensidade, causando enormes prejuízos às sociedades expostas a esses cenários;
- finalmente, a falta de uma política de saneamento ambiental, mais ampla, que garantisse às sociedades da região uma profunda melhoria em sua qualidade de vida, se apresenta como um grande obstáculo à sustentabilidade do Nordeste. Não é possível falar-se em desenvolvimento sustentável, a um nível de atividade econômica compatível com este quadro, de somente cerca de 17% da sociedade nordestina ser atendida por rede de esgoto. Isto é indicador da profunda incompatibilidade que este modelo de desenvolvimento tem procurado ignorar. Simplesmente não é possível chegar-se ao desenvolvimento negligenciando temas de caráter profundamente relevantes ao equilíbrio dinâmico de um sistema qualquer.

3.3. Cenário Tendencial Futuro.

Se os condicionantes presentes forem projetados para os anos 2000, 2010 e 2020, existirão probabilidades muito grandes de se obter um colapso generalizado em várias microregiões nordestinas, em decorrência de suas extremas fragilidades no tocante a recursos hídricos e, em conseqüência, no tocante a outros recursos naturais. As perspectivas de um crescimento populacional na ordem de 2,0% ao ano, projetarão uma população da ordem de 60% a mais, após o ano de 2020, provocando assim um aumento de demanda bastante comprometida para a capacidade produtiva da região. Indicadores apontam para um crescimento do setor industrial, fato este que



demandará enormes recursos energéticos, os quais terão de vir de setores da própria região. Por outro lado, o cenário presente projeta para o cenário tendencial futuro, uma redução nas atividades agropecuárias, além de uma forte retração na presença do homem do campo. Com isso, perceber-se-á a tendência de se ter uma explosão na população urbana, comprometendo ainda mais o modelo de desenvolvimento atual. As pressões de demanda serão extremamente fortes e certamente haverá um campo bem desfavorável ao desenvolvimento sustentável. Em outras palavras, haverá forte comprometimento da qualidade ambiental em parte da zona rural, em decorrência do abandono do homem ao campo, como também da zona urbana, pela própria incapacidade de assimilação ambiental.

Se a este cenário forem acrescentados fatores decorrentes de mudanças climáticas, a situação poderá tornar-se ainda mais crítica, pois as perspectivas que têm sido apresentadas, neste momento, apontam para um recrudescimento dos períodos de estiagens com um impacto extremamente forte nas zonas de baixa capacidade pluviométrica. Neste caso, os cenários apontam para uma redução na umidade do solo, provocando assim grandes prejuízos em sua estrutura. Este fato terá certamente um grande impacto nos aspectos de salinização, se for considerado o clima como o principal responsável por este fenômeno. Quanto aos aspectos de poluição por efluentes provenientes de esgotos domésticos e industriais, tem que se buscar formas de controlar essas emissões, pois, neste cenário de mudanças climáticas, os corpos de água perderão consideravelmente suas capacidades de assimilação. Tudo isto mostra que medidas fundamentais terão que ser tomadas com o objetivo de reverter o quadro de degradabilidade que o modelo atual de desenvolvimento está cearizando. Há uma necessidade muito forte de se desenvolver políticas sérias, que contornem os atuais problemas, e ofereçam uma perspectiva real de uma contração na vulnerabilidade às secas, e, em conseqüência, o estabelecimento de condicionantes consistentes que conduzam o Nordeste semi-árido ao desenvolvimento sustentável.

3.4. Cenário Desejável.

Como já foi abordado anteriormente, o atual modelo de desenvolvimento experimentado pelo nordeste brasileiro tem apresentado, com relação aos aspectos de qualidade e conservação da água, uma tendência pouco otimista para os próximos 25 anos. Estudos, ainda que escassos, têm mostrado resultados que permitem detectar bacias com avançados níveis de degradação. Isto vem comprovar a necessidade de se estabelecer políticas que possibilitem a interrupção do atual processo de degradação ambiental, bem como permitam projetar um cenário com significativo padrão de sustentabilidade em seu desenvolvimento.

Neste contexto, é de fundamental importância a aplicação de políticas de conservação que assegurem, ao meio ambiente um padrão de qualidade

compatível com um modelo de desenvolvimento sustentável para a região. Para atingir esse grau de expectativa, os seguintes aspectos deverão ser observados:

- Os mananciais das principais bacias hidrográficas deverão possuir um nível de qualidade que permita a classificação dessas águas sempre inferior à classe 03, da Resolução CONAMA nº 20/86.
- As nascentes deverão ser preservadas, de modo que as mesmas se enquadrem na classe especial ou, no máximo, na classe 1.
- Os trechos intermediários dos rios que compõem determinada bacia, deverão ter suas águas, de preferência, enquadradas em classes iguais ou inferiores à classe 2.
- Os rios próximos às áreas urbanas mais intensos deverão ter suas águas controladas de modo a mantê-las em uma classificação inferior ou igual à classe 3.
- Os mananciais usados para o abastecimento urbano deverão ser classificados em um nível, de preferência, superior à classe 2.
- As águas para irrigação, em solos não permeáveis, deverão ter um padrão de qualidade, em relação a salinização, nunca superior à classe C2S2 (Condutividade Elétrica, CE < 750 mhos/cm, e Relação de Adsorção de Sódio, SAR < 2,05).
- O saneamento básico deverá atingir um nível de desenvolvimento de modo que 80% da população total seja abastecida com água tratada. Da mesma forma, este grau de desenvolvimento deverá garantir que 60% da população urbana seja servida por sistema de esgoto sanitário.
- Visando à proteção dos recursos hídricos, deverão ser definidos, para todas as bacias, macrozoneamentos, de modo a disciplinar o uso e a ocupação do solo, respeitando as características do meio ambiente.
- O controle do assoreamento deverá ser intensificado, com a aplicação da legislação existente sobre faixas de proteção dos mananciais.
- Deverão ser desenvolvidas políticas de controle dos usos e ocupação das áreas de recarga de aquíferos, de modo a preservar os potenciais hídricos subterrâneos.

Deve ficar claro que, para se atingir este cenário futuro desejado, um esforço muito grande, por parte de toda a sociedade nordestina, deverá ser posto em prática. Neste contexto, no próximo capítulo, é apresentado um conjunto de políticas e estratégias, com o objetivo de facilitar e permitir que este quadro futuro seja atingido.

3.5. Indicadores de Sustentabilidade.

Em termos de qualidade de água, a sustentabilidade está relacionada com a capacidade de um manancial de depurar uma carga poluidora nele lançada.

Com relação à poluição hídrica, é comum avaliar-se um manancial considerando-se sua capacidade de auto-depurar matéria orgânica pelo processo de decomposição por bactérias aeróbicas. Existem fórmulas e modelos matemáticos que permitem estudar o comportamento de um corpo de água, após receber determinada carga orgânica, através de oxigênio dissolvido presente na água.

A salinidade da água pode ser usada, também, como um indicador de sustentabilidade, uma vez que teores elevados da mesma prejudicam seus usos.

Assim, são propostos os seguintes indicadores de sustentabilidade, do ponto de vista de qualidade da água:

- Índice de Comprometimento com a Poluição.
- Capacidade de Auto-Depuração.
- Teor de Oxigênio Dissolvido.
- Salinidade da Água.

Índice de Comprometimento com a Poluição.

$$ICP = \frac{\text{Vazão Superficial Disponível (VD)}}{\text{Vazão Comprometida com a Poluição (VCP)}}$$

Determinou-se este índice para cada Unidade de Planejamento do PLIRHINE, a partir dos dados deste Plano e das estimativas dos volumes disponíveis, para vários cenários.

Os dados de Vazão Comprometida com a Poluição constam do quadro 19, enquanto que os Volumes Disponíveis de cada Unidade de Planejamento estão apresentados no quadro 20.

O quadro 21 contém os Índices de Comprometimento com a Poluição, determinados para os diversos cenários.

Os quadros 19, 20 e 21 constam dos anexos. Em anexo, também, encontram-se os Mapas 2 a 6, indicando o comprometimento com a poluição, nos Cenários de 1990 a 2020, bem como no Cenário Desejável.

Capacidade de Auto-Depuração.

$$CA = \frac{\text{Vazão Mínima do Curso de Água (VMi)}}{\text{Vazão de Esgoto (VE)}}$$

De acordo com DACACH (1984), se a relação entre a vazão do corpo receptor e a vazão dos esgotos domésticos for igual ou superior a 40, dificilmente ocorrerão problemas de poluição. Se a proporção for de 20 ou menos para 1, os problemas fatalmente existirão.



Assim, para os lançamentos dos esgotos domésticos nos cursos de água podem ser estabelecidas seguintes condições:

- Se $CA \geq 40$: há condição satisfatória para lançamento do esgoto.
- Se $20 \leq CA < 40$: há necessidade de tratamento a nível primário, antes do lançamento do esgoto.
- Se $CA < 20$: há necessidade de tratamento a nível secundário, antes do lançamento do esgoto.
- Se $V_{Mi} = 0$: não deve ser permitido o lançamento de qualquer efluente no curso de água.

Para os esgotos industriais, deve ser calculada a carga orgânica correspondente ao esgoto doméstico, utilizando-se o conceito de “população efluente”, admitindo que cada habitante contribui com 54g de DBO por dia.

Observa-se que este indicador deve ser usado como uma primeira aproximação, para estimativas de vazões e cargas poluidoras, sendo necessários estudos mais detalhados quando de casos concretos de lançamentos de esgotos em um corpo receptor. Controle rigoroso deve ser adotado nos casos de mananciais destinadas ao abastecimento humano.

Teor de Oxigênio Dissolvido.

O oxigênio dissolvido (OD) da água tem sido um indicador bastante utilizado. Teores de oxigênio dissolvido baixo revelam que um corpo de água encontra-se poluído por carga orgânica.

O teor de oxigênio dissolvido desejável para um corpo de água depende da classe definida para o mesmo, observando-se a Resolução do CONAMA Nº 020/86 (Ver quadros 15 e 16). Por outro lado, a classe de um manancial é estabelecida em função dos usos a que se destina.

Assim, são definidos os seguintes indicadores de sustentabilidade, em termos de oxigênio dissolvido na água:

- OD ≥ 6 mg/l - Para os corpos de água enquadrados na Classe 1.
- OD ≥ 5 mg/l - Para os corpos de água enquadrados na Classe 2.
- OD ≥ 4 mg/l - Para os corpos de água enquadrados na Classe 3.

O enquadramento dos corpos de água das bacias hidrográficas da região deverá ser feito como proposta adiante (Ver item 4.1).

Salinidade da Água.

Os aspectos de salinidade existentes nos mananciais hídricos são estudados e quantificados através de condutividade elétrica, CE, expressa em mhos/cm. O conhecimento desse parâmetro permite que se estabeleçam

os níveis de salinização da água, para os mais diversos tipos de mananciais, como também possibilita que se estabeleça uma classificação deste corpo hídrico em relação aos riscos de salinização.

Assim, são definidos os seguintes indicadores de sustentabilidade, com relação aos perigos da salinidade:

- Classe C1 - $CE < 250$ mhos/cm. Considerado baixo perigo de salinização.
- Classe C2 - $250 \leq CE < 750$ mhos/cm. Considerado médio risco de salinização.
- Classe C3 - $750 \leq CE < 2250$ mhos/cm. Considerado alto risco de salinização.
- Classe C4 - $CE \geq 2250$ mhos/cm. Considerado muito alto risco de salinização.

O enquadramento dos mananciais hídricos das diversas bacias, nestas classes, permitirá um maior disciplinamento quanto ao uso da água, principalmente nas diferentes culturas irrigadas.

4. POLÍTICAS DE CONSERVAÇÃO DA ÁGUA VISANDO AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.

Uma política de controle da qualidade da água, dentro de uma proposta de desenvolvimento sustentável, não pode ser dissociada dos aspectos quantitativos.

A qualidade de um determinado manancial depende da quantidade de água disponível, uma vez que a concentração de um poluente em um recurso hídrico é função da capacidade de diluição deste. A autodepuração de um manancial depende diretamente do seu volume de armazenamento ou de sua vazão de escoamento.

Este aspecto tem maior importância na região Nordeste, mais especificamente no semi-árido, onde parte dos cursos de água e reservatórios atinge vazões ou volumes de acumulação muito baixos, chegando a tornar-se totalmente nulos durante os períodos de estiagens.

Como exemplo dessa interrelação entre os aspectos qualitativos e quantitativos, pode-se citar a salinização da água de reservatórios, que é muito maior quando o volume de armazenamento é pequeno. Outro exemplo, diz respeito ao lançamento de uma certa carga poluidora em um curso de água, cujas consequências são bem mais graves quando sua vazão é pequena ou nula.

Uma política de conservação da água também não pode deixar de se relacionar com as medidas de controle de outros recursos naturais, tais como o solo e a vegetação, bem como dos aspectos sociais e econômicos.

A qualidade da água dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica depende das características edáficas, da cobertura vegetal e das atividades que se desenvolvem em toda a área de contribuição.

Na região semi-árida, os fatores ambientais adversos, de clima, solo e cobertura vegetal, refletem-se na água, sob os aspectos qualitativos e quantitativos. Para agravar a situação, contribuem os baixos níveis econômicos, culturais e tecnológicos da população, que executa uma exploração predatória dos recursos naturais.

A agricultura desenvolvida na região e a atividade pecuária intensiva provocam profundas modificações nas características do solo, resultando num acelerado processo de erosão e, conseqüentemente, em alterações na qualidade da água.

A falta de acesso à terra determina a baixa produtividade da mão-de-obra, e o esgotamento progressivo dos solos. A falta de acesso à água, dificulta as atividades do agricultor, principalmente nos períodos de estiagem prolongada. O desconhecimento de tecnologia adequada determina baixa produtividade. A falta de acesso ao crédito leva o produtor a produzir deteriorando os recursos para o uso de futuras gerações (FUNCEME, 1992).

Os processos de urbanização e industrialização, pelos quais vem passando a região nos últimos anos, têm contribuído para a geração e lançamento, nos recursos hídricos, de variados tipos de resíduos, responsáveis pela sua poluição.

Os projetos de irrigação, provocando alterações edáficas e utilizando fertilizantes e pesticidas, são também responsáveis por modificações nas características das águas.

Observa-se, portanto, que a qualidade da água é o resultado do somatório de inúmeros fatores, naturais e antrópicos.

Assim, uma política de conservação da água não deve restringir-se aos recursos hídricos em si, mas constar de medidas visando ao manejo adequado dos recursos do solo e vegetação, bem como do controle das ações antrópicas que possam causar degradação ambiental na bacia hidrográfica.

É imprescindível que as medidas de conservação da água sejam propostas considerando como unidades de planejamento as grandes bacias hidrográficas da região.

O disciplinamento do uso/ocupação do solo visando à conservação dos recursos naturais de cada bacia hidrográfica deve ser o objetivo maior das políticas de desenvolvimento sustentável.

Neste item, são feitas propostas de medidas de conservação da água, visando ao desenvolvimento sustentável da região semi-árida, sempre

associando-as às políticas de proteção de outros recursos naturais, as quais estão detalhadas em outra parte deste projeto.

O objetivo final destas políticas é proporcionar, a longo prazo, a manutenção da qualidade das águas dos recursos hídricos da região, de forma a garantir os seus diversos usos pelas futuras gerações.

As políticas propostas visam possibilitar, à região, passar do estado de vulnerabilidade e de não sustentabilidade, atual, para a condição de desenvolvimento sustentável, no cenário futuro do projeto.

De forma mais específica, estas políticas têm como objetivos:

- o aproveitamento racional dos recursos naturais, garantindo-se a proteção dos ecossistemas relacionados com o meio hídrico;
- a utilização adequada dos recursos hídricos, mantendo-se a qualidade e quantidade necessárias aos seus diversos usos, nos cenários atual e futuro;
- o manejo adequado do solo, de forma a minimizar seus impactos sobre os recursos hídricos;
- o controle preventivo e corretivo da poluição;
- a conservação da diversidade ecológica e a manutenção do equilíbrio natural;
- a recuperação de áreas degradadas;
- a definição de um sistema institucionalizado, para a implantação das medidas de controle;
- o envolvimento da população na adoção das medidas conservacionistas.

A execução de uma política de conservação da água deve partir do conhecimento das características dos recursos hídricos da região, bem como dos demais aspectos ambientais que com eles se relacionam.

Conforme ressaltado anteriormente, há carência de dados sobre a qualidade da água dos recursos hídricos do Nordeste, bem como sobre suas principais causas de degradação.

Em item anterior, procurou-se apresentar informações sobre estudos realizados em algumas bacias hidrográficas, numa tentativa de caracterizar os problemas ambientais associados aos recursos hídricos da região. No entanto, para a adoção de uma política de conservação da água, há necessidade de um conhecimento mais aprofundado dos recursos hídricos, sob o aspecto qualitativo.

Assim, a primeira medida a ser adotada é a realização de um diagnóstico completo dos recursos hídricos da região, do ponto de vista da qualidade.

Paralelamente, deverão ser adotadas medidas preventivas e corretivas, visando assegurar a qualidade desejável para a água, a longo prazo.



Para que essas medidas se tornem realmente eficazes, é necessário que haja a participação e colaboração da população da área. Isso será alcançado através de um programa de educação ambiental que oriente as pessoas e, principalmente, as leve à adoção de práticas conservacionistas.

Em resumo, são as seguintes as políticas a serem adotadas visando à conservação da água na região semi-árida, dentro de um programa de desenvolvimento sustentável:

- levantamento das bacias hidrográficas da região;
- disciplinamento do uso/ocupação do solo das bacias hidrográficas visando à conservação dos recursos naturais, e em especial dos recursos hídricos;
- medidas específicas de controle de qualidade da água, compreendendo:
 - controle do assoreamento;
 - controle da poluição;
 - controle de salinização.
- educação ambiental da população da área;
- suporte jurídico-institucional para implantação das políticas.

A seguir, são detalhadas as políticas de conservação da água a serem adotadas.

4.1. Levantamento e Enquadramento das Bacias Hidrográficas.

Deverá ser realizado levantamento das bacias hidrográficas, com o objetivo de se elaborar um diagnóstico da qualidade das águas dos recursos hídricos, identificando as principais fontes de poluição dos mesmos, bem como seus usos e capacidades de autodepuração, de forma que seja feito o enquadramento dos corpos de água nas classes definidas pela legislação específica.

O levantamento das bacias hidrográficas do Nordeste deverá ser realizado através das seguintes medidas:

- **(a) Monitoramento da qualidade da água.**

O monitoramento da qualidade da água será feito através da implantação de uma rede de amostragem, com a distribuição de estações de coleta nos mananciais federais e estaduais.

O número de estações de amostragem, em cada bacia hidrográfica, será definido em função do porte dos mananciais, de seus usos e da localização das fontes poluidoras existentes, bem como de outros fatores que alteram as condições de qualidade da água do curso principal e de seus afluentes. Estes aspectos serão utilizados, também, para o estabelecimento da frequência de

amostragem, devendo-se, no entanto, na sua definição, considerar o aspecto de sazonalidade das estações climáticas. Tem sido usual fazer-se a amostragem mensal.

As amostras de água serão analisadas sob os aspectos físicos, químicos e bacteriológicos, determinando-se os principais parâmetros definidos na Resolução nº 020/86, do CONAMA, que trata da classificação das águas, tais como:

- pH, temperatura, turbidez, condutividade;
- carga orgânica: OD, DBO, DQO;
- coliformes totais e fecais;
- nutrientes: série nitrogenada;
- substâncias tóxicas: metais pesados;
- sólidos: totais, sedimentáveis;
- diversos: cloretos, fenóis, sulfatos, sulfetos, óleos e graxas, etc.

Estudos mais detalhados sobre a salinização das águas deverão ser realizados, em prosseguimento ao trabalho desenvolvido pela SUDENE em 32 açudes da região. Estes estudos deverão, além de levantar as condições dos reservatórios, em termos de salinização, identificar suas principais causas, para a adoção das medidas de controle.

• **(b) Identificação e estimativa das principais cargas poluidoras.**

Serão levantadas as principais cargas poluidoras das bacias hidrográficas: esgotos domésticos; esgotos industriais; resíduos das atividades agropecuárias; lixo; outros tipos de resíduos.

As principais cargas poluidoras deverão ser estimadas, utilizando-se os parâmetros usuais constantes da bibliografia especializada. A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), devido à sua representatividade, tem sido geralmente utilizada como parâmetro de carga poluente. O PLIRHINE estimou a carga poluente, em termos de ton. de DBO/ano, para cada unidade de análise do Plano, no período de 1980 a 2000 (SUDENE, 1980).

Determinados Estados já efetuaram a estimativa de carga poluidora de algumas bacias hidrográficas, devendo a avaliação ser ampliada para toda a região.

• **(c) Levantamento das condições de assoreamento.**

Recomenda-se a realização de levantamento batimétrico dos principais reservatórios da região, de forma a quantificar o processo de assoreamento dos mesmos.

Deverão ser identificadas as principais causas do assoreamento dos mananciais, de modo a orientar a adoção das medidas de controle.

• **(d) Usos atuais e futuros dos recursos hídricos.**

Os diversos usos dos mananciais deverão ser levantados, identificando-se os que são conflitantes e os que contribuem para a degradação dos recursos hídricos.

A qualidade necessária para a água de um manancial depende dos seus usos, daí a importância desse levantamento. Em função disso é feita a classificação dos recursos hídricos (enquadramento).

- (e) Estudo da capacidade de autodepuração.

Em função das condições dos corpos receptores e da estimativa da carga poluidora, será determinada a capacidade de autodepuração dos mananciais, utilizando-se os modelos já desenvolvidos com esse objetivo.

Uma estimativa grosseira da autodepuração é feita em função da relação entre a vazão do despejo e a vazão do corpo receptor.

Segundo DACACH (1984), se a diluição decorrer de 40 ou mais volumes de água para 1 volume de esgoto doméstico, dificilmente resultarão problemas. Se a proporção for de 20 ou menos para 1, os problemas fatalmente surgirão. É evidente existirem estudos de maior profundidade, baseados em parâmetros do esgoto e do rio, capazes de dar uma resposta mais segura quanto aos valores da descarga máxima do esgoto que lhe dispense o tratamento.

Este parâmetro de diluição é adotado na Alemanha e Inglaterra, com taxas de 1:30 a 1:50, consistindo num primeiro elemento de análise para o controle da poluição (SUDENE, 1980).

É claro que essa taxa deve ser usada como uma primeira indicação da capacidade de diluição e, conseqüentemente, de depuração de um corpo receptor. Muitos outros aspectos deverão ser considerados no estudo da autodepuração dos mananciais.

Os estudos de autodepuração indicarão as quantidades de cargas poluidoras a serem lançadas, determinando os tipos de tratamento de efluentes a serem adotados.

Na região semi-árida deve ser considerado o fato de que muitos rios são intermitentes, não tendo capacidade de diluir os despejos durante os períodos de estiagem.

Nesses casos, o lançamento de esgotos, mesmo tratados, nos cursos de água, significa que, nas épocas de vazões nulas dos rios, somente escoariam águas residuais nas calhas fluviais.

Para evitar essa situação, recomenda-se que não sejam permitidos lançamentos de esgoto nos cursos de águas intermitentes. Para isso, deverão ser adotadas as seguintes medidas:

- remanejamento das atividades poluidoras para outras áreas;
- disciplinamento do uso do solo, não permitindo o desenvolvimento, nessas áreas, de atividades com grande produção de esgoto;

- reutilização das águas servidas.

O reuso da água é uma alternativa a ser adotada na região semi-árida do Nordeste. Entre as práticas de reuso, recomenda-se que sejam desenvolvidos estudos visando à irrigação utilizando efluentes de estações de tratamento de esgotos.

Com a irrigação utilizando esgoto tratado são alcançados dois principais objetivos: suprir a carência de água da região e evitar que esgotos sejam lançados nas calhas de cursos de água intermitentes, que permanecem secos durante grande parte do ano.

Essa prática tem sido utilizada com sucesso em outras partes do mundo, e deve ser incentivada na região semi-árida.

Entre as plantas a serem irrigadas com esgotos, recomenda-se: culturas de alimentos não ingeridos crus; forrageiras; algodão; vegetação paisagística; plantas utilizadas em programas de reflorestamento.

Deverão ser desenvolvidas pesquisas aplicadas sobre o reuso da água, pelas Universidades, órgãos de saneamento e instituições de controle ambiental, da região, visando determinar os melhores métodos e os cuidados a serem adotados para minimizar seus impactos negativos.

- (f) Enquadramento dos corpos de água.

Em função do levantamento sanitário e, principalmente, dos usos definidos para os mananciais, deverá ser feito o enquadramento dos corpos de água das bacias hidrográficas da região, de acordo com a classificação definida pela Resolução nº 020/86, do CONAMA.

Esta Resolução definiu nove classes para as águas do Território Nacional, sendo 05 para as águas doces, 02 para as águas salinas e 02 para as águas salobras, conforme comentado em item anterior.

Alguns Estados dispõem de dispositivos legais enquadrando seus recursos hídricos, os quais devem ser revistos, pois foram elaborados com base em Portaria da SEMA, anterior à Resolução do CONAMA.

De acordo com a Resolução do CONAMA, enquanto não forem feitos os enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 02, as salinas classe 05 e as salobras classe 07.

Para os corpos de água onde a qualidade for inferior à da classe para a qual foram classificadas, medidas de controle da poluição serão adotadas, de forma a se alcançar os níveis desejáveis para as características da água.

4.2. Disciplinamento do Uso/Ocupação do Solo.

O planejamento do uso e ocupação do solo de uma bacia hidrográfica constitui uma importante ferramenta para garantir os recursos hídricos na quantidade necessária e na qualidade desejada aos seus diversos usos.





A definição dos usos e da ocupação do solo de determinada área deve considerar os aspectos naturais do meio físico que possam ter influência sobre os recursos hídricos. Os condicionantes naturais devem ser estudados em conjunto, de modo a garantir que a utilização de uma área seja feita de forma a causar o menor impacto ambiental possível. Esses aspectos, analisados em conjunto, permitirão definir o tipo e a intensidade de utilização de uma bacia hidrográfica (MOTA, 1988).

Esse disciplinamento justifica-se muito mais na região semi-árida, onde as frágeis condições ambientais refletem-se com grande intensidade sobre os recursos hídricos.

Para cada bacia hidrográfica da região Nordeste deverá ser proposto um macrozoneamento, a exemplo do que vem sendo feito a nível nacional, através do Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas.

Esse macrozoneamento deverá identificar as áreas mais ou menos indicadas à ocupação, em função dos diversos condicionantes naturais. Com base nas características das áreas, serão definidos os diversos tipos de uso, recomendados ou não, para as mesmas.

O macrozoneamento deve considerar, também, a infra-estrutura sanitária existente ou projetada, em função da qual deverão ser definidos os usos com maior ou menor produção de despejos.

Serão estabelecidos diversos tipos de uso, tais como, urbano e de expansão urbana, industrial, agrícola e de pecuária, de reflorestamento e preservação, de proteção de mananciais, etc., sempre considerando a capacidade do ambiente de suportar aquela utilização.

Os municípios, responsáveis maior pelo disciplinamento do uso/ocupação do solo, deverão elaborar planos diretores e leis de uso do solo, adequando-os às diretrizes do macrozoneamento.

As propostas de macrozoneamento deverão considerar não somente os aspectos de conservação da água, mas a proteção dos demais recursos naturais, cujas políticas constam de outra parte deste projeto.

As áreas marginais aos recursos hídricos devem ter tratamento especial. Alguns Estados do Nordeste dispõem de legislação específica definindo faixas de proteção nas margens dos mananciais superficiais de água.

Já em 1965, o Código Florestal, Lei nº 4771, de 15 de setembro de 1965, considerou como de preservação permanente as florestas e demais formas de vegetação situadas ao longo dos cursos de água, ao redor de reservatórios de águas naturais ou artificiais e nas nascentes. As larguras das faixas de preservação foram alteradas pela Lei nº 7803, de 18 de julho de 1989, que modificou o Código Florestal.

A Resolução CONAMA nº 004, de 18 de setembro de 1985, definiu como reservas ecológicas as florestas e demais formas de vegetação situadas ao

longo de rios e de outro qualquer corpo de água, ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios de água naturais ou artificiais e nas nascentes permanentes ou temporárias.

As larguras das faixas estabelecidas pelo Código Florestal e pela Resolução nº 004/85 foram apresentadas em item anterior.

Um aspecto que deve ser discutido com relação às faixas de proteção, é que, geralmente, na região semi-árida as áreas marginais aos recursos hídricos são utilizadas pela população ribeirinha para a prática da chamada agricultura de vazante.

Segundo GUERRA (1981), no caso especial dos “rios secos” do Nordeste, a Legislação deixa dúvida, pois há grande número de famílias que tiram seu sustento exatamente da faixa aluvial próxima ao rio, cuja largura se aproxima muitas vezes daquela da área de preservação estipulada no Código. Fenômeno semelhante se verifica em torno dos açudes, onde se cultivam vazantes ou mesmo lavouras secas, como o algodão mocó, em área de “preservação permanente da vegetação natural”.

Os aluviões, por serem, geralmente, terrenos com baixas declividades e com grande capacidade de infiltração, não são muito sujeitos à erosão. Os riscos maiores do seu uso para a agricultura de vazante resulta dos movimentos de terra e da utilização de agrotóxicos.

GUERRA (1981) ressalta que o artigo 3º do Código Florestal admite “A supressão total ou parcial de florestas de preservação permanente”, com autorização do Poder Executivo Federal, quando para execução de planos ou atividades de utilidade ou interesse social. Assim, diz, os milhares de hectares cultivados nessas áreas estariam legalmente amparados.

No caso da região semi-árida, as faixas de proteção poderiam ser medidas a partir dos limites externos dos terrenos aluviais, o que implicaria em alteração no Código Florestal. Restrições devem ser feitas à exploração desses terrenos, proibindo-se o uso de agrotóxicos.

De qualquer forma, é imprescindível a existência de uma área com vegetação, para proteção dos recursos hídricos.

4.3. Controle do Assoreamento.

O controle do assoreamento dos mananciais está associado às medidas de combate à erosão do solo, que integram as políticas apresentadas em outra parte deste projeto, no capítulo relativo aos recursos naturais.

A cobertura vegetal representa a medida mais importante de controle da erosão do solo. Assim, o controle do desmatamento e o reflorestamento constituem as ações mais efetivas para evitar a erosão do solo e o conseqüente assoreamento dos recursos hídricos.

Outras medidas deverão ser adotadas: manejo adequado do solo; controle da ocupação de encostas; práticas agrícolas corretas; disciplinamento do uso e ocupação do solo; proteção de terrenos mais sujeitos à erosão; proteção do escoamento natural das águas (ver políticas propostas no capítulo “Recursos Naturais e Meio Ambiente”).

4.4. Controle da Poluição.

A medida mais eficaz de controle da poluição da água consiste na implantação de sistemas de esgotamento, composto de redes coletoras e de estações de tratamento de efluentes.

Conforme demonstrado anteriormente, é muito pequeno o percentual da população do Nordeste servida por sistemas de esgotos, o que resulta no lançamento de águas residuárias nos recursos hídricos, poluindo-os.

Assim, a implantação de sistemas públicos de esgotamento sanitário nas áreas urbanas da região constitui medida urgente. Pela sua importância, este tema foi discutido isoladamente em outra parte deste projeto, resultando nas políticas propostas pelo Grupo de Trabalho “Economia Ciência e Tecnologia”.

Os efluentes industriais deverão ser submetidos a tratamento, antes de serem lançados nos corpos de água. A partir do levantamento das fontes de poluição, será desenvolvido, em cada Estado, um programa de controle da poluição, exigindo-se a implantação de estações de tratamento para os esgotos das indústrias, em função das características dos despejos e dos corpos de água receptores, bem como dos usos da água. Os efluentes das estações de tratamento deverão atender aos padrões definidos pelo CONAMA e pelos órgãos estaduais de meio ambiente.

Deverá ser incentivado o reuso de efluentes, tais como o vinhoto, nas áreas onde os rios secam durante os períodos de estiagem. A reutilização da água, conforme discutida anteriormente, é uma medida de controle da poluição, pois evita o lançamento de efluentes em corpos de água que não têm capacidade de autodepurá-los.

A localização de atividades poluidoras deve ser compatível com as características do meio, em especial com a capacidade dos mananciais de receberem seus esgotos (mesmos tratados). A implantação dessas atividades deverá ser precedida da avaliação dos impactos ambientais, observando a legislação pertinente.

A Constituição Federal - artigo 225, item IV - estabelece que deve ser exigido, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental.

O uso de agrotóxicos deve ser controlado, de forma a minimizar os seus impactos sobre o meio ambiente. Deve ser rigorosamente obedecida a Lei Federal nº 7802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre o controle da utilização de agrotóxicos. Alguns Estados possuem legislação específica sobre agrotóxicos. O que se observa, no entanto, é o total descumprimento dos dispositivos legais existentes, em toda a região.

O controle da disposição do lixo deve integrar, também, o programa de controle da poluição dos corpos de água. Constatou-se que é comum o lançamento de resíduos sólidos nas margens ou diretamente nos recursos hídricos.

Deve ser exigida dos municípios e das indústrias a destinação adequada para o lixo, através de soluções sanitárias, incentivando-se a reciclagem dos resíduos e a produção do composto orgânico.

4.5. Controle da Salinização.

Para atenuar os danos causados pela salinização, propõe-se que suas principais causas sejam atacadas. Como o clima parece ser um fator extremamente importante no processo em questão, sugere-se inicialmente que se desenvolva uma política de controle bastante rigorosa, que reduza a construção de açudes sem especificações técnicas adequadas, que levem a capacidades incompatíveis com a bacia hidrográfica correspondente. Esta providência reduz as perdas por evaporação, bem como, proporcionando o sangramento dos açudes nas estações de chuva, renovando grande parte da massa líquida armazenada, reduzindo assim suas concentrações de sais. Em concordância com esta política, deve ser desenvolvida uma estratégia de monitoramento, capaz de criar um banco de dados que permita conhecer as concentrações de sais nos principais corpos hídricos, a fim de se ter um diagnóstico mais claro de suas potencialidades, tanto do ponto de vista das águas de superfície, como das águas subterrâneas. Finalmente, deve-se incentivar pesquisas de caráter teórico-experimental, de modo a se conhecer melhor os impactos do uso das águas salinizadas dos processos de irrigação, bem como seus impactos no processo de deterioração do solo. É possível que este uso incontrolado tenha contribuído para a esterilização do solo, bem como para o processo de desertificação, que atualmente se desenvolve em algumas microregiões do semi-árido nordestino. Também, devem ser realizadas pesquisas visando aperfeiçoar os processos de dessalinização da água.

4.6. Proteção das Nascentes.

Além dos dispositivos legais já referidos - Código Florestal e Resolução CONAMA nº 004/85 - a Lei Federal nº 7754, de 14 de abril de 1989, estabelece medidas para proteção das florestas existentes nas nascentes de rios.

De acordo com a referida lei, nas nascentes dos rios será constituída uma área em forma de paralelograma, denominada Paralelograma de Cobertura Florestal, na qual são vedadas a derrubada de árvores e qualquer forma de desmatamento.

Na hipótese de que tenha havido derrubada de árvores e desmatamento na área integrada no Paralelograma de Cobertura Vegetal, deverá ser imediatamente efetuado o reflorestamento, com espécies vegetais nativas da região.

Deverão ser definidas as dimensões dos Paralelogramas de Cobertura Vegetal para os cursos de água da região, levando-se em conta o comprimento e a largura dos rios cujas nascentes serão protegidas.

As áreas desmatadas, nas nascentes, deverão ser reflorestadas.

4.7. Proteção das Águas Subterrâneas.

As medidas de proteção das águas subterrâneas devem ser adotadas visando aos aspectos quantitativos e qualitativos. Assim, deve ser assegurada a recarga dos aquíferos, de modo a garantir a retirada de água na quantidade necessária aos diversos fins, bem como deve ser preservada a sua qualidade, em função dos usos a que se destinam.

É necessário que sejam identificadas as áreas de recarga dos aquíferos. Para os aquíferos freáticos, a recarga é feita, geralmente, a partir do solo que lhe fica imediatamente acima. As áreas de recarga dos aquíferos artesianos, no entanto, nem sempre ficam próximas dos mesmos, havendo necessidade de estudos para a sua determinação.

A proteção das águas subterrâneas é obtida através do controle da execução dos sistemas de disposição de resíduos sólidos e líquidos, no solo, tais como, fossas, aterros sanitários, lagoas de estabilização, sistemas de aplicação de esgoto no terreno, sistemas de irrigação com esgotos, entre outros.

Esses sistemas devem ficar a distâncias satisfatórias de poços, de forma a evitar a sua poluição.

A distância mínima recomendada entre o nível máximo do lençol freático e o fundo de sistemas de absorção de efluentes de fossas (sumidouros e valas de infiltração), de lagoas de estabilização, de aterros sanitários e do fundo das covas de cemitérios, tem sido de 1,50m a 3,00m.

A Norma de ABNT que trata das fossas sépticas recomenda um afastamento mínimo de 20,00 metros entre os sumidouros ou valas de infiltração e poços ou coleções superficiais de água.

Outras fontes de poluição, tais como aterros sanitários, cemitérios e lagoas de estabilização de esgotos, devem situar-se a distâncias maiores de

poços e de outros mananciais utilizados para abastecimento humano. Afastamento mínimo de 500,00 metros é recomendado, podendo-se, em alguns casos, dependendo do potencial de poluição das fontes, adotarem-se distâncias maiores (MOTA, 1988).

O chorume proveniente de depósitos de lixo deve ser drenado e encaminhado a sistemas de tratamento de efluentes líquidos.

As áreas de recarga de aquíferos devem ser protegidas através das seguintes medidas:

- disciplinamento dos usos do solo, definindo-se para as mesmas baixas taxas de ocupação, reduzindo-se, ao máximo, a impermeabilização do terreno; as taxas de ocupação devem variar de 0,10 a 0,20, nessas áreas;
- preservação da vegetação e reflorestamento das áreas degradadas;
- proibição da instalação de atividades poluidoras do solo, nessas áreas.

4.8. Suporte Jurídico-Institucional.

A implantação das políticas de conservação da água ficará a cargo dos órgãos federais e estaduais envolvidos com a problemática do meio ambiente e dos recursos hídricos.

É necessário que os órgãos de meio ambiente e de recursos hídricos trabalhem de forma mais integrada, uma vez que a conservação da água depende da ação das entidades responsáveis pela sua qualidade e quantidade.

As políticas visando à conservação da água deverão ser executadas a nível de bacias hidrográficas, a partir do levantamento detalhado das mesmas, como discutido anteriormente.

Para os rios federais, deverão ser instalados os Comitês Executivos, a exemplo do CEEIVASF. Além do Rio São Francisco, o Plano Nacional de Recursos Hídricos prevê a elaboração de Planos de Utilização Integrada para as seguintes bacias hidrográficas:

- Bacia do Rio Parnaíba;
- Bacia do Rio Jaguaribe;
- Bacias dos Rios Mundaú e Paraíba;
- Bacias dos Rios Itapicurú e Vaza Barris;
- Bacia do Rio Paraguaçu.

Os Comitês Executivos deverão receber maior apoio do Governo Federal, para desenvolver com mais eficiência suas atividades.

Nos Estados, as políticas de conservação da água deverão ser implantadas pelos órgãos de controle ambiental, em conjunto com as entidades

responsáveis pelos recursos hídricos. Para as principais bacias hidrográficas de cada Estado, serão realizados estudos sobre as condições atuais dos corpos de água e elaborados planos de utilização dos mesmos, tendo como objetivo maior garantir a quantidade e a qualidade necessárias aos seus usos futuros.

Os Laboratórios de Análises Climáticas, instalados pelo Ministério da Ciência e Tecnologia em cada Estado do Nordeste, deverão desenvolver importante papel de suporte aos estudos e pesquisas necessários aos programas de conservação da água. Ressalta-se, também, o apoio que podem dar as Universidades da região, destacando-se a existência de Cursos de Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento, nas Universidades Federal do Ceará e da Paraíba.

Os órgãos estaduais de meio ambiente necessitam, de um modo geral, ser melhor estruturados e equipados para o desempenho mais eficaz de suas atribuições. Há carência de pessoal e de material para o melhor desenvolvimento de suas atividades. Assim, esses organismos deverão receber maior apoio, para que possam realizar a política de conservação ambiental.

As leis de proteção ambiental existentes são, de forma geral, satisfatórias, sendo necessário que sejam realmente cumpridas.

Alguns Estados dispõem de legislação de controle ambiental, havendo necessidade, para a maioria deles, de dispositivos legais que lhes permitam uma ação fiscalizadora e punitiva mais eficaz.

4.9. Educação Ambiental.

Qualquer programa visando à proteção dos recursos naturais só terá êxito se contar com a efetiva participação da comunidade.

É necessária a formação de uma consciência de que a proteção do meio ambiente não deve depender somente do poder público, mas da colaboração e participação de toda a população.

Considerando a importância do envolvimento da comunidade, o Projeto Áridas instituiu o Grupo de Trabalho "Integração com a Sociedade", responsável pela definição das políticas que garantam a interação e o intercâmbio com a comunidade.

Entre essas políticas, deverá constar um amplo programa de educação ambiental, através do qual se consiga que a população da região adote práticas conservacionistas na utilização e manejo dos recursos naturais.

Com a ação conjunta dos órgãos públicos e da comunidade, obter-se-á a conservação dos recursos hídricos e de outros recursos naturais, garantindo-se o desenvolvimento sustentável da região.

4.10. Controle de Perdas e Desperdícios.

Numa região carente de água como o Nordeste, é imprescindível que sejam evitadas perdas e desperdícios.

Atualmente, são bastante elevadas as perdas dos sistemas de abastecimento de água existentes, bem como verificam-se esbanjamentos nos seus usos domiciliares, industriais, de lazer e outros.

O controle de perdas e desperdícios de água deve ser de responsabilidade dos órgãos públicos e de toda a comunidade.

Os órgãos federais, estaduais e municipais de saneamento deverão executar um rigoroso programa de controle de perdas nos sistemas de abastecimento de água, incluindo a implantação de medidores de consumo (hidrômetros) nas edificações.

Paralelamente, deverá ser desenvolvido um amplo programa de conscientização da população, no sentido de evitar perdas e desperdícios de água. É necessário que a população esteja ciente de que vive em uma região onde a água é um recurso escasso e, portanto, deve usá-la de modo racional e com parcimônia.

O programa de controle de perdas deve objetivar à melhoria da eficiência dos sistemas de utilização da água - abastecimento humano, indústrias, irrigação, entre outros. Com isso, serão aumentadas as disponibilidades de água atuais, podendo-se atender a uma população maior, mesmo sem aumentar-se as reservas hídricas.

4.11. Incentivos Fiscais à Conservação da Água.

Visando promover a conservação da qualidade da água, devem ser instituídas legislações de incentivo à adoção de medidas com esse objetivo. Deverá ser criada uma “taxação ecológica”, beneficiando os municípios e particulares que promovam medidas eficazes de controle da poluição ambiental.

Um exemplo desse tipo de legislação é a conhecida como “Lei do ICMS Ecológico”, do Estado do Paraná. Naquele Estado, 5% do ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços) são repassados aos municípios que optaram ou são obrigados a preservar áreas de seus limites geográficos. Os valores repassados aos municípios podem aumentar ou diminuir, em função do “índice de qualidade de água”, determinado anualmente.

Este é um exemplo de legislação que deve ser adaptada para a região semi-árida, com o objetivo de beneficiar e incentivar aqueles que adotarem práticas condizentes com o desenvolvimento sustentável.

4.12. Reuso de Águas

Conforme destacado no item 4.1, o reuso da água constitui uma medida a ser incentivada na região. Esta é uma prática adotada em diversas partes do mundo, sendo vários os tipos de reuso: irrigação agrícola e paisagista, uso industrial, agricultura, recarga de aquíferos subterrâneos, combate a incêndios, usos recreacionais, sistemas de ar condicionado, manutenção de vazões mínimas de cursos d'água, entre outros.

Na região semi-árida, onde grande parte é composta por cursos d'água intermitentes, a reutilização da água evita que esgotos sejam lançados nos mesmos. O reuso constitui-se, assim, também uma medida de controle da poluição da água.

O uso de esgotos tratados em irrigação deve ser incentivado, principalmente para culturas tais, como: forragens, pastos, algodão, cana de açúcar, árvores, plantas produtoras de fibras e sementes, etc.

Nas indústrias, a reutilização pode ser feita como águas de resfriamento, em caldeiras, nos sistemas de lavagem ou transporte de materiais, ou no próprio processamento de produtos.

Na adoção de práticas de reuso deverão ser avaliados os seus possíveis impactos ambientais e adotadas medidas mitigadoras com o objetivo de evitá-los ou minimizá-los.

Recomenda-se que sejam realizados estudos e pesquisas visando determinar as melhores formas de reuso a serem adotadas e, principalmente, as medidas a serem utilizadas objetivando minimizar os seus impactos negativos e aumentar os seus benefícios.

5. BIBLIOGRAFIA

CADIER, E., FRETAS, B. J. de & LEPRUN, J., 1983. Bacia Experimental do Sumé. Instalação e Primeiros Resultados. Recife, SUDENE.

CATÁLOGO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Número XVII. 1994. Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental.

CEARÁ. SEMACE. 1992. Ceará 92 - Perfil Ambiental e Estratégias. Fortaleza.

CEEIVASF, 1989, Enquadramento dos Rios Federais da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco - Projeto Gerencial 002/80, Brasília.

CENTRO DE RECURSOS AMBIENTAIS, 1993. Proposta de Enquadramento - Bacia Hidrográfica do Rio Joanes. Salvador, Bahia.

CENTRO DE RECURSOS AMBIENTAIS, 1993. Proposta de Enquadramento - Bacia Hidrográfica do Rio Subaé. Salvador, Bahia.

CPRH, 1991. Qualidade das Águas. Bacia do Rio Capibaribe, Recife.

CRUZ E MELO, F. A. F., 1968, Estudo Geoquímico Preliminar das Águas Subterrâneas do Nordeste do Brasil. Recife, SUDENE - Série Hidrogeológica 19:147 pp.

CRUZ E MELO, F. A. F., 1974, Estudo Geoquímico Preliminar das Águas Subterrâneas do Nordeste do Brasil. Recife, SUDENE. Série Hidrogeológica 19:125 pp

CRUZ E MELO, F. A. F., 1969, Zoneamento Químico e Salinização das Águas Subterrâneas do Nordeste do Brasil. Recife, SUDENE. Bol. Rec. Nat., 7:1-4.

DACACH, N. G., 1984, Sistemas Urbanos de Esgoto. Guanabara Dois, Rio de Janeiro.

DUQUE, J. G., 1975, Solo e Água no Polígono das Secas. 4º ed., Fortaleza. DNOCS, Publicação 154, Série I-A:122 pp.

FREIRE, C. et al., 1983, Algumas Características Isotópicas e Químicas dos Aqüíferos Superficiais e Profundos da Região de Iguatu-Ceará. Revista Brasileira de Geociências. 13(4).

FUNCEME, 1992. Áreas Degradadas Susceptíveis aos Processos de Desertificação no Estado do Ceará-Brasil. IN:ICID - Impactos de Variação Climática e Desenvolvimento Sustentável em Regiões Semi-Áridas, Fortaleza, 1992.

GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ, 1994. Diagnóstico Preliminar sobre os Recursos Hídricos do Estado do Piauí. Secretaria de Agricultura, Abastecimento e Recursos Hídricos, Teresina.

GUERRA, P. de B., 1981. A Civilização da Seca. Fortaleza, DNOCS.

LARAQUE, A., 1989, Simal: Um Modelo de Previsão de Salinização dos Açudes no Nordeste Brasileiro - VIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Vol. 2.

LEAL, J. M., 1966, Estudo Geológico e Hidrogeológico da Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú. Recife, SUDENE. Série Hidrogeológica, 7:24 pp.

MAGALHÃES, A. R., 1994, Um Estudo de Desenvolvimento Sustentável do Nordeste Semi-Árido. Seminário sobre a Economia da Sustentabilidade, Recife.

MAVIGNIER, A. L. 1992. Estudo Físico, Químico e Bacteriológico do Rio Cocó. Dissertação de Mestrado, Fortaleza, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará.

MOTA, S. 1988. Preservação de Recursos Hídricos. ABES, Rio de Janeiro.

PEREIRA et al., 1990, Qualidade de Água para Irrigação no Seridó-RN. IX Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem.

SALATI, E., LEAL, J. M., MENDES CAMPOS, M., 1974, Environmental Isotopes Used in a Hydrogeological Study of Northeastern Brazil In: "Isotope Techniques in Groundwater Hydrology". Vicua, IAEA, 1:259-283.

SANTIAGO, M. M. F., 1984, Mecanismos de Salinização em Regiões Semi-Áridas. Estudo dos Açudes Pereira de Miranda e Caxitoré no Ceará. Tese de Doutorado na Universidade de São Paulo.

SEMATUR, 1991. Diagnóstico dos Principais Problemas Ambientais do Estado do Maranhão, São Luís, Maranhão.

SIQUEIRA, H. B. et all, 1982, Contribuição ao Estudo Isotópico e Químico dos Aqüíferos da Região de Frecheirinha-Ceará. Revista Brasileira de Geociências.



Ministério da
Integração Nacional



SUDENE, 1989, Estudos e Previsão da Qualidade da Água de Açudes do Nordeste Semi-Árido Brasileiro, Série Hidrológica/26. Recife

SUDENE, 1980, Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste do Brasil. Fase I. Texto. Volume XIII, Recife.

TODD, D. H., 1959, Hidrologia de Águas Subterrâneas. 1º ed. , São Paulo, Edgar Blücher LTDA. 319 pp.

QUALIDADE E CONSERVAÇÃO DA ÁGUA COM VISTAS AO
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NO SEMI-ÁRIDO NORDESTINO.



GT II - RECURSOS HÍDRICOS

II.5 - QUALIDADE E CONSERVAÇÃO DA ÁGUA COM VISTAS AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NO SEMI-ÁRIDO NORDESTINO.

ANEXOS



QUADRO 18

 VAZÕES DOS CURSOS D'ÁGUA COMPROMETIDAS COM A POLUIÇÃO,
POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO DO PLIRHINE, NOS ANOS
DE 1995 E 2000

UNIDADE PLANEJAM	BACIAS/ÁREAS	VAZÕES (Hm ³ /ano)	
		1995	2000
1.1	RIO TOCANTINS MARANHENSE	378	509
2.1	RIO GURUPI	126	169
3.1	RIO MEARIM	33	46
3.2	RIO MEARIM	1.782	2.704
3.3	RIO MEARIM	671	811
4.1	RIO ITAPECURU	6	8
4.2	RIO ITAPECURU	1.709	2.895
4.3	RIO ITAPECURU	1.606	1.787
5.1	RIO MUNIM	109	122
6.1	RIO PARNAIBA	58	80
6.2	RIO PARNAIBA	296	495
6.3	RIO PARNAIBA	934	1.165
6.4	RIO PARNAIBA	1.458	1.543
6.5	RIO PARNAIBA	1.496	2.036
7.1	RIO ACARAÚ	1.858	2.777
8.1	RIO CURU	296	334
9.1	ENTRE BACIAS DOS RIOS CURU E JAGUARIBE	6.647	8.198
10.1	RIO JAGUARIBE	2.775	4.136
10.2	RIO JAGUARIBE	521	615
10.3	RIO JAGUARIBE	429	513
11.1	RIO APODI	3.123	4.290
12.1	RIO PIRANHAS	1.156	1.513
12.2	RIO PIRANHAS	405	495
12.3	RIO PIRANHAS	4.701	5.192
13.1	ENTRE BACIAS DOS RIOS PIRANHAS E PARAIBA DO NORTE	426	515
13.2	ENTRE BACIAS DOS RIOS PIRANHAS E PARAIBA DO NORTE	3.297	4.294
14.1	RIO PARAIBA DO NORTE	1.235	1.318
14.2	RIO PARAIBA DO NORTE	619	734
14.3	RIO PARAIBA DO NORTE	1.145	5.294
15.1	ENTRE BACIAS DOS RIOS IPOJUCA E UNA	1.152	1.322



QUADRO 18
(continuação)

UNIDADE PLANEJAM.	BACIAS/ÁREAS	VAZÕES (Hm ³ /ano)	
		1995	2000
15.2	ENTRE BACIAS DOS RIOS IPOJUCA E UNA	713	768
15.3	ENTRE BACIAS DOS RIOS IPOJUCA E UNA	19.880	23.911
15.4	ENTRE BACIAS DOS RIOS IPOJUCA E UNA	16.426	31.361
16.1	ENTRE BACIAS DOS RIOS UNA E MUNDAÚ	599	766
16.2	ENTRE BACIAS DOS RIOS UNA E MUNDAÚ	2.262	2.953
16.3	ENTRE BACIAS DOS RIOS UNA E MUNDAÚ	17.105	21.892
17.1	RIO SÃO FRANCISCO	872	1.066
17.2	RIO SÃO FRANCISCO	2.388	3.099
17.3	RIO SÃO FRANCISCO	2.541	5.074
17.4	RIO SÃO FRANCISCO	2.675	3.154
17.5	RIO SÃO FRANCISCO	2.030	2.535
18.1	ENTRE BACIAS DOS RIOS SÃO FRANCISCO E VAZA-BARRIS	83	84
18.2	ENTRE BACIAS DOS RIOS SÃO FRANCISCO E VAZA-BARRIS	10.424	13.760
19.1	RIO ITAPICURU	993	2.111
19.2	RIO ITAPICURU	712	949
19.3	RIO ITAPICURU	683	1.050
20.1	ENTRE BACIAS DOS RIOS ITAPICURU E PARAGUAÇU	571	839
20.2	ENTRE BACIAS DOS RIOS ITAPICURU E PARAGUAÇU	2.259	2.909
20.3	RIO DE CONTAS	22.920	27.735
21.1	RIO PARDO	2.950	4.149
21.2	RIO PARDO	1.262	1.468
22.1	RIO JEQUITINHONHA	1.376	1.844
22.2	ENTRE BACIA DO RIO JEQUITINHONHA E ÁREA DA SUDENE	1.152	1.364
22.3	SUDENE	79	89
23.1	RIO JEQUITINHONHA	47	48
24.1	ENTRE BACIA DO RIO JEQUITINHONHA E ÁREA DA SUDENE	964	1.257

FONTE: SUDENE. 1980

QUADRO 19

 VAZÕES COMPROMETIDAS COM A POLUIÇÃO, POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO DO
PLIRHINE, DE 1990 A 2020

UNIDADE DE PLANEJAMENTO	VAZÕES COMPROMETIDAS COM A POLUIÇÃO (Hm ³ /ano)			
	1990 (1)	2000 (3)	2010 (3)	2020 (2)
1	272	351	430	509
2	103	125	147	169
3	1619	2266	2914	3561
4	2297	3095	3892	4690
5	93	103	112	122
6	3362	4014	4667	5319
7	1373	1841	2309	2777
8	245	275	304	334
9	4906	6003	7101	8198
10	2344	3317	4291	5264
11	2554	3133	3711	4290
12	2706	4204	5702	7200
13	2935	3560	4184	4809
14	4956	5753	6549	7346
15	27003	37123	47242	57362
16	14826	18421	22016	25611
17	6722	9457	12193	14928
18	7863	9857	11850	13844
19	1281	2224	3167	4110
20	20808	24366	27925	31483
21	3351	4106	4862	5617
22	2033	2454	2876	3297
23	46	47	47	48
24	674	868	1063	1257

OBS.: (1) De acordo com o PLIRHINE

(2) Previsão feita pelo PLIRHINE, mas que deverá ser alcançada em 2020

(3) Calculado por interpolação linear

QUADRO 20

VAZÕES DISPONÍVEIS, POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO DO PLIRHINE, DE 1990 A 2020

UNIDADE DE PLANEJAMENTO	VAZÕES SUPERFICIAIS DISPONÍVEIS (Hm ³ /ano)			
	1990	2000	2010	2020
1	500	500	500	500
2	2510	2510	2510	2510
3	3430	3430	3430	3430
4	1550	1550	1550	1550
5	1760	1760	1760	1760
6	8087	8087	8087	8087
7	580	747	830	913
8	369	400	415	430
9	222	251	266	280
10	1937	3372	3372	3372
11	164	380	380	380
12	1526	1934	1934	1934
13	115	115	115	115
14	262	363	414	465
15	151	225	261	298
16	8	8	8	8
17	64385	64385	64385	64385
18	76	76	76	76
19	163	163	163	163
20	1700	1700	1700	1700
21	700	700	700	700
22	795	795	795	795
23	540	540	540	540
24	1400	1400	1400	1400



QUADRO 21

ÍNDICE DE COMPROMETIMENTO COM A POLUIÇÃO, POR UNIDADE DE PLANEJAMENTO DO PLIRHINE, DE 1990 A 2020

UNIDADE DE PLANEJAMENTO	ÍNDICE DE COMPROMETIMENTO COM A POLUIÇÃO			
	1990	2000	2010	2020
1	1.8382	1.4245	1.1628	0.9823
2	24.3689	20.0800	17.0748	14.8521
3	2.1186	1.5135	1.1772	0.9632
4	0.6748	0.5009	0.3982	0.3305
5	18.9247	17.1429	15.6677	14.4262
6	2.4054	2.0145	1.7329	1.5204
7	0.4224	0.4058	0.3595	0.3288
8	1.5061	1.4563	1.3636	1.2874
9	0.0453	0.0418	0.0375	0.0342
10	0.8264	1.0165	0.7859	0.6406
11	0.0642	0.1213	0.1024	0.0886
12	0.5639	0.4600	0.3392	0.2686
13	0.0392	0.0323	0.0275	0.0239
14	0.0529	0.0631	0.0632	0.0633
15	0.0056	0.0061	0.0055	0.0052
16	0.0005	0.0004	0.0004	0.0003
17	9.5783	6.8079	5.2806	4.3130
18	0.0097	0.0077	0.0064	0.0055
19	0.1272	0.0733	0.0515	0.0397
20	0.0817	0.0698	0.0609	0.0540
21	0.2089	0.1705	0.1440	0.1246
22	0.3910	0.3239	0.2765	0.2411
23	11.7391	11.5714	11.4085	11.2500
24	2.0772	1.6123	1.3174	1.1138

 $ICP = \text{VAZÃO SUPERF. DISPON.} / \text{VAZÃO COMPR. C/ POLUIÇÃO}$

- ICP < 1 - SITUAÇÃO CRÍTICA
- 1 < ICP < 2 - SITUAÇÃO QUASE CRÍTICA
- 2 < ICP < 5 - SITUAÇÃO RAZOÁVEL
- 5 < ICP < 10 - SITUAÇÃO BOA
- ICP > 10 - SITUAÇÃO MUITO BOA



MAPAS

1. ÁREAS COM PROBLEMAS CRÍTICOS DE POLUIÇÃO, SEGUNDO O PLIRHINE
2. COMPROMETIMENTO COM A POLUIÇÃO. CENÁRIO: 1990
3. COMPROMETIMENTO COM A POLUIÇÃO. CENÁRIO: 2000
4. COMPROMETIMENTO COM A POLUIÇÃO. CENÁRIO: 2010
5. COMPROMETIMENTO COM A POLUIÇÃO. CENÁRIO: 2020
6. COMPROMETIMENTO COM A POLUIÇÃO. CENÁRIO: DESEJÁVEL

Obs.: Para se obter o Cenário Desejável, partindo do Cenário de 1990, admitiu-se que as Unidades de Planejamento com Situação Crítica ou Quase Crítica alcançariam a Situação Razoável; as Unidades em Situação Razoável ou Boa ficariam na Situação Boa; as Unidades em Situação Muito Boa assim permaneceriam.

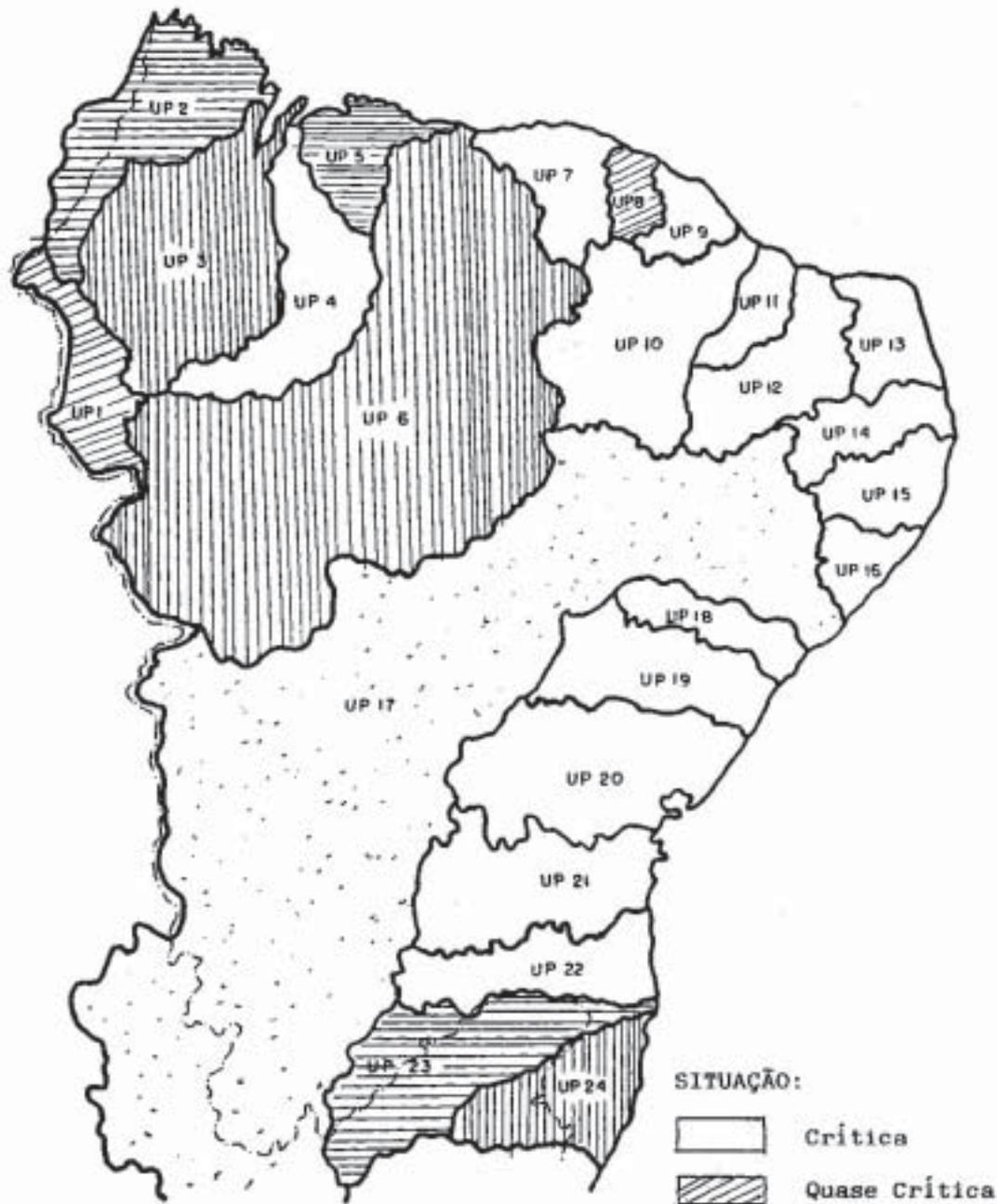


ESC. 1:9000 000

MAPA 1
ÁREAS COM PROBLEMAS
CRÍTICOS DE POLUIÇÃO, SEGUNDO
O PLIRHINE

QUALIDADE E CONSERVAÇÃO DA ÁGUA COM VISTAS AO
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NO SEMI-ÁRIDO NORDESTINO.



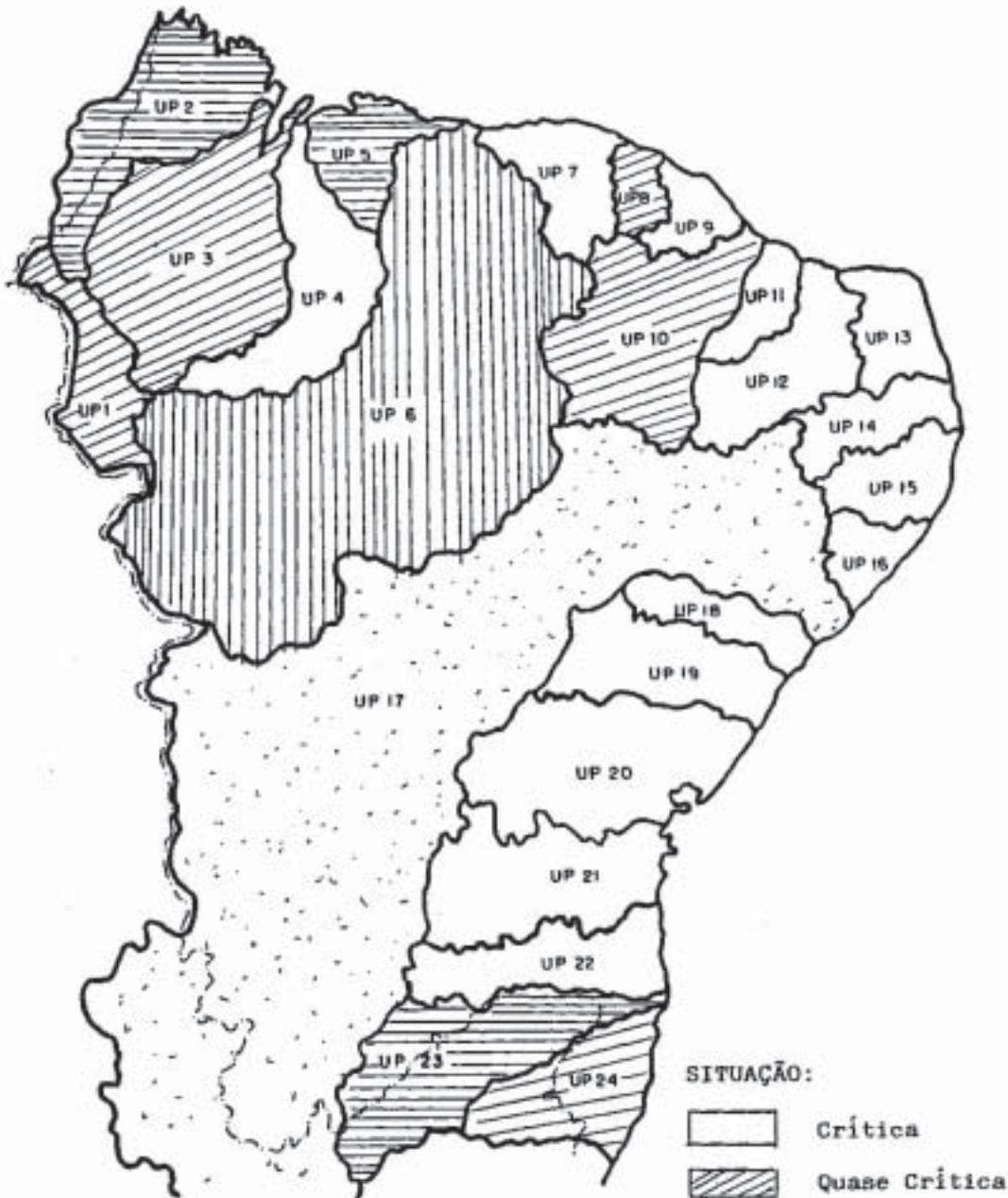


ESC. 1:9000 000

MAPA 2
COMPROMETIMENTO COM A POLUIÇÃO
CENÁRIO: 1990

SITUAÇÃO:

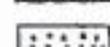
- Crítica
- Quase Crítica
- Razoável
- Boa
- Muito Boa



ESC. 1:9000 000

MAPA 3
COMPROMETIMENTO COM A POLUIÇÃO
CENÁRIO: 2000

SITUAÇÃO:

-  Crítica
-  Quase Crítica
-  Razoável
-  Boa
-  Muito Boa

QUALIDADE E CONSERVAÇÃO DA ÁGUA COM VISTAS AO
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NO SEMI-ÁRIDO NORDESTINO.







QUALIDADE E CONSERVAÇÃO DA ÁGUA COM VISTAS AO
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NO SEMI-ÁRIDO NORDESTINO.





ESC. 1:8000 000

MAPA 6
COMPROMETIMENTO COM A POLUIÇÃO
CENÁRIO: DESEJÁVEL

SITUAÇÃO:

- | | |
|--|---------------|
| | Crítica |
| | Quase Crítica |
| | Razoável |
| | Boa |
| | Muito Boa |



ARIDAS



Ministério da
Integração Nacional

