

# **Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe**



**FASE 1 - DIAGNÓSTICO  
VOLUME 04  
ESTUDOS AMBIENTAIS**

**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**

Governador: Tasso Ribeiro Jereissati

**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS**

Secretário: Hypérides Pereira de Macedo

**COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS**

Presidente: Francisco Lopes Viana

**Diretoria de Planejamento**

Joaquim Guedes Correia Gondim Filho

**Diretoria de Estudos e Projetos**

Francisco de Assis de Souza Filho

Este Projeto foi financiado pelo Banco Mundial / PROURB-RH

**Gerente dos Programas Especiais do Banco Mundial**

Francisco José Colelho Teixeira

**Gerente Adjunto dos Programas Especiais do Banco Mundial**

Ramón Flávio Rodrigues

# **PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DA BACIA DO RIO JAGUARIBE**

## **DIAGNÓSTICO**

---

## APRESENTAÇÃO

O Governo do Estado do Ceará cômico da importância da água na vida de todos, bem como das restrições e diferenças dos fatores climáticos do semi-árido nordestino, em 1987 criou a Secretaria dos Recursos Hídricos com o intuito de desenvolver uma política abrangente com ações voltadas para o equacionamento desta problemática, de forma a promover a infra-estrutura hídrica necessária ao desenvolvimento econômico, assim como a gestão racional da água em congruência com a preservação de meio ambiente, visando a melhoria da qualidade de vida do povo cearense.

A Política Estadual de Recursos Hídricos alcança parte significativa de seus objetivos com a edição do Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe, desenvolvido para planejar e gerenciar, de forma integrada, descentralizada e participativa, o uso múltiplo, o controle, a conservação, a proteção e a preservação dos recursos hídricos do referido rio.

Na elaboração do Plano foi, de forma inédita, introduzido o moderno conceito de gestão participativa, no qual o Comitê da Bacia Hidrográfica foi responsável, através de inúmeros seminários, pela definição das demandas de cada setor envolvido, bem como pela aprovação das diversas propostas de utilização racional da água.

O Plano apresenta o Estudo em 3 fases, caracterizadas por: a) Diagnóstico, contendo os estudos de base de hidrologia, os estudos de demanda, o balanço entre a oferta e a demanda, os estudos ambientais e complementares; b) Planejamento, que aborda a definição das demandas para os diversos setores, medidas de proteção ambiental e gestão de águas; c) Programas de Ação, que estabelecem as intervenções para a conservação ambiental, o abastecimento dos núcleos urbanos, o monitoramento dos sistemas, a conservação da água e o programa de estudos e projetos.

A COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos, na qualidade de agência gestora das águas do Estado do Ceará, tem o prazer e privilégio de disponibilizar o Plano de Gerenciamento das Águas da Bacias do Rio Jaguaribe, que tem como características singulares a busca do atendimento das demandas até o ano 2030 a partir das ofertas atuais e o incremento por ampliação e integração da oferta hídrica, e importação de águas de outras bacias e da legitimação dos usos da água objeto de intensas discussões com os usuários da água na Região Metropolitana, contribuindo assim para o desenvolvimento sustentável e com água garantida nos próximos trinta anos.

**Francisco Lopes Viana**

**Presidente da COGERH**

---

---

# EQUIPE DE ELABORAÇÃO

## ENGESOFT - ENGENHARIA E CONSULTORIA S/C LTDA

### Coordenador Geral:

**Eng° Civil** João Fernandes Vieira Neto  
M.Sc. Planejamento dos Recursos Hídricos, UFRGS

### Equipe Técnica:

**Eng° Civil** José Nilson Bezerra Campos  
Doutor em Recursos Hídricos, Colorado State University.

**Eng<sup>a</sup> Civil** Laurinda Lilia Sales Furtado  
M.Sc. Recursos Hídricos, UFC

**Eng<sup>a</sup> Civil** Eveline Alves de Queiroz  
M.Sc. Hidráulica e Saneamento, USP

**Eng<sup>a</sup> Civil** Sílvia Rodrigues Franco  
M.Sc. Recursos Hídricos, UFC

**Eng<sup>a</sup> Civil** Ticiane Marinho de Carvalho Studart  
Doutora em Recursos Hídricos, UFC

**Bel. Computação** Márcio de Araújo Botelho  
M.Sc. Geoprocessamento, UNICAMP

**Economista** Raimundo Eduardo Silveira Fontenele  
Doutor em Economia, Universidade de Paris

**Geólogo** Itabaraci Nazareno Cavalcante  
Doutor em Hidrogeologia, IG/USP

## ACOMPANHAMENTO E FISCALIZAÇÃO DA COGERH

### Presidente da Comissão:

**Eng° Civil** Francisco de Assis de Souza Filho  
M.Sc. Hidráulica e Saneamento

### Membros:

**Eng° Agrícola** Paulo Miranda Pereira  
M.Sc. Engenharia Agrícola

**Eng° Civil** Francisco José Coelho Teixeira

**Sociólogo** João Lúcio Farias de Oliveira  
M.Sc. Sociologia

---



### ÍNDICE

Página

<b>ÍNDICE</b> .....	<b>1</b>
<b>CONTEÚDO DO VOLUME</b> .....	<b>4</b>
<b>MAPA DE LOCALIZAÇÃO</b> .....	<b>6</b>
<b>1. ANÁLISE DE ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL</b> .....	<b>8</b>
<i>1.1. Levantamento e Análise de Estudos Anteriores</i> .....	9
<i>1.2. A Questão da Qualidade da Água do Rio Jaguaribe</i> .....	13
<i>1.3. Diagnóstico da Situação Ambiental da Bacia do Jaguaribe</i> .....	42
1.3.1. Considerações Gerais Quanto à Situação Ambiental da Bacia .....	42
1.3.2. Condicionantes ao Estudo da Situação Ambiental da Bacia.....	46
1.3.3. Elaboração de mapa Digital do Uso Atual do Solo e das Águas .....	50
1.3.3.1. Metodologia .....	50
1.3.3.2. Considerações Gerais Referentes à Caracterização Físico Ambiental das Classes de Mapeamento.....	51
1.3.3.3. Código de Cores e Dados de Plotagem das Cartas .....	54
1.3.3.4. Mapeamento do Uso Atual das Águas.....	58
<b>2. ANÁLISE DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA</b> .....	<b>61</b>
<i>2.1. Situação Atual De Uso E Ocupação Do Solo</i> .....	62
2.1.1. Análise Global do Uso e Ocupação do Solo .....	62
2.1.2. Identificação de Áreas Degradadas.....	120
2.1.3. Identificação de Reservas Ecológicas, Áreas de Preservação e Unidades de Conservação .....	137
<b>3. ANÁLISE DA SITUAÇÃO DAS MATAS CILIARES</b> .....	<b>142</b>
<i>3.1. Mapeamento Atual das Matas Ciliares</i> .....	143
3.1.1. Metodologia:.....	143
3.1.2. Resultados.....	146
3.1.3. Conclusões:.....	147
3.1.3.1. Situação da Bacia do Alto Jaguaribe:.....	147
3.1.3.2. Situação da Bacia do Salgado: .....	148
3.1.3.3. Situação da Bacia do Médio Jaguaribe:.....	148
3.1.3.4. Situação da Bacia do Banabuiú: .....	149
3.1.3.5. Situação da Bacia do Baixo Jaguaribe:.....	149

<b>4. ANÁLISE DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS .....</b>	<b>164</b>
4.1. <i>Bases Teóricas Para Análise .....</i>	165
4.1.1. Conceitos de Limnologia.....	165
4.1.2. Enquadramento e Classificação da Água para Usos na Irrigação .....	172
4.2. <i>Qualidade e Níveis de Salinidade das Águas dos Açudes.....</i>	176
4.2.1. Considerações Gerais.....	176
4.2.1.1. O Açude Orós.....	179
4.2.1.2. O Açude Lima Campos .....	182
4.2.1.3. O Açude Arrojado Lisboa (Banabuiú).....	186
4.2.1.4. Açudes Patu e Riacho do Sangue .....	188
4.2.1.5. Açude Vinícius Berredo (Pedras Brancas) .....	197
4.2.1.6. Açude Quixeramobim .....	200
4.2.1.7. Açude Cedro.....	202
4.2.1.8. Açude Quixabinha .....	204
4.3. <i>Potenciais Fontes De Poluição Dos Recursos Hídricos .....</i>	207
<b>5. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS .....</b>	<b>226</b>
5.1. <i>Caracterização Qualitativa.....</i>	227
5.2 <i>Bacia do Araripe.....</i>	239
5.3 <i>Aqüíferos Costeiros.....</i>	242

**CONTEÚDO DO VOLUME**

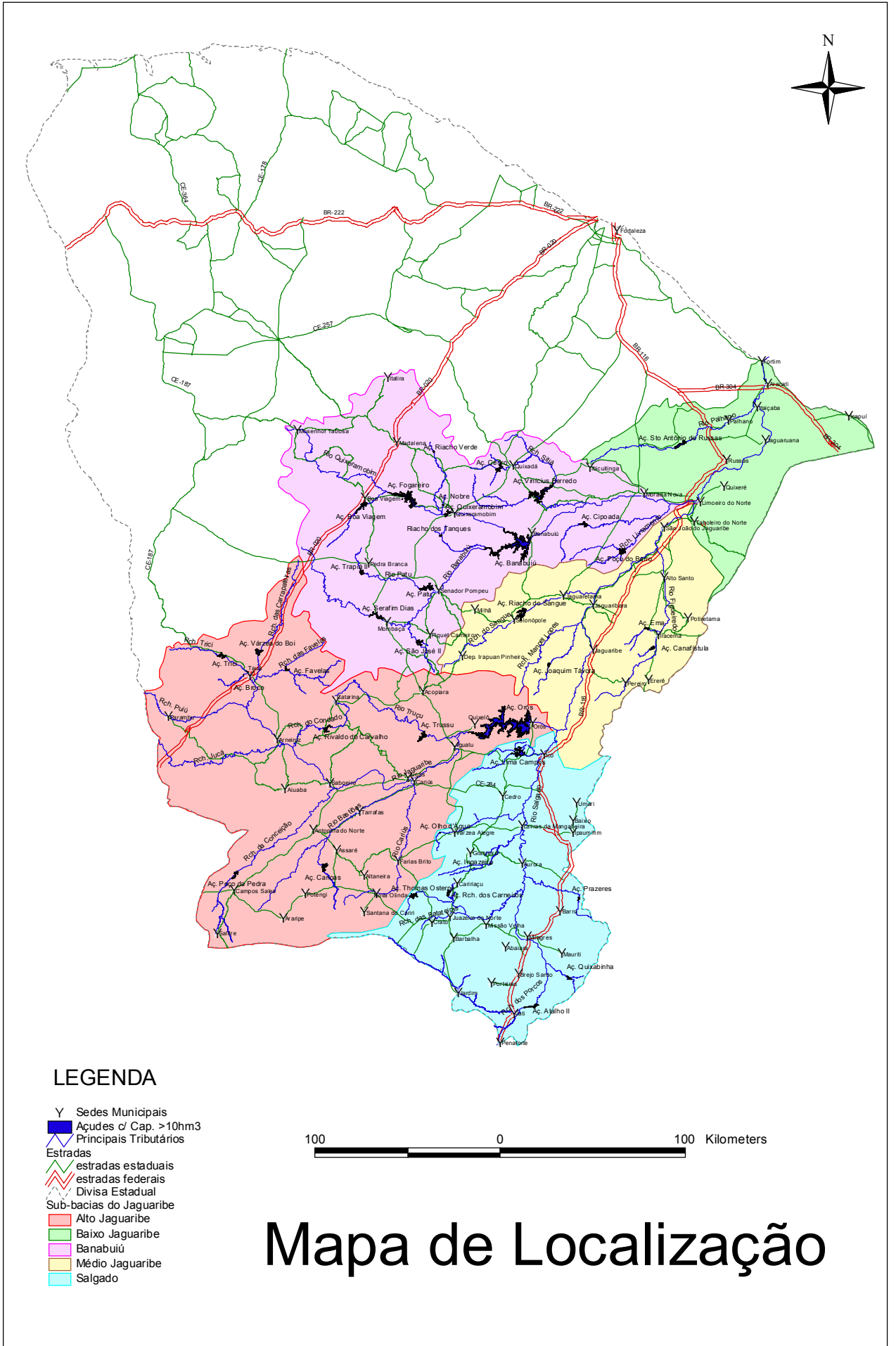


### CONTEÚDO DO VOLUME

Este documento, Volume 4 ESTUDOS AMBIENTAIS, faz parte da Fase do Diagnóstico do Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe, elaborado pela ENGESOFT – Engenharia e Consultoria Ltda., desenvolvido no âmbito do Contrato 042/97, PROURB-CE firmado entre a Consultora e a COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará.

O Volume 4 apresenta-se dividido em cinco capítulos. O primeiro diz respeito a Análise de Estudos de Impacto Ambiental. O segundo trata da Análise de Uso e Ocupação do Solo na Bacia do Jaguaribe, a partir da elaboração dos mapas digitais de uso atual da água e do solo, visando proceder a análise da situação ambiental na bacia do Jaguaribe. O terceiro trata da Análise da Situação das Matas Ciliares. Os dois últimos capítulos, quarto e quinto, apresentam uma Avaliação da Qualidade das Águas Superficiais e Subterrâneas, respectivamente.

**MAPA DE LOCALIZAÇÃO**



**LEGENDA**

- Y Sedes Municipais
- Açúdes / Cap. >10hm<sup>3</sup>
- ▬ Principais Tributários
- Estradas
  - ▬ estradas estaduais
  - ▬ estradas federais
  - ▬ Divisa Estadual
- Sub-bacias do Jaguaribe
  - Alto Jaguaribe
  - Baixo Jaguaribe
  - Banabuiú
  - Médio Jaguaribe
  - Salgado

**Mapa de Localização**

### 1. ANÁLISE DE ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL

### 1. ANÁLISE DE ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL

#### 1.1. LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE ESTUDOS ANTERIORES

Apresenta-se a seguir, um sumário dos estudos até agora realizados com base nos dados existentes obtidos junto à SEMACE. Inicialmente é feita uma análise dos dados de EIA-RIMA relativos à Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe, que estão disponíveis na biblioteca deste órgão, compreendendo projetos implantados ou em implantação que solicitaram licença de instalação, e, em seguida, é feita uma análise do problema da qualidade da água com base nos dados disponíveis na SEMACE. Finalizando os estudos ambientais, é feita uma interpretação preliminar dos problemas ambientais vivenciados pela equipe técnica da Consultora, durante viagens de reconhecimento de campo realizados ao longo da Bacia do Jaguaribe, para identificação de problemas localizados denunciados pelos usuários de água nas cinco reuniões dos Comitês de Bacia realizadas entre os meses de outubro/1997 e Janeiro/1998, as quais contaram com presença e participação ativa da Consultora.

Dentro da área da Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe foram realizados apenas vinte e um Estudos de Impactos Ambientais, a maioria deles relativos a calha principal do Rio Jaguaribe, sendo apenas dois ligados a sub-bacia do Rio Banabuiú, e somente um ligado a outra sub-bacia mais importante, no caso um açude no Rio Salgado, embora outro deles tenha abrangência parcial sobre essa sub-bacia, no caso as estradas do Ceará.

Agrupando-se cada estudo de impacto ambiental em categorias de acordo com a natureza do empreendimento, se observará a classificação seguinte, representada depois graficamente de acordo com a representatividade em porcentagem.

<b>CATEGORIAS</b>	<b>EIA'S</b>
Açudes	07
Assentamentos Urbanos	02
Irrigação	04
Mineração	04
Turísticos	01
Vias	03

Nas categorias indicadas, o grupo vias remonta a duas estradas para circulação de veículos e a um duto de transporte de gás natural, que juntamente ao empreendimento turístico, forma o conjunto de empreendimentos implantados e em implantação mais próximos à foz do Rio Jaguaribe.

Como se pode observar, não há qualquer empreendimento industrial no levantamento, ou seja, não foram requeridos Estudos de Impactos Ambientais para as indústrias implantadas ou em implantação na área da Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe, e certamente esse segmento é um dos mais importantes ao meio.

Somadas as categorias de açudes e irrigação, o percentual conjugado representa mais da metade do total, e deve ser esclarecido que o caso de um assentamento reporta-se indiretamente a um açude, que será seu causador. Essa caracterização é importante para demonstrar que o setor econômico primário é o que exibiu o perfil mais importante ao meio, pois açudes e irrigação tem ligação a esse setor, muito embora o armazenamento de água seja também utilizado para abastecimento urbano.

Com relação a questão dos mantenedores dos projetos apreciados, notou-se que o poder público é completamente dominante em todos os assentamentos urbanos, açudes, irrigação e vias, sendo os empreendedores órgãos da administração direta, indireta ou empresas de economia mista cujo maior acionista é o Estado.

De uma maneira geral, não se pode apreciar o conjunto de medidas propostas nos projetos individuais, pois são diferenciadas as atividades empreendedoras, quanto os meios físicos e biológicos onde foram ou serão implantadas as obras de cada empreendimento. Nessas condições, ocorrem empreendimentos em condições morfológicas de vales, platôs, encostas, gargantas, e até no litoral, dentre outras, com a vegetação também muito variável entre caatinga, mata de tabuleiro, mata de galeria ribeirinha, restingas, etc., e em condições de diferentes adensamentos e associações paragenéticas, inclusive e principalmente quando trata-se das associações entre meio físico, vegetação e fauna, caracterizando o geocossistema mais ampliado.

Todos os documentos levantados continham condicionantes de monitoramento ambiental e plano de controle ambiental, porém observou-se que a grande maioria apresentava-se com superficialidade, onde inclusive nenhum dos relatórios observados continha um cronograma de execução de medidas, que deveria servir como norteador de ações de contenção ou mitigação de impactos adversos.

Na grande maioria dos casos, o ponto principal das preocupações ambientais foi a fauna e a flora, que contam com o maior número de impactos adversos reconhecidos, vindo logo a seguir o meio físico. O meio sócio econômico, foi em geral o receptáculo dos impactos benéficos dos empreendimentos estudados. No caso específico das empresas mineradoras, houve uma preocupação constante com a emissão de rejeitos sólidos, como particulados de rochas e poeiras emitidas durante o desmonte primário e secundário nas lavras.

Em todos os casos os desmatamentos e escavações dos solos foram necessários para erigir os empreendimentos, ou o serão nos que ainda estão em fase de implantação e dessa forma esses são os pontos adversos mais destacáveis de todo o estudo. As medidas mitigadoras a esses impactos foram sempre relacionadas a criação de reservas ecológicas, porém conforme já foi considerado, não há maiores esclarecimentos a respeito de como será realizada a sua implantação, com discriminação de custos, prazos, modo funcional, e outras formas necessárias.

Analisando especificamente o grupo de empreendimentos de açudes, que são os majoritários dentro do agrupamento proposto por categoria, se observou que as maiores preocupações foram em relação também à fauna e a flora, sendo que em alguns casos há também muitos problemas em relação às remoções e reassentamentos, normalmente necessários a esses empreendimentos. Em relação às soluções, a melhoria na qualidade da água foi sempre apontada como maior impacto benéfico; e em relação à mitigação das adversidades, foi sempre dada uma grande ênfase à Educação Ambiental, com projetos e programas específicos aos membros sociais removidos e reassentados.

Retratando-se os projetos de irrigação, se pode notar que o uso da água é o fator de maior destaque, sendo os rendimentos econômicos daí esperados o maior agente incentivador dos estudos.

Uma observação crítica aponta que mesmo os relatórios sendo considerados de nível satisfatório, pois todos sem exceção já foram aprovados pela SEMACE, quando se desce ao nível de propostas para eliminação ou mitigação de impactos ambientais, todos requerem uma maior objetividade e clareza em relação à implantação dessas medidas, que são também de responsabilidade da SEMACE, quanto à fiscalização de suas execuções e funcionalidades, porém as informações obtidas naquele órgão apontam que todo o processo posterior à aprovação dos EIA – RIMA's , referentes especificamente a essa fiscalização somente são realizadas quando em resposta a provocações de denúncias pela comunidade ou entidade prejudicada, situação essa justificada pela falta de pessoal e recursos para implantação de um acompanhamento regular dos projetos aprovados, durante as suas fases de implantação e funcionamento.

No caso específico dos empreendimentos ligados ao recurso mineral água, notou-se uma maior preocupação dos empreendedores com o detalhamento e com a possibilidade de fiscalização, pois é evidente que as propostas apresentadas, mesmo superficialmente, preocupam-se com essa possibilidade, provavelmente, pelo valor incomensurável que tem a água numa região semi-árida como o Estado do Ceará, e a Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe, ora em estudo, pois sente-se que a água poderia ter uma dimensão muito maior em relação à qualidade de vida da população, caso seja explorada racionalmente, em sua plenitude.

Apresenta-se a seguir um sumário da relação de Estudos de Impacto Ambiental pesquisados junto à SEMACE, cujas fichas cadastrais se encontram em anexo a este volume.

**Tabela 1.1.1 – Relação dos Estudos de Impacto Ambiental da Bacia do Rio Jaguaribe (SEMACE)**

EMPREENHIMENTO	DATA	LOCALIZAÇÃO	TIPO DE ESTUDO
Açude Público Fogareiro	Dezembro/1992	Município de Quixeramobim	EIA/RIMA
Açude Monsenhor Tabosa	Fevereiro/1997	Município de Monsenhor Tabosa	EIA/RIMA
Açude Público Arneiróz II	Fevereiro/1993	Município de Arneiroz	EIA/RIMA
Barragem São Miguel – Ubaldinho	Junho/ 1992	Município de Cedro	RIMA
Projeto de Lavra de Calcário	Julho/ 1989	Município de Limoeiro do Norte	RIMA
Açude Público Castanhão	- /1989	Município de Alto santo	RIMA
Constituição de um Grupamento Mineiro	Agosto/1989	Município de Barbalha	RIMA
Gasoduto Guamaré-Fortaleza	Mai/ 1996	Obra linear na faixa litorânea	EIA/RIMA
Complexo Turístico Porto Canoa	Outubro/1993	Município de Aracati	EIA
Projeto de Lavra de Granito	Agosto/1992	Município de Boa Viagem	EIA/RIMA
Projeto de Lavra de Mármore	Março/1992	Município de Boa Viagem	EIA/RIMA
Nova Sede de Jaguaribara	- /1995	Município de Jaguaribara	RIMA
Açude Público Olho d`Água	Junho/ 1993	Município de Várzea Alegre	EIA/RIMA
Projeto Tabuleiro de Russas	-	Município de Russas	EIA/RIMA
Projeto Hidro-Agrícola Jaguaribe-Apodi	1978	Município de Limoeiro do Norte	RIMA
Conjunto de Habitações Populares	Julho/ 1993	Município de Quixadá	PCA



**Tabela 1.1.1 – Relação dos Estudos de Impacto Ambiental da Bacia do Rio Jaguaribe (SEMACE)**

EMPREENHIMENTO	DATA	LOCALIZAÇÃO	TIPO DE ESTUDO
Programa de Reabil. de Estradas do Ceará	-/ 1989	Rodovias BR`s 116, 020,222, 304	EIA
Rodovia Federal BR 226	-	Trecho Jaguaribe/Cruzeta	EIA/RIMA
Aproveit. Hidro-Agrícola Tabul. de Russas	-	Russas e Limoeiro do Norte	EV/PE
Barragem do Rio Trussú	Março/ 1989	Município de Iguatu	EIA
Plano de Controle Ambiental do NUTRIR	Agosto/ 1994	Município de Beberibe	RCA e PCA

### 1.2. A QUESTÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO JAGUARIBE

A SEMACE – Superintendência Estadual do Meio Ambiente, tem realizado campanhas de monitoramento da qualidade da água em diversos rios no Estado do Ceará, destacando-se os rios Cocó e Maranguapinho na Bacia Hidrográfica da Região Metropolitana de Fortaleza, e no Rio Jaguaribe, na bacia de mesmo nome, tendo realizado um efetivo monitoramento destes rios até o ano de 1995, quando por motivos de força maior, interrompeu o processo de coleta de amostras e análises laboratoriais da qualidade da água.

Foram então fornecidos pela SEMACE, dados de resultados laboratoriais das campanhas de monitoramento efetuadas no ano de 1995, as quais foram realizadas em três períodos distintos associados ao regime climático no Estado do Ceará, sendo o primeiro nos meses de Janeiro/Fevereiro, relativo ao início da estação úmida (quadra chuvosa); o segundo, nos meses de Maio/Junho, relativo ao fim da estação úmida; e, o terceiro, no mês de Outubro, caracterizando o período de estiagem ou estação seca.

As amostras foram coletadas em 18 seções ao longo do Rio Jaguaribe, desde o Açude Trici no Alto Jaguaribe até a cidade de Aracati no Baixo Jaguaribe, próxima à foz do rio. Entretanto, a seqüência de coleta de amostras nas seções não se conservou nos três períodos de tempo aqui citados, tendo sido alternadas algumas seções ou mesmo desconsiderados grandes trechos ao longo do rio, dificultando a análise espacial global de todo o rio.

Apresenta-se a seguir os quadros 1.2.1 a 1.2.3 com o sumário dos resultados das análises de acordo com seu respectivo período de coleta, e em seguida são apresentadas as figuras 1.2.1 a 1.2.18 com a variação dos principais parâmetros de qualidade de água selecionados para análise neste estudo. Estes gráficos mostram o comportamento do parâmetro de qualidade espacialmente distribuído nas seções ao longo do Rio Jaguaribe, conforme o respectivo período de coleta. Alguns valores de variáveis apresentaram-se “out of scale” em determinadas seções, como é o caso da condutividade no mês de outubro de 1995, na seção de Aracati, sendo então excluído do gráfico de apresentação do parâmetro, de forma a não prejudicar a leitura em escala linear e a interpretação dos resultados das demais seções, cujos valores eram considerados normais.

Uma interpretação eficiente dos resultados dos exames de qualidade das águas do Rio Jaguaribe, deveria ser baseada numa comparação com os valores considerados *paradigmas de qualidade* para águas de abastecimento humano, de acordo com as referências bibliográficas consultadas que reportam as exigências da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. De acordo com a ABNT, Projeto de Revisão 2:0009.30-006, relativo ao projeto de estações de tratamento de água para abastecimento público, as águas destinadas ao consumo humano podem ser classificadas na fonte segundo as seguintes categorias:

**QUADRO 1.2.1 - ANÁLISE DOS DADOS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS DO RIO JAGUARIBE**

**Período de Medição: Janeiro/Fevereiro**

Seção #	Local	Distância (Km)	Dia	Hora	Temperatura do Ar (°C)	Temperatura da Água (°C)	Cloretos	Ferro Total	Nitrato
1	Trici	0	23/01/95	10:25	30,9	24,3	23,3	4	nd
3	Arneiroz	73	23/01/95	12:20	34,5	31,7	9,7	1,6	nd
7	Açude Orós	184	23/01/95	16:55	32,8	28,3	49,6	4	nd
8	Antes de Jaguaribe	65	24/01/95	09:00	29,1	32,1	57,4	0,1	nd
9	Após Jaguaribe	2,5	24/01/95	09:30	30,4	30,2	61,3	2,5	nd
10	Jaguaribara	22	22/02/95	11:45	34,5	32,2	39,2	0,3	1,1
11	Castanhão	28	21/02/95	13:00	35,5	34,5	63,7	0,04	0,8
12	Ponte de São João do Jaguaribe	30	21/02/95	14:15	35,4	39,8	66	0,03	1,7
13	Peixe Gordo	10	21/02/95	10:30	33,4	31,9	66,7	0,03	1,1
15	Russas	42	22/02/95	09:25	30,6	31,1	163,7	0,11	1,8
16	Jaguaruana	32	21/02/95	08:10	28,2	30	116,6	0,4	1
17	Itaiçaba	20	21/02/95	07:27	27,8	29,5	112,7	0,2	1
18	Aracati	14	22/02/95	nd	nd	nd	369,5	0,3	1

Seção #	Local	Nitrato	Condutividade	Sólidos Dissolvidos	DBO <sub>5</sub>	Sólidos Totais	Coliformes Totais	Coliformes Fecais	Oxigênio Dissolv
1	Trici	nd	296	148	6,2	217	0	0	6,2
3	Arneiroz	nd	157	78,5	2,3	123	930	40	6,3
7	Açude Orós	nd	390	195	2,1	231	24000	24000	8
8	Antes de Jaguaribe	nd	436	218	1,9	208	430	90	8,4
9	Após Jaguaribe	nd	476	238	4,3	244	24000	2100	5,6
10	Jaguaribara	0,01	340	170	1,8	nd	24000	9300	5,9
11	Castanhão	0,01	420	210	0,4	223	24000	9300	nd
12	Ponte de São João do Jaguaribe	0,003	440	220	1,2	231	750	430	7,9
13	Peixe Gordo	0,01	450	225	0,8	239	1500	150	7,2
15	Russas	0,02	770	385	1,5	420	9300	1500	8,4
16	Jaguaruana	0,07	660	330	1,2	367	1500	930	7,9
17	Itaiçaba	0,04	700	350	1,2	350	90	90	8,8
18	Aracati	0,05	1780	890	1,55	838	930	150	7,4

**QUADRO 1.2.2 - ANÁLISE DOS DADOS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS DO RIO JAGUARIBE**

**Período de Medição: Maio/Junho**

Seção #	Local	Distância (Km)	Dia	Hora	Temperatura do Ar (°C)	Temperatura da Água (°C)	Cloretos	Ferro Total	Nitrato
1	Trici	0	03/05/95	13:50	30	29	44,6	0,1	não detec
2	Tauá	21	03/05/95	14:00	30	29	45,1	0,1	não detec
4	Saboeiro	90	03/05/95	08:45	27,7	28	44,1	0,1	não detec
5	Jucás	62	03/05/95	07:45	20,5	29,1	36,3	0,1	não detec
6	Iguatu	34	03/05/95	06:30	24,6	27,8	45,1	0,1	não detec
7	Açude Orós	50	03/05/95	05:15	23,8	20,3	31,4	3,5	não detec
9	Após Jaguaribe	77,5	03/05/95	15:30	32,4	31,3	29	3,5	não detec
10	Jaguaribara	22	14/06/95	08:15	26,1	28,2	44	0,06	0,9
11	Castanhão	28	14/06/95	09:00	28,4	29,5	42,2	0,06	0,9
12	Ponte de São João do Jaguaribe	30	14/06/95	10:30	28,6	29,1	41,3	0,1	0,9
13	Peixe Gordo	10	14/06/95	11:00	30,8	29,8	44	0,07	0,4
14	Tabuleiro do Norte	7	14/06/95	11:30	30,9	30,2	42,2	0,1	0,4
15	Russas	35	14/06/95	12:20	31,5	31,9	136,6	0,2	0,4
16	Jaguaruana	32	14/06/95	13:20	32,8	30,5	73,4	0,01	0,4
17	Itaiçaba	20	14/06/95	14:05	31,7	29,8	161,4	0,9	não detec
18	Aracati	14	14/06/95	14:30	30,4	30,3	113,7	0,4	0,4

Seção #	Local	Nitrato	Condutividade	Sólidos Dissolvidos	DBO <sub>5</sub>	Sólidos Totais	Coliformes Totais	Coliformes Fecais	Oxigênio Dissolv
1	Trici	não detec	220	110	2,4	211	1500	150	9,1
2	Tauá	0,01	400	200	3,4	290	9300	750	6,1
4	Saboeiro	0,03	350	180	2,5	283	4300	1500	7,3
5	Jucás	0,003	310	160	1,7	267	2100	280	6,3
6	Iguatu	0,01	460	210	2,8	393	24000	9300	7,4
7	Açude Orós	não detec	280	140	nd	183	24000	930	5,1
9	Após Jaguaribe	0,01	250	130	2,8	211	24000	430	8
10	Jaguaribara	0,01	600	300	1,5	250	24000	1500	5,2
11	Castanhão	0,01	530	260	1,5	nd	9300	200	6,5
12	Ponte de São João do Jaguaribe	0,01	360	180	2	406	200	0	6,1
13	Peixe Gordo	0,02	310	160	0,8	196	930	230	7,5
14	Tabuleiro do Norte	0,01	340	170	1,1	219	4300	90	7,4
15	Russas	0,02	240	120	1,6	406	430	150	6,6
16	Jaguaruana	0,01	450	230	1,4	282	900	90	6,8
17	Itaiçaba	0,04	630	310	1	nd	70	70	6,5
18	Aracati	0,01	560	280	1,7	307	24000	110	7

**QUADRO 1.2.3 - ANÁLISE DOS DADOS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS DO RIO JAGUARIBE**

**Período de Medição: Outubro**

Seção #	Local	Distância (Km)	Dia	Hora	Temperatura do Ar (°C)	Temperatura da Água (°C)	Cloretos	Ferro Total	Nitrato
10	Jaguaribara	0	04/10/95	09:00	30,2	28,5	36,3	0,03	4,4
11	Castanhão	28	05/10/95	10:10	31,5	27,7	40,2	0,02	6,6
12	Ponte de São João do Jaguaribe	30	04/10/95	11:00	32,4	28,5	5,9	não detec	5,3
13	Peixe Gordo	10	04/10/95	11:30	33,1	29,3	43,2	0,02	6,2
15	Russas	42	04/10/95	12:50	33,3	30,9	144	0,02	4,4
16	Jaguaruana	32	05/10/95	14:20	29,5	30,1	112,7	0,3	não detec
17	Itaiçaba	20	05/10/95	15:00	30,7	29,1	148,9	0,1	
18	Aracati	14	04/10/95	15:30	29,4	28,3	9940	0,2	2,6

Seção #	Local	Nitrito	Condutividade	Sólidos Dissolvidos	DBO <sub>5</sub>	Sólidos Totais	Coliformes Totais	Coliformes Fecais	Oxigênio Dissolv
10	Jaguaribara	0,01	300	150	1,6	155	430	430	5,9
11	Castanhão	0,2	310	160	2,8	189	2300	2300	7,4
12	Ponte de São João do Jaguaribe	0,01	320	160	1	nd	40	0	7,4
13	Peixe Gordo	0,01	340	170	1,1	191	46000	24000	7
15	Russas	0,12	720	360	2,3	410	24000	24000	10,3
16	Jaguaruana	0,003	590	300	1,8	525	4300	2300	4,4
17	Itaiçaba	0,02	700	350	1,1	nd	400	400	4,2
18	Aracati	0,03	28520	0	4,2	18000	24000	24000	8,1

# Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe

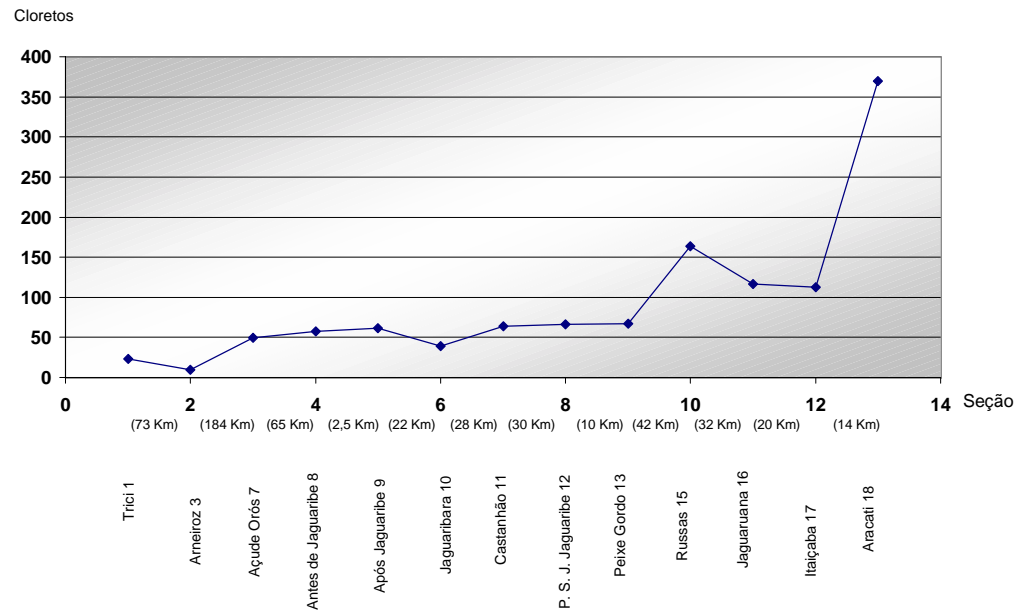
## VOLUME 4 - Estudos Ambientais



FIGURA 1.2.1 - PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA - SEMACE - JAN./FEV. 95

Seção #	Local	Seção	Cloretos
1	Trici	1	23,3
3	Arneiroz	2	9,7
7	Açude Orós	3	49,6
8	Antes de Jaguaribe	4	57,4
9	Após Jaguaribe	5	61,3
10	Jaguaribara	6	39,2
11	Castanhão	7	63,7
12	Ponte de São João do Jaguaribe	8	66
13	Peixe Gordo	9	66,7
15	Russas	10	163,7
16	Jaguaruana	11	116,6
17	Itaiçaba	12	112,7
18	Aracati	13	369,5

**Período:** Janeiro/Fevereiro 95  
**Parâmetro:** Cloretos  
 VMD = 200  
 VMP = 600  
**Resultado:** Satisfatório até antes de Aracati



# Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe

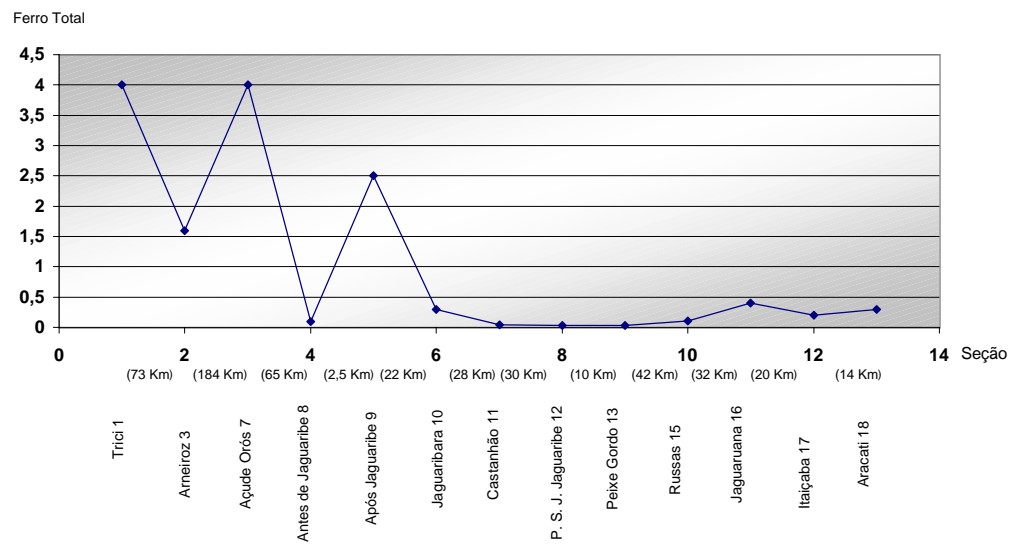
## VOLUME 4 - Estudos Ambientais



FIGURA 1.2.2 - PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA - SEMACE - JAN./FEV. 95

Seção #	Local	Seção	Ferro Total
1	Trici	1	4
3	Arneiroz	2	1,6
7	Açude Orós	3	4
8	Antes de Jaguaribe	4	0,1
9	Após Jaguaribe	5	2,5
10	Jaguaribara	6	0,3
11	Castanhão	7	0,04
12	Ponte de São João do Jaguaribe	8	0,03
13	Peixe Gordo	9	0,03
15	Russas	10	0,11
16	Jaguaruana	11	0,4
17	Itaiçaba	12	0,2
18	Aracati	13	0,3

**Período:** Janeiro/Fevereiro 95  
**Parâmetro:** Ferro Total  
 VMD = 0,3  
 VMP = 1,0  
**Resultado:** Apresenta valores mais elevados a montante do orós, ficando satisfatório a partir de Jaguaribara



# Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe

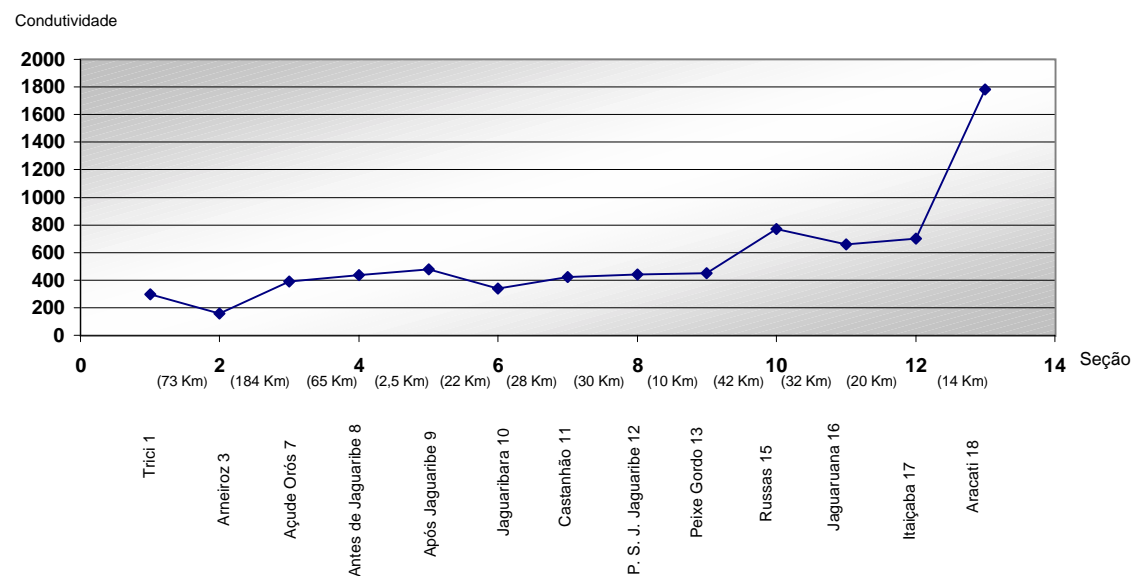


## VOLUME 4 - Estudos Ambientais

FIGURA 1.2.3 - PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA - SEMACE - JAN./FEV. 95

Seção #	Local	Seção	Condutividade
1	Trici	1	296
3	Arneiroz	2	157
7	Açude Orós	3	390
8	Antes de Jaguaribe	4	436
9	Após Jaguaribe	5	476
10	Jaguaribara	6	340
11	Castanhão	7	420
12	Ponte de São João do Jaguaribe	8	440
13	Peixe Gordo	9	450
15	Russas	10	770
16	Jaguaruana	11	660
17	Itaiçaba	12	700
18	Aracati	13	1780

**Período:** Janeiro/Fevereiro 95  
**Parâmetro:** Condutividade  
**Resultado:** Satisfatório até 300  
 Acima dos padrões recomendados nas seções a partir do Orós





# Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe

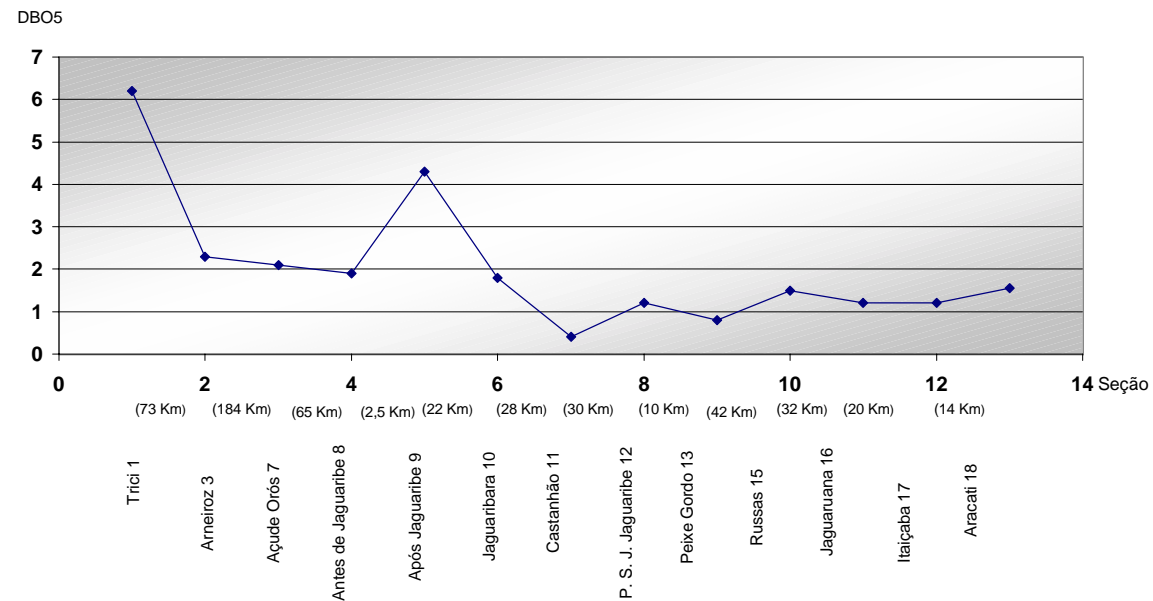


## VOLUME 4 - Estudos Ambientais

FIGURA 1.2.4 - PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA - SEMACE - JAN./FEV. 95

Seção #	Local	Seção	DBO5
1	Trici	1	6,2
3	Arneiroz	2	2,3
7	Açude Orós	3	2,1
8	Antes de Jaguaribe	4	1,9
9	Após Jaguaribe	5	4,3
10	Jaguaribara	6	1,8
11	Castanhão	7	0,4
12	Ponte de São João do Jaguaribe	8	1,2
13	Peixe Gordo	9	0,8
15	Russas	10	1,5
16	Jaguaruana	11	1,2
17	Itaiçaba	12	1,2
18	Aracati	13	1,55

**Período:** Janeiro/ Fevereiro 95  
**Parâmetro:** DBO5  
**Máximo Recomendado:** Águas classe A: até 3  
 Águas classe B: até 4  
 Águas classe C: até 6  
 Águas classe D: > 6  
**Resultado:** Elevado no açude Trici, e em Jaguaribe e satisfatório nas demais seções



# Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe

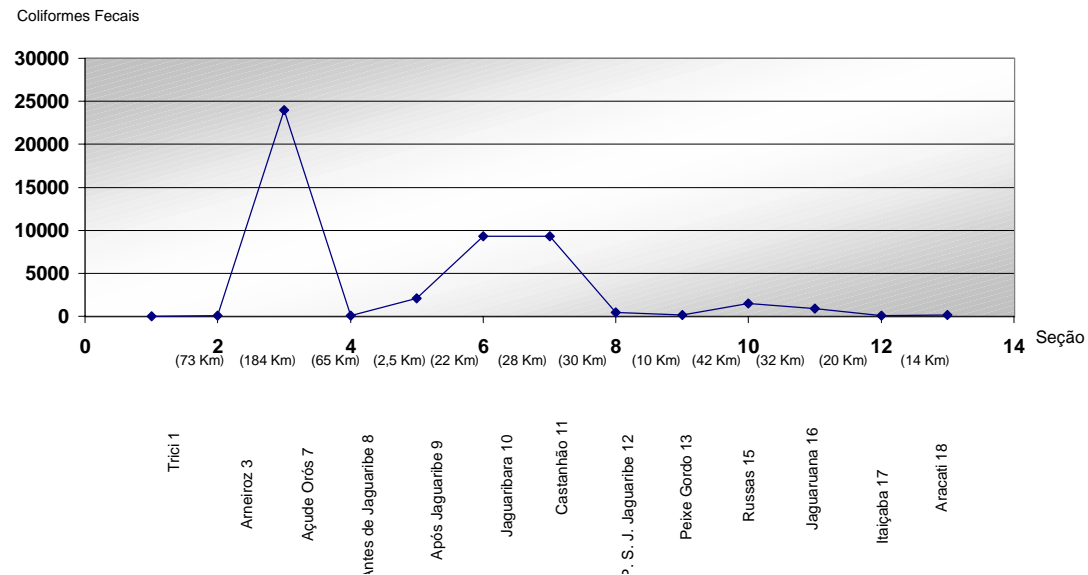


## VOLUME 4 - Estudos Ambientais

FIGURA 1.2.5 - PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA - SEMACE - JAN./FEV. 95

Seção #	Local	Seção	Coliformes Fecais
1	Trici	1	0
3	Arneiroz	2	40
7	Açude Orós	3	24000
8	Antes de Jaguaribe	4	90
9	Após Jaguaribe	5	2100
10	Jaguaribara	6	9300
11	Castanhão	7	9300
12	Ponte de São João do Jaguaribe	8	430
13	Peixe Gordo	9	150
15	Russas	10	1500
16	Jaguaruana	11	930
17	Itaipaba	12	90
18	Aracati	13	150

**Período:** Janeiro/Fevereiro 95  
**Parâmetro:** Coliformes Fecais  
**Máximo Recomendado:** Águas classe A: até 100 (5%)  
 Águas classe B: até 5000 (2%)  
 Águas classe C: até 20.000 (5%)  
 Águas classe D: > 20.000  
**Resultado:** Crítico em Orós, elevado em Jaguaribara e Castanhão e razoável nas demais seções



# Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe

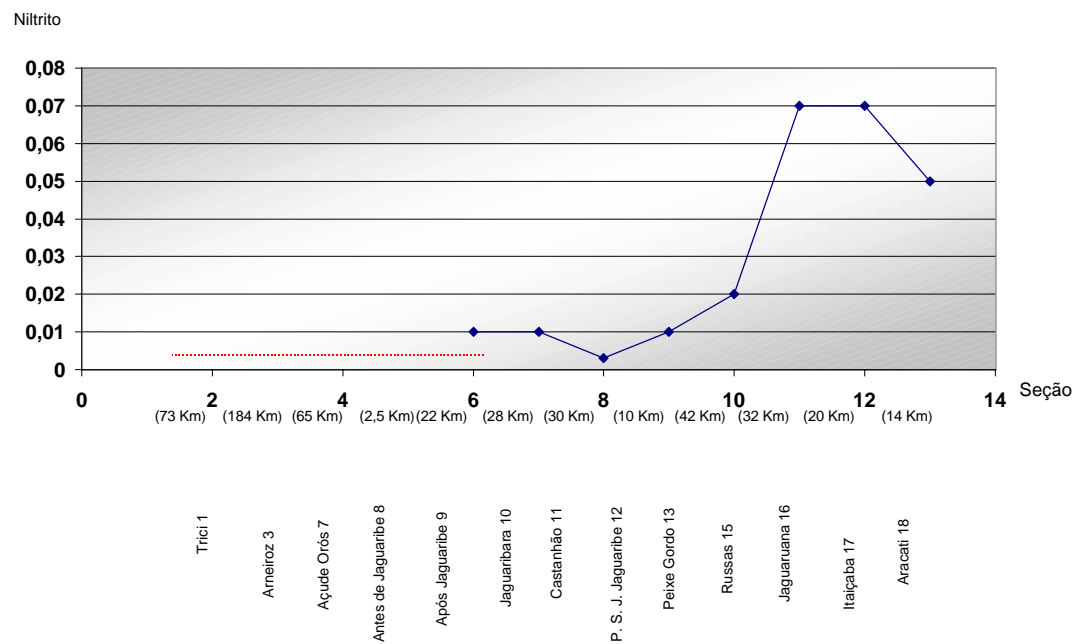


## VOLUME 4 - Estudos Ambientais

FIGURA 1.2.6 - PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA - SEMACE - JAN./FEV. 95

Seção #	Local	Seção	Nitrito
1	Trici	1	
3	Arneiroz	2	
7	Açude Orós	3	
8	Antes de Jaguaribe	4	
9	Após Jaguaribe	5	
10	Jaguaribara	6	0,01
11	Castanhão	7	0,01
12	Ponte de São João do Jaguaribe	8	0,003
13	Peixe Gordo	9	0,01
15	Russas	10	0,02
16	Jaguaruana	11	0,07
17	Itaiçaba	12	0,07
18	Aracati	13	0,05

**Período:** Janeiro/ Fevereiro 95  
**Parâmetro:** Nitrito  
VMD = Zero  
VMP = 0,02  
**Resultado:** Traços de poluição a partir da seção de Russas



# Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe

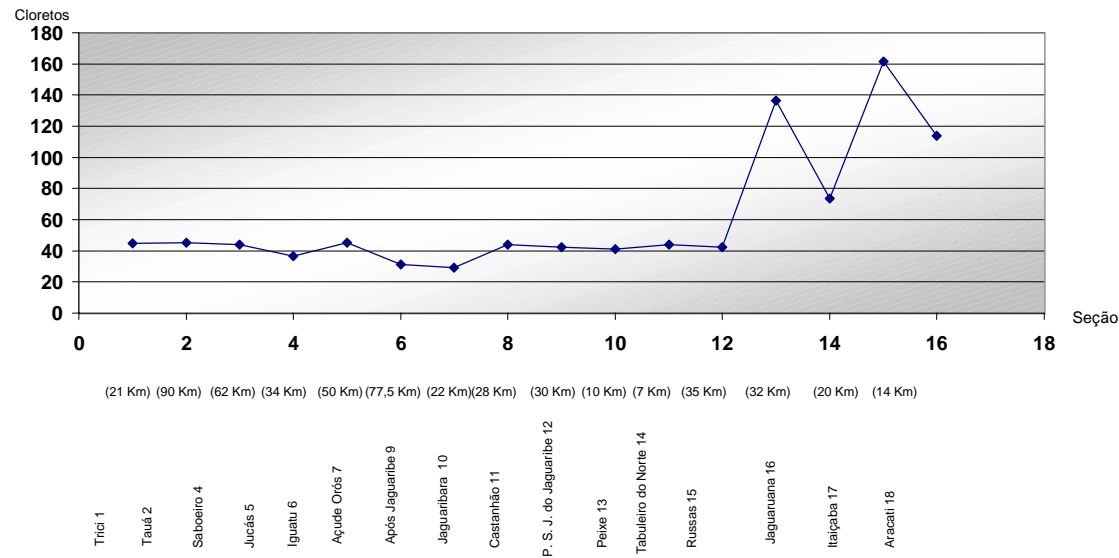


## VOLUME 4 - Estudos Ambientais

FIGURA - 1.2.7 - PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA - SEMACE - MAIO/JUNHO 95

Seção #	Local	Seção	Cloretos
1	Trici	1	44,6
2	Tauá	2	45,1
4	Saboeiro	3	44,1
5	Jucás	4	36,6
6	Iguatu	5	45,1
7	Açude Orós	6	31,4
9	Após Jaguaribe	7	29
10	Jaguaribara	8	44
11	Castanhão	9	42,2
12	Ponte de São João do Jaguaribe	10	41,3
13	Peixe Gordo	11	44
14	Tabuleiro do Norte	12	42,2
15	Russas	13	136,6
16	Jaguaruana	14	73,4
17	Itaipaba	15	161,4
18	Aracati	16	113,7

**Período:** Maio/Junho 95  
**Parâmetro:** Cloretos  
 VMD = 200  
 VMP = 600  
**Resultado:** Satisfatório



# Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe

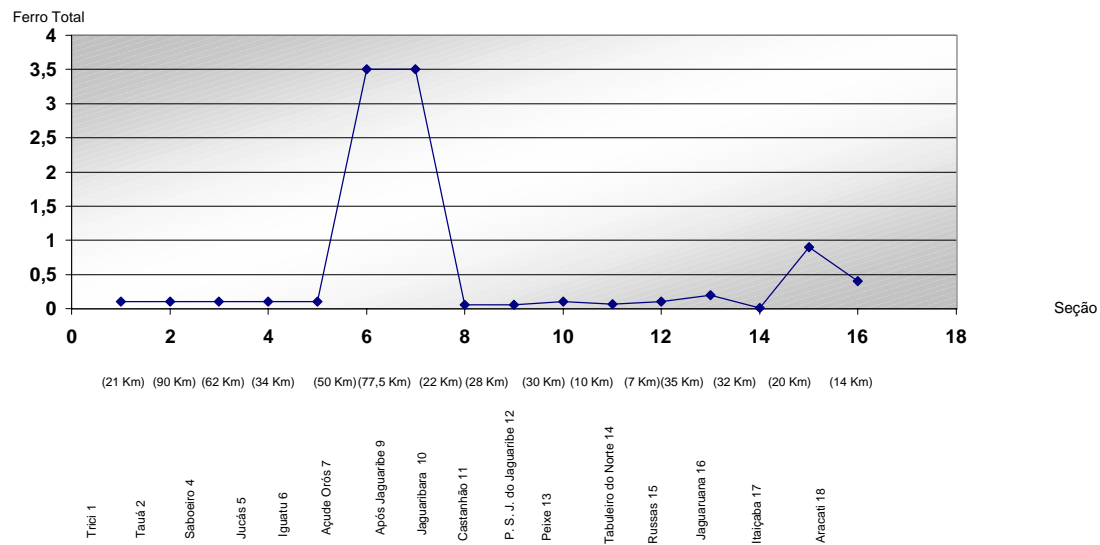


## VOLUME 4 - Estudos Ambientais

FIGURA - 1.2.8 - PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA - SEMACE - MAIO/JUNHO 95

Seção #	Local	Seção	Ferro Total
1	Trici	1	0,1
2	Tauá	2	0,1
4	Saboeiro	3	0,1
5	Jucás	4	0,1
6	Iguatu	5	0,1
7	Açude Orós	6	3,5
9	Após Jaguaribe	7	3,5
10	Jaguaribara	8	0,06
11	Castanhão	9	0,06
12	Ponte de São João do Jaguaribe	10	0,1
13	Peixe Gordo	11	0,07
14	Tabuleiro do Norte	12	0,1
15	Russas	13	0,2
16	Jaguaruana	14	0,01
17	Itaiçaba	15	0,9
18	Aracati	16	0,4

**Período:** Maio/Junho 95  
**Parâmetro:** Ferro Total  
**VMD = 0,3**  
**VMP = 1,0**  
**Resultado:** Concentrações elevadas em Orós e Jaguaribe



# Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe

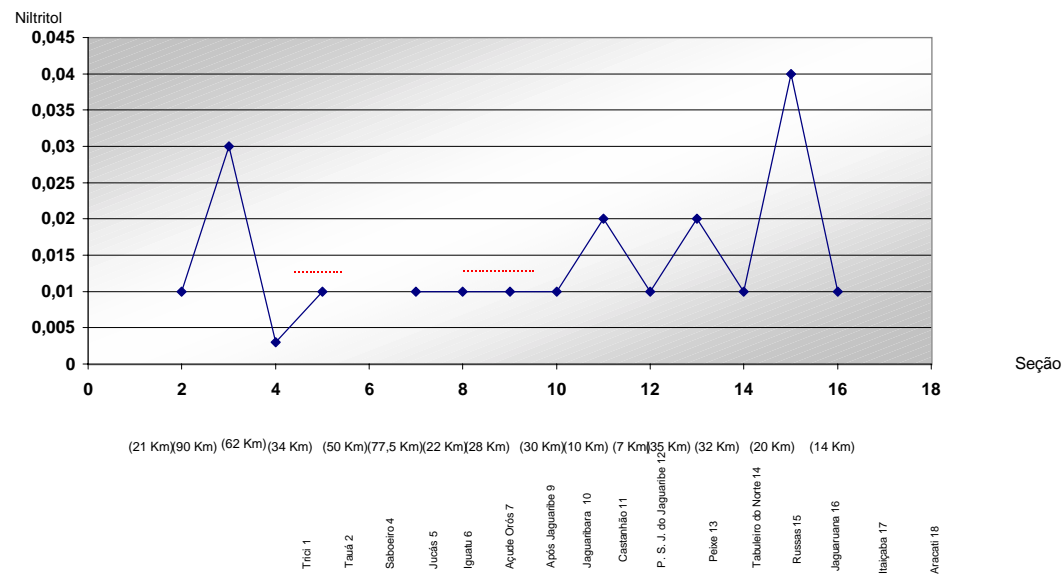


## VOLUME 4 - Estudos Ambientais

FIGURA - 1.2.9 - PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA - SEMACE - MAIO/JUNHO 95

Seção #	Local	Seção	Nitrito
1	Trici	1	
2	Tauá	2	0,01
4	Saboeiro	3	0,03
5	Jucás	4	0,003
6	Iguatu	5	0,01
7	Açude Orós	6	
9	Após Jaguaribe	7	0,01
10	Jaguaribara	8	0,01
11	Castanhão	9	0,01
12	Ponte de São João do Jaguaribe	10	0,01
13	Peixe Gordo	11	0,02
14	Tabuleiro do Norte	12	0,01
15	Russas	13	0,02
16	Jaguaruana	14	0,01
17	Itaipaba	15	0,04
18	Aracati	16	0,01

**Período:** Maio/Junho 95  
**Parâmetro:** Nitrito  
**VMD = Zero**  
**VMP = 0,02**  
**Resultado:** Traços de poluição em Saboeiro e Itaipaba



# Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe

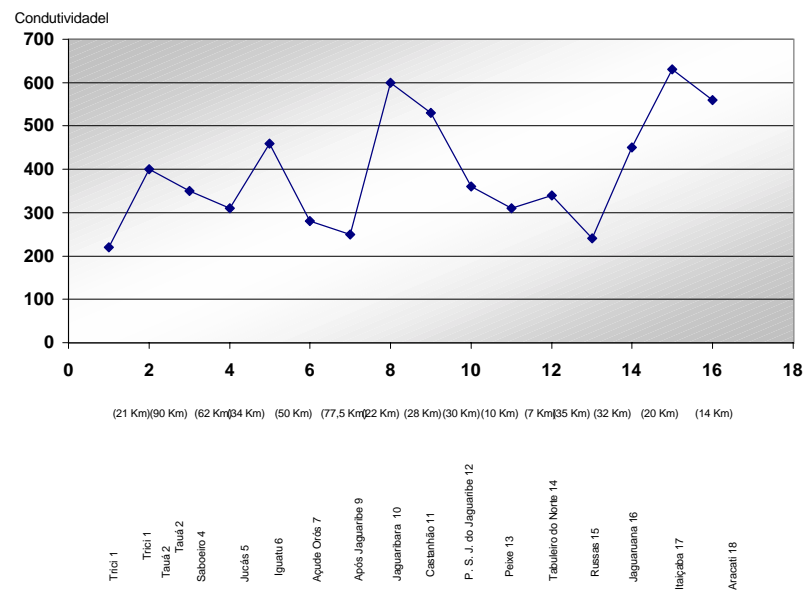


## VOLUME 4 - Estudos Ambientais

FIGURA - 1.2.10 - PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA - SEMACE - MAIO/JUNHO 95

Seção #	Local	Seção	Condutividade e
1	Trici	1	220
2	Tauá	2	400
4	Saboeiro	3	350
5	Jucás	4	310
6	Iguatu	5	460
7	Açude Orós	6	280
9	Após Jaguaribe	7	250
10	Jaguaribara	8	600
11	Castanhão	9	530
12	Ponte de São João do Jaguaribe	10	360
13	Peixe Gordo	11	310
14	Tabuleiro do Norte	12	340
15	Russas	13	240
16	Jaguaruana	14	450
17	Itaiçaba	15	630
18	Aracati	16	560

**Período:** Maio/Junho 95  
**Parâmetro:** Condutividade  
**Satisfatório até 300**  
**Resultado:** Condutividades elevadas em Tauá, Iguatu, Jaguaribe, Castanhão e no baixo Jaguaribe



Seção

# Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe

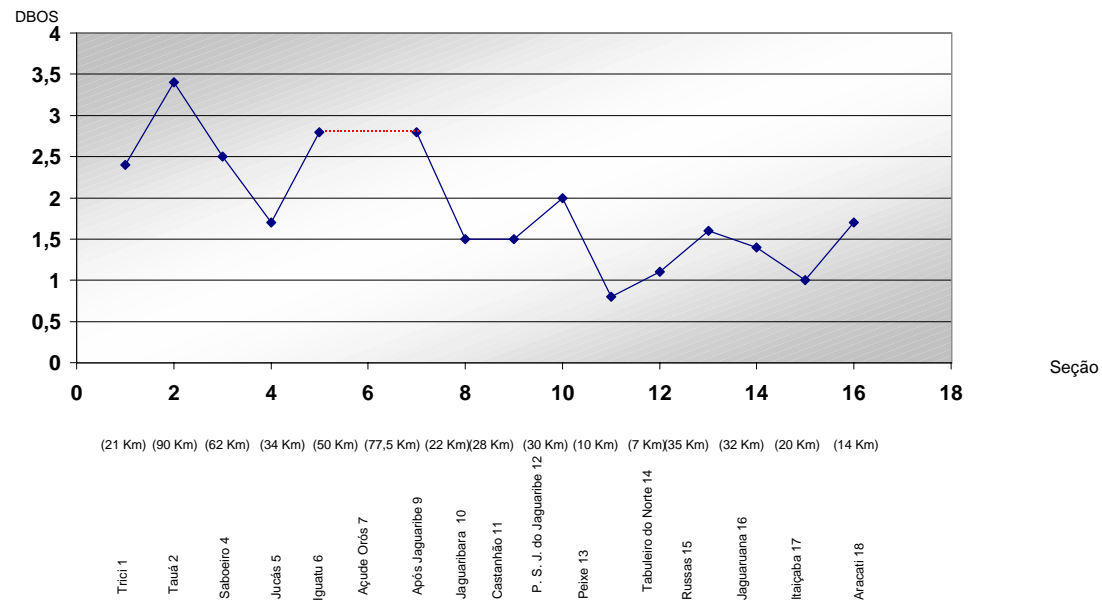


## VOLUME 4 - Estudos Ambientais

FIGURA - 1.2.11 - PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA - SEMACE - MAIO/JUNHO 95

Seção #	Local	Seção	DBO5
1	Trici	1	2,4
2	Tauá	2	3,4
4	Saboeiro	3	2,5
5	Jucás	4	1,7
6	Iguatu	5	2,8
7	Açude Orós	6	
9	Após Jaguaribe	7	2,8
10	Jaguaribara	8	1,5
11	Castanhão	9	1,5
12	Ponte de São João do Jaguaribe	10	2
13	Peixe Gordo	11	0,8
14	Tabuleiro do Norte	12	1,1
15	Russas	13	1,6
16	Jaguaruana	14	1,4
17	Itaíçaba	15	1
18	Aracati	16	1,7

**Período:** Maio/Junho 95  
**Parâmetro:** DBO5  
**Máximo Recomendado:** Águas classe A: até 3  
 Águas classe B: até 4  
 Águas classe C: até 6  
 Águas classe D: > 6  
**Resultado:** Satisfatório





# Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe

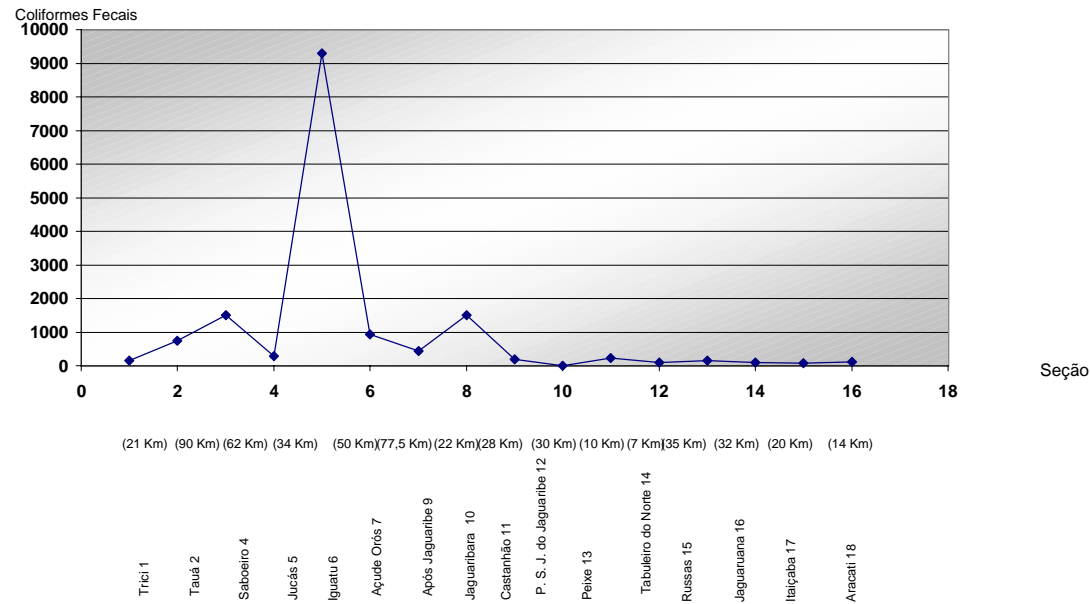


## VOLUME 4 - Estudos Ambientais

FIGURA - 1.2.12 - PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA - SEMACE - MAIO/JUNHO 95

Seção #	Local	Seção	Coliformes Fecais
1	Trici	1	150
2	Tauá	2	750
4	Saboeiro	3	1500
5	Jucás	4	280
6	Iguatu	5	9300
7	Açude Orós	6	930
9	Após Jaguaribe	7	430
10	Jaguaribara	8	1500
11	Castanhão	9	200
12	Ponte de São João do Jaguaribe	10	0
13	Peixe Gordo	11	230
14	Tabuleiro do Norte	12	90
15	Russas	13	150
16	Jaguaruana	14	90
17	Itaiçaba	15	70
18	Aracati	16	110

**Período:** Maio/Junho 95  
**Parâmetro:** Coliformes Fecais  
**Máximo Recomendado:** Águas classe A: até 100 (5%)  
 Águas classe B: até 5000 (2%)  
 Águas classe C: até 20.000 (5%)  
 Águas classe D: > 20.000  
**Resultado:** Alto índice de poluição em Iguatu



# Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe

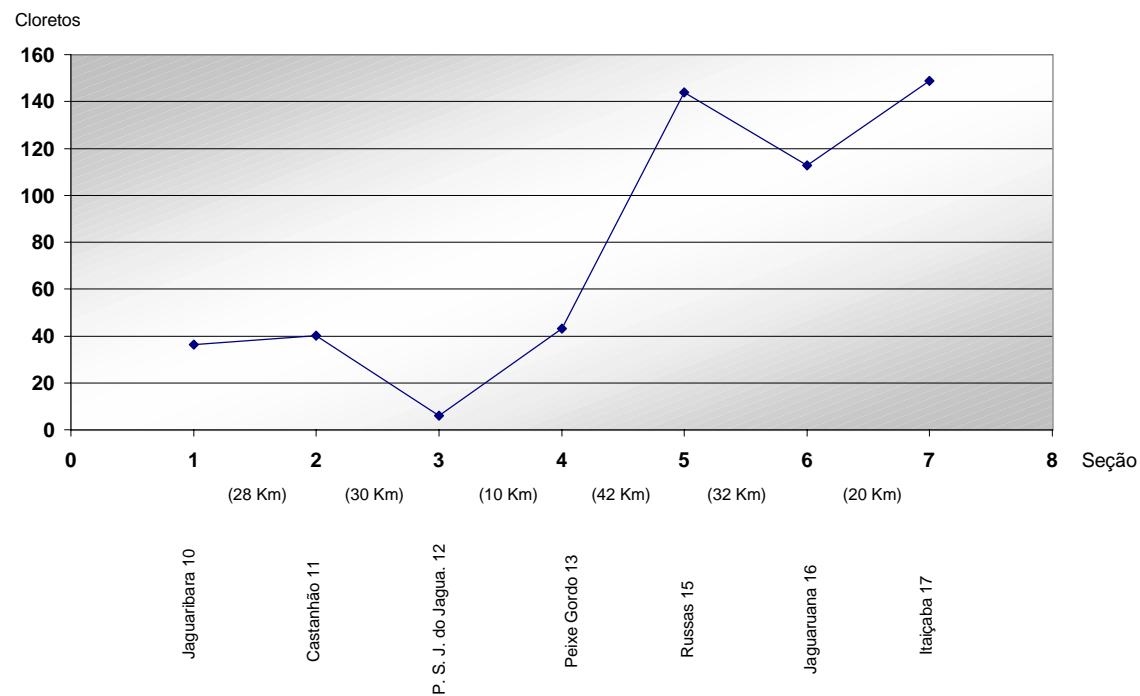


## VOLUME 4 - Estudos Ambientais

FIGURA 1.2.13 - PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA - SEMACE - OUTUBRO 95

Seção #	Local	Seção	Cloretos
10	Jaguaribara	1	36,3
11	Castanhão	2	40,2
12	Ponte de São João do Jaguaribe	3	5,9
13	Peixe Gordo	4	43,2
15	Russas	5	144
16	Jaguaruana	6	112,7
17	Itaiçaba	7	148,9
<b>18</b>	<b>Aracati</b>	<b>8</b>	<b>9940</b>

**Período:** Outubro/95  
**Parâmetro:** Cloretos  
**VMD = 200**  
**VMP = 600**  
**Resultado:** Satisfatório, Exceto em Aracati



# Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe

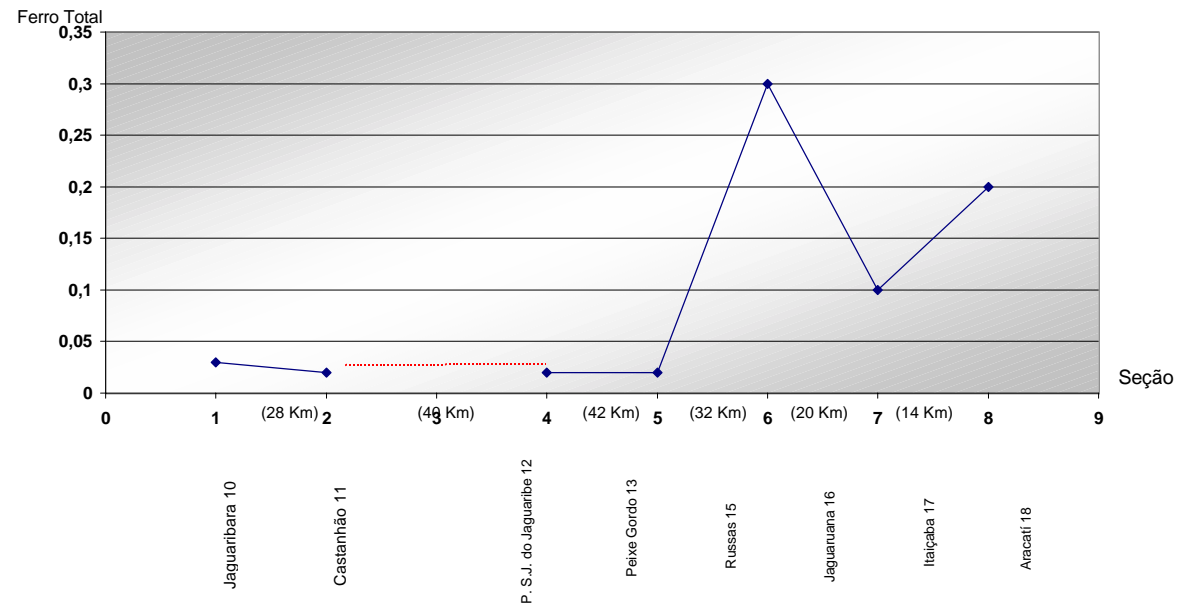


## VOLUME 4 - Estudos Ambientais

FIGURA 1.2.14 - PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA - SEMACE - OUTUBRO 95

Seção #	Local	Seção	Ferro Total
10	Jaguaribara	1	0,03
11	Castanhão	2	0,02
12	Ponte de São João do Jaguaribe	3	
13	Peixe Gordo	4	0,02
15	Russas	5	0,02
16	Jaguaruana	6	0,3
17	Itaiçaba	7	0,1
18	Aracati	8	0,2

**Período:** #REF!  
**Parâmetro:** Ferro Total  
**VMD = 0,3**  
**VMP = 1,0**  
**Resultado:** Satisfatório



# Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe

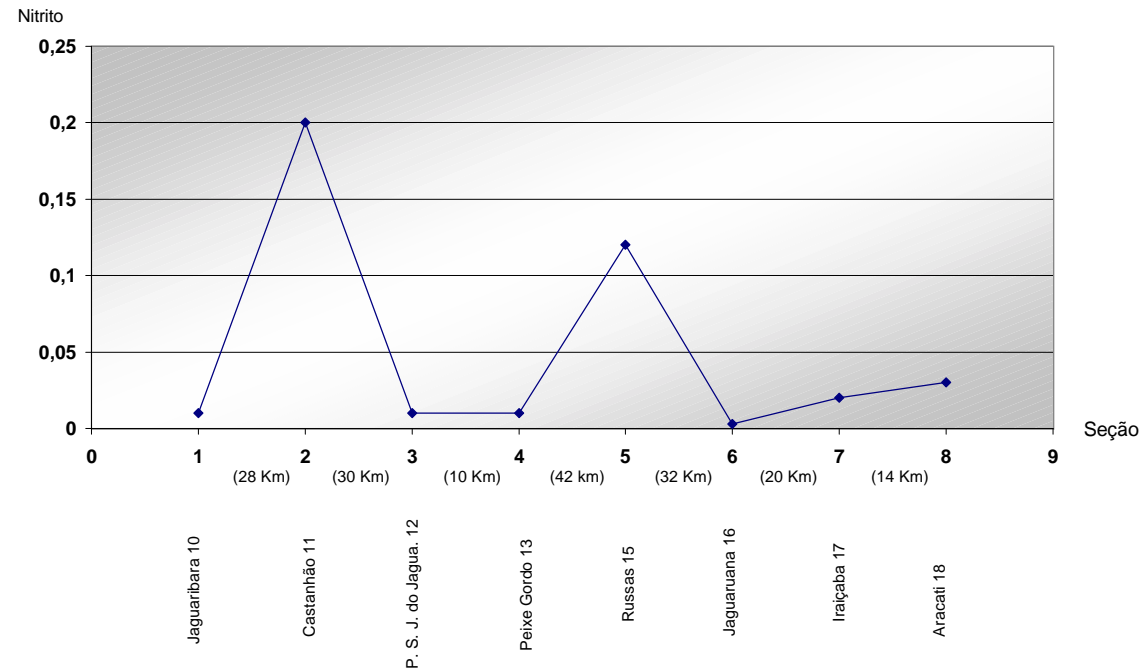


## VOLUME 4 - Estudos Ambientais

FIGURA 1.2.15 - PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA - SEMACE - OUTUBRO 95

Seção #	Local	Seção	Nitrito
10	Jaguaribara	1	0,01
11	Castanhão	2	0,2
12	Ponte de São João do Jaguaribe	3	0,01
13	Peixe Gordo	4	0,01
15	Russas	5	0,12
16	Jaguaruana	6	0,003
17	Itaiçaba	7	0,02
18	Aracati	8	0,03

**Período:** Outubro/95  
**Parâmetro:** Nitrito  
VMD = Zero  
VMP = 0,02  
**Resultado:** Traços de poluição nas seções de Castanhão, Russas, Aracati



# Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe

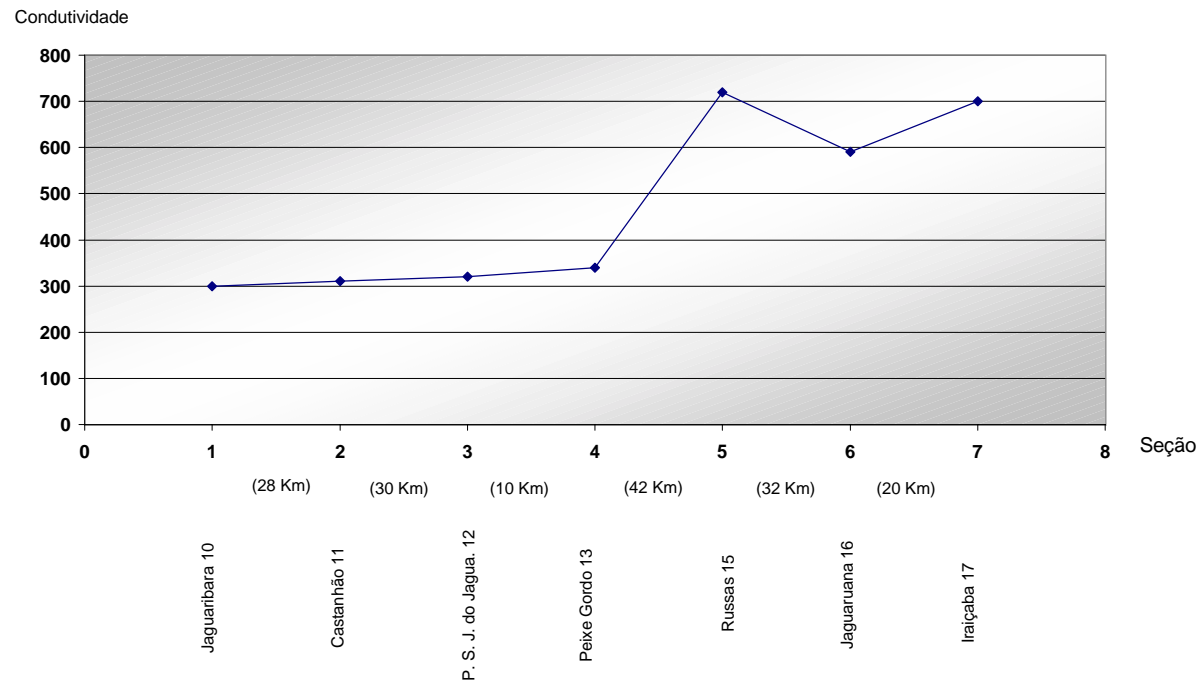


## VOLUME 4 - Estudos Ambientais

FIGURA 1.2.16 - PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA - SEMACE - OUTUBRO 95

Seção #	Local	Seção	Condutividade
10	Jaguaribara	1	300
11	Castanhão	2	310
12	Ponte de São João do Jaguaribe	3	320
13	Peixe Gordo	4	340
15	Russas	5	720
16	Jaguaruana	6	590
17	Itaiçaba	7	700
<b>18</b>	<b>Aracati</b>	<b>8</b>	<b>28520</b>

**Período:** Outubro/95  
**Parâmetro:** Condutividade  
**Satisfatório até 300**  
**Resultado:** Ligeiramente acima do valor recomendado até Peixe Gordo, elevando-se daí até Aracati



# Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe



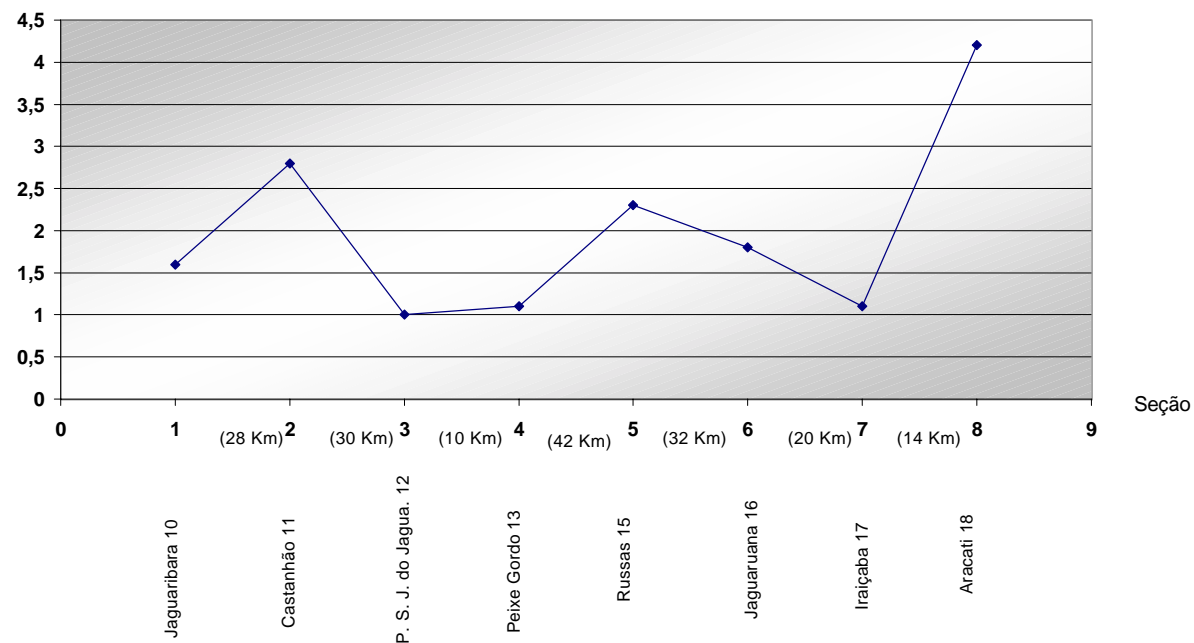
## VOLUME 4 - Estudos Ambientais

FIGURA 1.2.17 - PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA - SEMACE - OUTUBRO 95

Seção #	Local	Seção	DBO5
10	Jaguaribara	1	1,6
11	Castanhão	2	2,8
12	Ponte de São João do Jaguaribe	3	1
13	Peixe Gordo	4	1,1
15	Russas	5	2,3
16	Jaguaruana	6	1,8
17	Itaiçaba	7	1,1
18	Aracati	8	4,2

**Período:** Outubro/95  
**Parâmetro:** DBO5  
**Máximo Recomendado:** Águas classe A: até 3  
 Águas classe B: até 4  
 Águas classe C: até 6  
 Águas classe D: > 6  
**Resultado:** Satisfatório

DBO5



# Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe

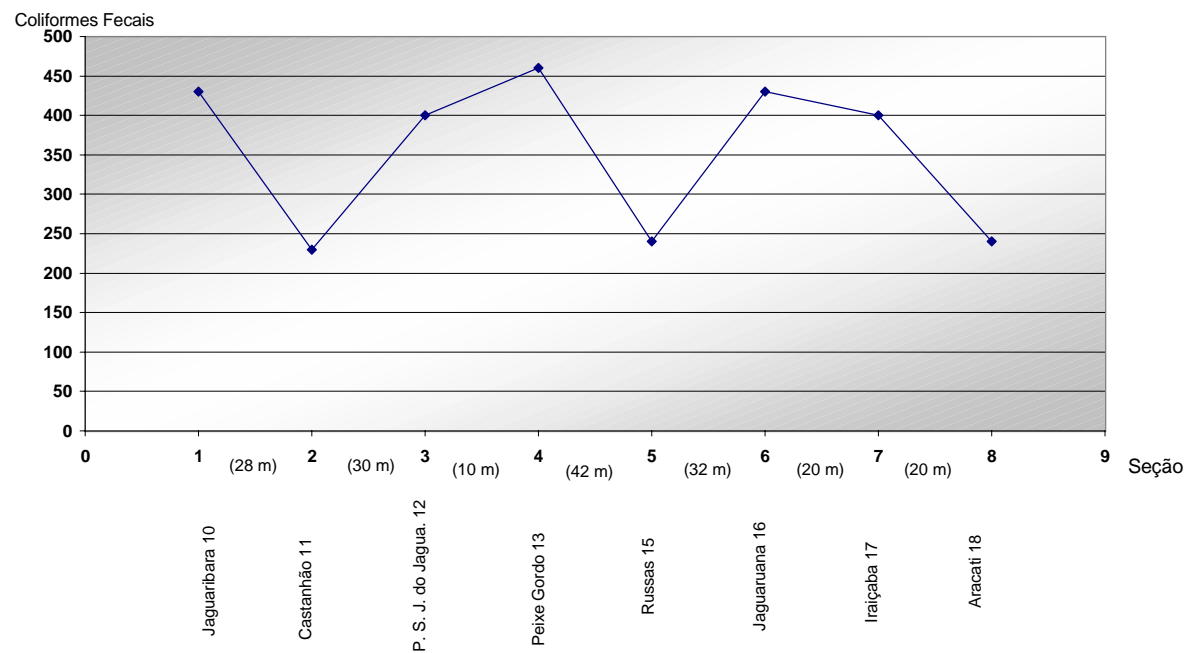


## VOLUME 4 - Estudos Ambientais

FIGURA 1.2.18 - PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA - SEMACE - OUTUBRO 95

Seção #	Local	Seção	Coliformes Fecais
10	Jaguaribara	1	430
11	Castanhão	2	230
12	Ponte de São João do Jaguaribe	3	400
13	Peixe Gordo	4	460
15	Russas	5	240
16	Jaguaruana	6	430
17	Itaíçaba	7	400
18	Aracati	8	240

**Período:** Outubro/95  
**Parâmetro:** Coliformes Fecais  
**Máximo Recomendado:** Águas classe A: até 100 (5%)  
 Águas classe B: até 5000 (2%)  
 Águas classe C: até 20.000 (5%)  
 Águas classe D: > 20.000  
**Resultado:** Satisfatório



Tipo A: águas subterrâneas ou superficiais, provenientes de bacias *sanitariamente protegidas*, com características básicas definidas na Tabela 1.2.1, e as demais satisfazendo os padrões de potabilidade;

Tipo B: águas subterrâneas ou superficiais, provenientes de bacias *não protegidas*, com características básicas definidas na Tabela 1.2.1, e que possam enquadrar-se nos padrões de potabilidade, mediante processo de tratamento que *não exija coagulação*;

Tipo C: águas superficiais provenientes de bacias *não protegidas*, com características básicas definidas na Tabela 1.2.1, e que *exijam coagulação* para enquadrar-se nos padrões de potabilidade;

Tipo D: águas superficiais provenientes de bacias *não protegidas*, sujeitas a *fontes de poluição*, com características básicas definidas na Tabela 1.2.1, e que *exijam processos especiais de tratamento* para que possam se enquadrar nos padrões de potabilidade.



**Tabela 1.2.1 – Categoria de Águas para Abastecimento Humano (ABNT)**

ATRIBUTOS	TIPO A	TIPO B	TIPO C	TIPO D
DBO <sub>5</sub> (mg/l) - Média	Até 1,5	1,5 a 2,5	2,5 a 4,0	> 4,0
DBO <sub>5</sub> (mg/l) – Máxima em qualquer amostra	1,0 a 3,0	3,0 a 4,0	4,0 a 6,0	> 6,0
Coliformes (NMP/100 ml)	50 a 100	100 a 5.000	5.000 a 20.000	> 20.000
- Média em qualquer mês	> 100 em menos de 5% das amostras	> 5.000 em menos de 20% das amostras	> 20.000 em menos de 5% das amostras	Não definido
- Máxima em qualquer amostra				
PH	5 a 9	5 a 9	5 a 9	3,8 a 10,3
Cloretos	< 50	50 a 250	250 a 600	> 600
Fluoretos	< 1,5	1,5 a 3,0	> 3,0	Não definido

Com relação a outros parâmetros indicativos de qualidade para águas de consumo humano, Azevedo Neto<sup>1</sup> apresenta a seguinte Tabela 1.2.2 relativo aos limites desejáveis e máximos para enquadramento nos padrões de potabilidade.

**Tabela 1.2.2 – Principais Parâmetros Característicos para Águas de Abastecimento Humano**

ATRIBUTO	UNIDADE	LIMITE DESEJÁVEL	MÁXIMO TOLERÁVEL
Dureza	(mg/l)	< 100	200
Cor	(mg/l)	< 30	50
Turbidez	(mg/l)	< 10	25
Ferro	(mg/l)	< 0,3	1
Coliformes	NMP/100 ml	< 50	100

<sup>1</sup> Azevedo Neto, “Técnicas de Abastecimento de Água – Novas Tecnologias”,

Os seguintes parâmetros foram escolhidos para análise dos resultados do monitoramento das águas do Rio Jaguaribe feitos pela SEMACE:

### **a) Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO<sub>5</sub> :**

Os gráficos em anexo mostram que as concentrações de DBO<sub>5</sub> nos três períodos monitorados apresentam uma variação quase randômica, do tipo sobe-desce, sem ostentar uma tendência definitiva nas seções pesquisadas. Observa-se que na maioria das vezes os valores de DBO<sub>5</sub> estiveram abaixo de 3 mg/l, raramente ultrapassando a 4 mg/l, apresentando apenas um caso extremo de 6,2 mg/l no período de Janeiro/Fevereiro, verificado na seção do Açude Trici, na região do Alto Jaguaribe. No mesmo período, também se verificou um valor elevado, superior a 4 mg/l na seção de Jaguaribe. Importante é salientar que a partir de Jaguaribara até a seção de Aracati, próxima à foz do rio, os valores de DBO<sub>5</sub> sempre se mantiveram próximo ou abaixo de um patamar de 2 mg/l, nos três períodos analisados, excetuando-se as seções de Castanhão e Aracati no período de Outubro/95, as quais apresentaram valores de 2,8 e 4,2 mg/l, respectivamente.

Dessa forma, pode-se afirmar que do ponto de vista deste parâmetro, a situação ambiental das águas do Rio Jaguaribe, nos trechos e períodos pesquisados, não configurava um caráter ostensivo de poluição, a despeito de receber efluentes de esgotos domésticos não tratados da maioria das zonas urbanas que atravessa, ou mesmo dos riachos afluentes à sua calha principal, provenientes de outras zonas urbanas com potencial poluidor por rejeitos domésticos e industriais. Obviamente, a caracterização ambiental do Rio Jaguaribe nas seções pesquisadas, não pode se ater exclusivamente ao parâmetro DBO<sub>5</sub>, pois há outros fatores que intervêm na sua classificação final, de acordo com as recomendações das instituições ligadas ao controle do meio ambiente e do saneamento.

### **b) pH**

Este parâmetro foi o que apresentou menor variação em todas as seções e em todos os períodos pesquisados, variando entre o valor mínimo de 7,1 ao valor máximo de 9,0, com média em torno de pH 8,0, caracterizando um comportamento ligeiramente alcalino para as águas do Rio Jaguaribe.

### c) Coliformes Fecais

Constitui-se num dos parâmetros mais importante do ponto de vista sanitário, dado que um alto índice de coliformes fecais implica necessariamente em poluição das águas por esgotos domésticos, que, via de regra, são vetores de propagação de doenças de veiculação hídrica. Analisando-se os gráficos dos resultados das campanhas de monitoramento feitas pela SEMACE, verifica-se que a região de Iguatu e do Açude Orós apresentam um elevadíssimo índice de coliformes fecais, sendo de 24.000 NMP/100 ml no período de Janeiro/Fevereiro, caindo para 10.000 no período de Maio/Junho. Infelizmente não foi efetuada campanha de medição nestas duas seções no período de Outubro, tendo sido realizada coleta de amostras somente das seções compreendidas entre Jaguaribara e Aracati. Daí, entende-se que foi perdida a oportunidade de se poder fazer um diagnóstico aquilatado da tendência ambiental nesta região.

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

Um fato que chama atenção na análise, é o elevado número de coliformes fecais identificados no Açude Orós logo no início da quadra chuvosa, reduzindo-se à medida que cessa o período invernososo, que poderia ser explicado como decorrente do processo de “lavagem” da rede de drenagem e de superfícies (“overland flow”) durante a estação úmida. Isto é, os esgotos domésticos durante a estação seca não sofriam processos completos de diluição na maior parte da rede de drenagem, cujos riachos são na sua grande maioria intermitentes, acarretando numa decomposição difusa dos esgotos distribuídos ao longo da sub-bacia do Alto Jaguaribe.

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

Corroborando com este fato, compare-se o gráfico relativo ao período de Janeiro/Fevereiro, onde não se tem dados da seção de Iguatu, com o gráfico do período de Maio/Junho, onde está registrado um elevado índice de coliformes na seção de Iguatu e um baixo índice na seção do Orós.

De qualquer forma, o parâmetro coliformes fecais desponta como o mais elucidativo do comportamento ambiental do Rio Jaguaribe nas diversas seções pesquisadas, indicando pontos e períodos críticos por poluição de esgotos domésticos, que bem monitorados e acompanhados de ações de controle ambiental, permitiriam uma substancial melhoria do padrão sanitário de suas águas.

### **d) Cloretos**

Os gráficos relativos ao índice de cloretos nos três períodos amostrados, apontam para uma elevação no teor de cloretos nas águas do Rio Jaguaribe a partir da cidade de Russas, sendo que nas demais seções à montante da mesma, os índices de cloretos sempre se situam abaixo de 100, folgadoamente dentro do limite máximo desejável de 200. A elevação do teor de cloretos a partir de Russas até a cidade de Aracati, está provavelmente associado ao aumento na quantidade de fertilizantes e defensivos agrícolas utilizados na agricultura irrigada, visto que é exatamente a partir desta região que se desenvolve com maior intensidade a prática da irrigação em grande escala.

Observa-se que nesta região se localizam os maiores perímetros públicos irrigados, além dos perímetros emancipados e compreendendo também, vastas áreas irrigadas de natureza privada. Podem ser citados os perímetros irrigados de Morada Nova, Santo Antonio de Russas, Distrito de Irrigação Jaguaribe-Apodi, etc. A ausência de um controle ambiental no uso de insumos químicos agrícolas organo-clorados é fator de propensão para uma elevação no teor de cloretos nas águas do rio.

Entretanto, pode-se observar que à exceção da seção de Aracati, que apresentou os maiores valores do índice de cloretos em dois períodos, Janeiro/Fevereiro e Outubro, todas as demais seções ficaram abaixo do valor máximo desejável e bem distanciados do valor máximo permitido, o que se conclui que este parâmetro de avaliação da qualidade das águas do rio, ainda não é fator preocupante, desde que se mantenham os níveis encontrados à época da pesquisa de monitoramento.

### **e) Nitritos**

O índice de nitritos, tal como a  $DBO_5$  e os coliformes fecais, é um parâmetro que indica presença de poluição recente, seja por esgotos domésticos ou por outros resíduos orgânicos. Constitui-se numa das primeiras fases da mineralização do ciclo do nitrogênio nos compostos orgânicos, indicando-se assim uma proximidade da fonte de poluição. Considera-se do ponto de vista sanitário, que a ausência de nitritos é o patamar desejado nas águas destinadas ao abastecimento humano, tolerando-se o máximo de até 0,02 mg/l para seu enquadramento sanitário.

A SEMACE realizou determinação do teor de nitritos a partir da seção de Jaguaribara até Aracati nos períodos de Janeiro/Fevereiro/1995 e Outubro/1995, e da seção de Tauá até Aracati, no período de Maio/Junho/1995. Observa-se, tal como no índice de  $DBO_5$ , que ocorre uma variação randômica de valores ora acima, ora abaixo do limite máximo permissível, indicando traços de poluição próximas às seções monitoradas. Valores bastante elevados de nitritos foram verificados principalmente no período de Outubro/1995, nas seções de Castanhão e Russas, com índices superiores a 0,1 mg/l, ou seja, cinco vezes o valor máximo permitido.

O teor de nitritos é um parâmetro volátil, indicativo de uma poluição recente e quase pontual, desaparecendo à medida que se completa o ciclo do nitrogênio evoluindo para formas mais estáveis como os nitratos. Dessa forma se explica os picos e quedas observados nos gráficos do parâmetro. Uma forma interessante de análise, é fazendo-se a superposição em transparência entre os gráficos de  $DBO_5$  e nitritos, principalmente os relativos aos períodos de Maio/Junho e Outubro, quando se observará uma concordância entre os picos de ambos os parâmetros, o que já era de se esperar visto que ambos parâmetros são indicativos de decomposição orgânica de esgotos.

### **f) Condutividade**

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

Os valores de condutividade verificados a partir de Russas podem ser considerados indicativos de teor de sais inapropriados para consumo humano, carecendo de atenção nos projetos dos sistemas de tratamento de água das localidades que sejam abastecidas diretamente com águas do Rio Jaguaribe.

### 1.3. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA DO JAGUARIBE

#### 1.3.1. Considerações Gerais Quanto à Situação Ambiental da Bacia

O diagnóstico da situação ambiental da bacia hidrográfica do Rio Jaguaribe, conforme especificado nos Termos de Referência do Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Jaguaribe e no Plano de Trabalho apresentado pela Consultora, compreende as seguintes tarefas levadas a cabo para consecução do presente Relatório:

- a) avaliação das cargas poluidoras difusas, agro-industriais e urbanas;
- b) mapeamento atual da situação das matas ciliares;
- c) avaliação dos dados disponíveis com vistas a classificação dos corpos d' água e da qualidade da água;
- d) identificação de reservas ecológicas, áreas de preservação e unidades de conservação;
- e) identificação de áreas degradadas;
- f) avaliação dos níveis de salinização, erosão e assoreamento dos grandes reservatórios;
- g) elaboração de relatório de consolidação do diagnóstico ambiental.

Este diagnóstico adquire uma importância fundamental em virtude da própria extensão territorial da Bacia do Jaguaribe, compreendendo cerca de 50% da área territorial do Estado do Ceará, abrigando mais de 1/3 de sua população, sendo a bacia que possui o maior número de reservatórios artificiais do estado, concentrando também os principais açudes de natureza estratégica, como os açudes Orós, Banabuiú, e o maior açude do nordeste atualmente em construção, o Castanhão.

Essa concentração de reservatórios estratégicos, embora implique na acumulação de um apreciável volume de água, pelo menos em termos de estado do Ceará, permitindo inclusive sua exportação para bacias carentes como é o caso da bacia metropolitana, não tem se apresentado como *a solução definitiva* para os problemas causados pelas secas periódicas que assolam a região semi-árida em que se encontra a Bacia do Jaguaribe, em virtude da limitação do alcance de atendimento desses reservatórios às regiões carentes, em função de sua localização geográfica e da própria extensão territorial da bacia.

Não obstante, a construção desses reservatórios estratégicos se apresentou como única solução possível para perenização de parte dos Rios Jaguaribe e Banabuiú, que permite assegurar a prática da agricultura irrigada em extensas áreas situadas a jusante dos mesmos, incluindo-se também as áreas de várzeas contíguas aos reservatórios, e prover água para abastecimento humano e industrial dos núcleos urbanos situados a jusante destes reservatórios.

Em função da natureza geológica do substrato rochoso da bacia, sendo a maior parte formada pelo cristalino, que tem pouca vocação para servir como aquífero de forma a suprir adequadamente as necessidades hídricas para abastecimento humano de grandes comunidades e, sobretudo, para prática da irrigação em virtude do setor primário ser ainda a base econômica regional, desde meados do século passado iniciou-se um processo de construção de reservatórios superficiais com vistas a acumular água durante os eventos chuvosos da estação úmida para sua posterior utilização durante os períodos secos ou de estiagem.

Assim foram construídos centenas de pequenos reservatórios de características anuais e alguns médios e grandes reservatórios de características interanuais, incluindo os macro-reservatórios de natureza estratégica, como os já aqui citados, implicando numa acentuada intervenção humana nas características ambientais naturais da bacia. A construção desses numerosos reservatórios foi, sem dúvida, a principal ação de natureza antrópica na bacia hidrográfica com conseqüências apreciáveis para o meio ambiente, quer sejam elas de natureza positiva quer sejam de natureza negativa.

Entre as principais conseqüências positivas da construção dos açudes podemos enumerar entre outras:

- a fixação do homem ao campo, permitindo-lhe o acesso à água como elemento indispensável à sua sobrevivência biológica e econômica;
- o desenvolvimento da agricultura irrigada, piscicultura e da pecuária, promovendo a dessedentação animal e permitindo a criação de áreas de pastagem;
- a perenização de trechos de rios e riachos, estendendo os benefícios a regiões situadas bem a jusante dos locais de construção dos reservatórios;
- o desenvolvimento induzido de outros setores econômicos, tais como o setor industrial nos núcleos urbanos atendidos pelos reservatórios, além da agro-indústria agregada aos perímetros irrigados, e o setor de serviços, incluindo-se neste último aqueles relacionados às atividades recreativas e de lazer.
- a criação de micro-climas em volta dos reservatórios, amenizando o rigor das condições climáticas típicas do semi-árido;
- Entre as conseqüências negativas da construção dos numerosos açudes na bacia podemos citar:
  - o desmatamento de áreas para construção dos próprios açudes e de vastas áreas para prática da agricultura e pecuária induzidas pela construção dos mesmos;

- desnudamento e erosão de extensas áreas no entorno desses reservatórios;
- alterações na qualidade da água devido aos processos de salinização e eutrofização decorrentes do acúmulo da mesma em alguns desses reservatórios, de acordo com suas características particulares;
- substituição de espécies silvestres da fauna natural local por outras com maior capacidade de homeostase às novas condições ambientais decorrentes da formação dos lagos.

De uma forma geral, a construção desses reservatórios configurou-se como indispensável para a fixação da população em sua terra natal, reduzindo o processo migratório para os grandes centros urbanos, ou mesmo para outras regiões do país, muito embora não tenha sido possível estancar o processo migratório em função de uma combinação de outros fatores.

Por ocasião da elaboração do Plano Estadual dos Recursos Hídricos (1992), a Bacia do Jaguaribe contava com 4.712 reservatórios para uma capacidade armazenada de 6.676,74 hm<sup>3</sup>, sendo que os pequenos reservatórios compreendiam 4.554 açudes (96,64 %), representando 1.328,27 hm<sup>3</sup>, ou cerca de 19,89 % do total das reservas. Isto significava que apenas 3,36 % dos açudes considerados médios/grandes acumulavam 80,11 % do volume armazenável da bacia.

Prevê-se com a construção do Açude Castanhão e mais 21 novos açudes constantes dos Programas PROURB e PROÁGUA, que o volume armazenável passará para 13.239,95 hm<sup>3</sup>, ou seja, mantidas a devidas proporções no número de açudes, cerca de 89,55 % do volume armazenável da bacia será controlado pelos grandes reservatórios.

Para gerenciar este volume estratégico de água em conformidade com a política de recursos hídricos do estado instituída pela Lei 11.996 de 24/07/92, foi criada a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará – COGERH, Lei 12.217 de 18/11/93, com a missão precípua de dar suporte técnico e operacional ao cumprimento da Lei 11.996, estando entre suas missões a administração de conflitos de usos da água, até que sejam legalmente estabelecidos os Comitês de Bacia Hidrográfica, de forma semelhante ao recém-criado Comitê da Bacia Hidrográfica do Curu.

Entretanto, enquanto que a problemática do gerenciamento das águas armazenáveis nos grandes reservatórios está aparentemente *bem equacionado*, o mesmo não se passa com relação à *gestão ambiental da bacia* como um todo, ou em outras palavras, não há nenhum órgão governamental adequadamente estruturado para prover o *gerenciamento do uso do solo* dentro da bacia, com poder de polícia para evitar os grandes desmatamentos, queimadas, remoção de matas ciliares para uso agrícola, uso abusivo de pesticidas e fertilizantes na agricultura, despejos incontrolados de resíduos poluidores nos corpos d'água, localização de rampas de lixo dentro de zonas de preservação dos corpos hídricos,



etc. além de administrar os conflitos de usos existentes entre os agentes intervenientes, uma vez que a *qualidade das águas* depende fundamentalmente do uso do solo que se faz na bacia hidrográfica.

Há dúvidas inclusive quanto ao próprio aparato jurídico-institucional disponível para controle da degradação ambiental, só sendo exigido Estudos de Impacto Ambiental – Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA) para grandes empreendimentos, que na maioria das vezes são oriundos do próprio poder público a partir de financiamentos através de agentes externos como o Banco Mundial, BIRD, BID, etc., que tem como política própria a exigência de estudos de impacto ambiental para os empreendimentos a serem financiados.

Assim sendo é que na pesquisa feita nos acervos das instituições ambientais como a Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE, e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis – IBAMA, Superintendência do Ceará, só foram identificados 21 estudos de impacto ambiental, sendo 18 ligados a calha do Rio Jaguaribe, 2 na sub-bacia do Rio Banabuiú, e apenas 1 na sub-bacia do Rio Salgado, tendo sido os mesmos apresentados no capítulo 01 deste relatório.

Dos 21 EIA's – RIMA's , 7 foram de açudes (33 %), 2 de assentamentos urbanos (10 %), 4 de mineração (19 %), 4 de irrigação (19 %), 1 turístico (5 %) e 3 de vias rodoviárias (14 %), o que realmente representa muito pouco em relação ao total de empreendimentos históricos de grande importância e impacto ambiental levados a cabo na bacia.

Outro aspecto que chama a atenção, constituindo-se numa observação crítica destes EIA –RIMA, é que embora aqueles estudos tenham sido considerados de nível satisfatório, pois todos foram aprovados pela SEMACE, quando se desce ao nível de medidas para eliminação ou mitigação de impactos ambientais, todos carecem de uma maior objetividade e clareza em relação à implantação dessas medidas. A SEMACE é responsável pela fiscalização de suas execuções e funcionalidades, porém as informações obtidas naquele órgão apontam que todo o processo posterior à aprovação dos EIA –RIMA , referente especificamente a essa fiscalização, somente é implementado quando em resposta a provocações de denúncias pela comunidade ou entidade prejudicada, situação essa justificada pela *falta de pessoal e recursos* para implantação de um acompanhamento regular dos projetos aprovados, durante a suas fases de implantação e funcionamento. Esse comentário já havia sido apresentado no capítulo 01 deste relatório, mas dada sua importância no contexto da análise da situação ambiental da bacia, achou-se conveniente repeti-lo.

Pelo aqui exposto, verifica-se que não pode haver dissociação entre a gestão dos recursos hídricos e a gestão ambiental, devendo ser as mesmas integradas de forma a se garantir a qualidade desejada para as águas interiores e para uma administração eficaz e eficiente dos recursos naturais colocados à disposição do homem, além dos conflitos inerentes aos diferentes usos.

### 1.3.2. Condicionantes ao Estudo da Situação Ambiental da Bacia

Dentro desta perspectiva, a avaliação da situação ambiental da Bacia do Jaguaribe foi feita tendo em vista duas análises diferenciadas, porém não necessariamente dissociadas:

- a situação atual de uso e ocupação do solo;
- o enquadramento dos corpos hídricos e da qualidade da água;

As análises foram feitas com base em informações coletadas junto às instituições que lidam direta ou indiretamente com a área ambiental, tais como a SEMACE, SEDURB, CAGECE, FNS, DNOCS, COGERH, SDU, SRH, etc., além de pesquisa junto ao acervo das universidades locais, incluindo teses, artigos e comunicações pessoais de professores e pesquisadores de áreas afins.

Por outro lado, a Consultora contratou junto à INTARE – Tecnologia e Informação Ltda, o levantamento por imagem de satélite LANDSAT de toda a área da bacia hidrográfica do Jaguaribe, para caracterização do uso e ocupação do solo e dos espelhos d'água com área igual ou superior a 5 ha, servindo de base para as análises aqui desenvolvidas no item subsequente.

Afora as fontes de informação aqui citadas, a Consultora procedeu investigação de campo em áreas específicas, com a visita de técnicos especializados na área ambiental para identificação de alguns problemas relacionados principalmente com a qualidade da água e saneamento urbano. As visitas foram na maioria das vezes realizadas por ocasião dos encontros para formação dos Comitês de Bacia, promovidos pela COGERH, nos quais a Consultora teve participação permanente.

Entretanto um conjunto de fatores, principalmente os relacionados com a base de dados existentes, limitou a amplitude da análise da situação ambiental da Bacia do Jaguaribe, os quais serão discutidos em detalhe nos parágrafos seguintes.

Os fatores condicionantes ao estudo foram:

- a) a base de dados obtida junto aos órgãos e instituições governamentais**

O maior fator limitante do processo de análise da situação ambiental, conforme os termos propostos nos Termos de Referência do Edital e no Plano de Trabalho da Consultora, foi a *quantidade e qualidade* dos dados obtidos. Considera-se conveniente aqui, tecer-se considerações a respeito do banco de dados (ou ausência de banco de dados) existentes nos organismos governamentais que lidam com aspectos ligados ao saneamento básico, incluindo abastecimento de água e esgotamento sanitário, e ao controle do meio ambiente.

A **Fundação Nacional de Saúde – FNS**, órgão federal que controla os serviços de abastecimento de água através dos SAAE's – Serviço Autônomo de Água e Esgoto, normalmente atendendo somente aos sistemas de abastecimento de água potável aqui no Estado do Ceará, disponibilizou 21 fichas de análise de qualidade da água bruta que chega as suas ETA's , sendo todas relativas ao ano de 1998, dentre estas 15 são de sistemas supridos por águas superficiais e 6 somente de sistemas abastecidos por água subterrânea, o que é muito pouco, quando se sabe que a maioria das ETA's das pequenas comunidades provém de poços tubulares profundos ou poços amazonas.

Quanto à qualidade da informação, a maior parte da análises trazem informações relativas a parâmetros como temperatura da amostra; pH ; coliformes totais e fecais; cor; turbidez; demanda bioquímica de oxigênio ou consumo de oxigênio, tal como referido nas análises; dureza; alcalinidade total; nitritos; nitratos; cloretos; fluoretos e sólidos dissolvidos totais, sendo entretanto que nenhuma análise fornecida apresentou resultados de todos estes parâmetros. Um dos parâmetros físico-químicos de maior representatividade para as análises da qualidade da água, ausente nas fichas de ensaio da FNS, foi a *condutividade elétrica* que permite avaliar a salinidade da água, sendo indispensável quando se quer fazer uso da água para irrigação.

A **Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE**, apesar da boa vontade do pessoal da companhia encarregado do fornecimento das informações, alegou problemas com o banco de dados das análises de qualidade de água, tendo sido perdidas todas as informações constantes relativas aos anos recentes devido a uma pane computacional , só tendo sido possível fornecer 58 fichas de análise, a maioria muito antigas, remontando a mais de 20 anos, sendo 9 de água bruta de origem superficial e 49 de poços subterrâneos.

Estranhamente, as fichas da CAGECE não dispõem de ensaios de colimetria da água bruta, nem de fluoretos, possuindo entretanto, dados de condutividade elétrica em todas as fichas de análise.

No **Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS**, após infrutífera busca nos acervos do laboratório da 2ª DR do órgão, foram obtidos junto à Divisão de Hidrologia da Administração Central, cerca de 34 análises de qualidade da água para irrigação, realizadas à época do Programa Nacional de Irrigação – PRONI, todas relativas ao ano de 1992. Não foi identificado nenhum tipo de banco de dados relativos à qualidade da água em outros setores do órgão, segundo informações dos técnicos e engenheiros responsáveis.

A **Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE**, forneceu dados de qualidade de água relativos a 18 pontos de coleta situados ao longo do Rio Jaguaribe, relativos aos períodos de fevereiro, maio e outubro de 1995, os quais já foram apresentados no item 1.2 deste relatório, sendo rediscutidos neste capítulo em função dos dados obtidos junto aos demais órgãos. Também forneceu dados de análise da qualidade da água do Açude Lima Campos para amostra coletada em 09/09/98, portanto de caráter bastante recente.

O **Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis – IBAMA** disponibilizou os resultados do estudo denominado Projeto Aproveitamento dos Açudes Públicos do Estado do Ceará – PAPEC, elaborado nos anos de 1993/94, em conjunto com o Governo Alemão através do Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), contando com a participação também do DNOCS, no qual apresenta um completo estudo das características físicas, químicas e biológicas de 7 reservatórios no Estado do Ceará, sendo 2 deles localizados na Bacia do Jaguaribe, os açudes Riacho do Sangue e Patu. Não há outros dados com relação aos demais reservatórios da bacia.

Na **Universidade Federal do Ceará – UFC**, foram obtidas importantes informações quanto à situação ambiental da bacia, tais como a disposição de resíduos sólidos e dados relativos ao saneamento dos principais centros urbanos da bacia.

Outros órgãos consultados não forneceram informações plausíveis de entrar na análise da situação ambiental da Bacia do Jaguaribe.

### b) a amplitude, abrangência e descontinuidade temporal e espacial dos dados obtidos

Todas as análises das amostras de água fornecem um retrato instantâneo da qualidade da água naquele momento, principalmente em relação aos parâmetros de natureza biológica, como a demanda bioquímica de oxigênio, nitritos e nitratos que estão associados ao conteúdo de matéria orgânica presente na amostra, com exceção de alguns compostos nitrogenados que podem ser oriundos de outras formas de poluição. Assim sendo, os parâmetros biológicos normalmente apresentam uma amplitude de variação significativa, decorrente da situação particular e temporal de poluição a que esteve sujeita a água bruta, quer seja ela proveniente de rios, açudes ou poços subterrâneos.

Esta mesma amplitude de variação pode ser também observada nos demais parâmetros físicos e químicos das análises de água, porém seria razoável se supor que alguns deles, tais como a *condutividade elétrica*, que embora sofra influência da sazonalidade pluviométrica, decorrente dos períodos cíclicos de cheias e estiagem, tem menor *variabilidade de longo termo* por ser mais representativa das condições geológicas e particulares de uso de solo da bacia ou do reservatório.

Posto o condicionante desta variabilidade temporal dos parâmetros de análise e tendo-se em vista a amplitude das datas de coleta das amostras, compostas por análises desde 1974 até 1998, conclui-se que a única avaliação possível seria ***do ponto de vista qualitativo e tendencial***, isto é, nenhuma avaliação quantitativa de parâmetros ou tentativa de modelagem numérica dos mesmos seria sensato para o escopo da análise ambiental a que se propõe este diagnóstico.

Outro fator de suma importância nas limitações da análise diz respeito à variabilidade espacial dos dados. Observa-se que açudes e cidades de grande importância estratégica dentro da bacia, não dispõem de qualquer análise de qualidade da água, muito embora existam estações de tratamento de água administradas por órgãos tais como a CAGECE e FNS, que infelizmente não possuem um banco de dados ordenados e de fácil acesso.

Entretanto, foi possível obter-se informações de alguns grandes reservatórios da bacia, e dados de amostras coletadas ao longo dos principais rios como o Jaguaribe e Banabuiú, que na verdade são os de interesse maior para o gerenciamento das águas da bacia, permitindo-se fazer uma avaliação pelo menos tendencial da situação ambiental e de qualidade da água dos mesmos.

### c) do tipo de corpo ou fonte hídrica analisada

As características físicas, hidrodinâmicas e bióticas distintas entre os açudes, rios e aquíferos subterrâneos exigem análises diferenciadas para cada um dos tipos destes corpos hídricos, sendo que cada análise foi limitada pela quantidade de informações disponíveis, conforme aqui exposto.

#### 1.3.3 Elaboração de mapa Digital do Uso Atual do Solo e das Águas

O estudo em macro-escala da situação ambiental atual de uma bacia hidrográfica do porte da Bacia do Rio Jaguaribe, que representa cerca de 50% do território do estado do Ceará, só se tornaria possível através da utilização de tecnologia de sensoriamento remoto e geoprocessamento digital a partir de imagens de satélite, razão pela qual a Consultora contratou os serviços da INTARE Tecnologia e Informação Ltda, empresa conceituada neste ramo de atividade, que elaborou os respectivos mapas digitais da bacia.

Os serviços constaram da elaboração de 36 mapas de uso e cobertura do solo, gerados a partir da classificação das imagens TM/Landsat em formato digital, corte 1:100.000, e na disponibilização de 06 composições coloridas, bandas 5, 4, 3 (R, G, B) utilizadas para geração dos produtos, identificadas pela órbita como ponto 216\_063, 216\_064, 216\_065, 217\_063, 217\_064 e 217\_065. As cartas topográficas auxiliares para o georeferenciamento foram fornecidas pela Consultora, constando das cartas no padrão SUDENE / DSG do Ministério do Exército, na escala 1:100.000, consideradas a melhor base cartográfica atualmente disponível com cobertura de toda a bacia hidrográfica.

##### 1.3.3.1. Metodologia

A metodologia empregada para elaboração dos mapas digitais constou das seguintes etapas, conforme relatório apresentado pela empresa contratada:

- a) **aquisição dos dados básicos.** Nesta primeira etapa foram adquiridos todos os elementos necessários à consecução do trabalho, incluindo as imagens TM/Landsat, cartas topográficas e informações gerais;
- b) **planejamento detalhado.** Nesta etapa foi feita uma avaliação e análise de todo o material disponível e um planejamento detalhado dos procedimentos metodológicos empregados;

- c) **georeferenciamento**. Nesta fase foram realizados os trabalhos de georeferenciamento das imagens, utilizando-se as cartas 1:100.000.
- d) **processamentos radiométricos da imagem**. Nesta fase foram feitos os processamentos de realce, equalização de histograma, visando obter uma homogeneização espectral, entre as cenas, obtidas em diferentes datas e condições atmosféricas;
- e) **classificação digital do uso e cobertura do solo**. Nesta fase, utilizando-se de funções de realce e processamentos específicos, foram realizadas classificações de uso do solo e cobertura vegetal, de acordo com as seguintes classes:
- Áreas irrigadas acima de 5 ha;
  - Caatinga arbórea densa;
  - Caatinga herbácea / arbustiva;
  - Açudes e espelhos d'água acima de 5 ha;
  - Áreas agrícolas;
  - Solo exposto;
  - Área alterada / antropismo;
  - Água com macrófitas e sedimento associado;
  - Mata ciliar / várzea;
  - Áreas urbanas;
  - Vegetação litorânea / restinga;
  - Não classificado / ruídos.
- f) **geração do mapa de uso do solo e cobertura vegetal**. Nesta fase os resultados das classificações foram processados para a geração das cartas temáticas de uso do solo e cobertura vegetal, com auditoria visual e edições específicas em função da classe de mapeamento.

### 1.3.3.2. Considerações Gerais Referentes à Caracterização Físico Ambiental das Classes de Mapeamento

As classes de mapeamento supracitadas foram definidas com base nas seguintes características físico-ambientais:

### a) *caatinga arbórea densa.*

Esta classe engloba a vegetação arbórea densa, de porte mais elevado, caracterizada na região principalmente pela formação de caatinga arbórea densa. Nas regiões de serra observa-se uma vegetação com característica mais exuberante, onde as condições climáticas fornecem maior vigor na vegetação, aparecendo nas imagens TM/Landsat de composição 3B, 4R, 5G em tonalidade avermelhada a vermelho escuro. Em regiões do interior mais plana e mais seca, esta classe pode apresentar tonalidades “marrom” escuro avermelhado.

### b) *caatinga herbácea arbustiva.*

Esta classe engloba a vegetação herbácea arbustiva (porte baixo a médio) aberta a densa, caracterizada pela formação de caatinga herbácea arbustiva. Corresponde à classe de vegetação natural de maior ocorrência na região. Esta classe apresenta-se com tonalidades diferenciadas nas imagens TM/Landsat de composição 3B, 4R, 5G, em função do percentual de cobertura do terreno e do tipo de solo encontrado. A maior amplitude de tonalidade ocorre principalmente para a vegetação herbácea onde o efeito do solo na reflectância detectada pelo Sensor TM/Landsat pode ser marcante em relação a resposta da vegetação. Genericamente esta classe varia da tonalidade amarelo esverdeado ( vegetação menos densa ) ao marrom claro esverdeado ( vegetação mais densa). De maneira geral esta é a classe de maior vulnerabilidade a atuação antrópica, dando lugar a classe alterada ou a classe culturas agrícolas.

### c) *áreas alteradas.*

Esta classe engloba genericamente as áreas antropizadas onde houve remoção da cobertura vegetal natural para diferentes tipos de ocupação ou uso do solo. Nesta classe estão inseridas as áreas de cultura abandonadas ou desestruturadas, que nas áreas do interior são bastante constantes e de alguma forma expressa a dinâmica de ocupação e migração, principalmente dos pequenos produtores.

Estão também inseridas nesta classe grandes extensões de áreas alteradas de uso agropecuário, mormente a pecuária, e que se caracterizam por grandes polígonos contínuos distribuídos dentro da região. Também nesta classe foram inseridas as áreas de expansão urbana que não apresentam um padrão de ocupação mais organizado, detectáveis nas imagens de satélite.



As estradas estão geralmente incluídas nesta classe, ou na classe de solo exposto. Nas imagens TM/Landsat de composição 3B, 4R, 5G, esta classe apresenta tonalidade esverdeada à amarelada de textura mais homogênea.

d) ***mata ciliar / várzea.***

Nesta classe está inserida a vegetação ciliar ou de galeria que se localiza principalmente ao longo dos cursos d'água. Ela representa um importante indicador da disponibilidade de água do sistema de drenagem natural. O porte da vegetação pode variar de herbáceo (principalmente para várzea) à herbáceo arbóreo.

Esta classe também ocorre, em menor proporção, em regiões baixas temporariamente alagáveis e no entorno de “olho d'água”. Em algumas situações esta classe pode encobrir pequenos açudes ou cursos d'água existentes na região. Nas imagens TM/Landsat 3B, 4R, 5G, esta classe aparece com tonalidade vermelha clara a vermelho escuro de textura não homogênea.

e) ***macrófitas associadas a sedimentos.***

Esta classe ocorre em determinadas áreas da bacia, principalmente em reservatórios ou açudes artificiais. Sua ocorrência pode ser utilizada como indicador do aporte de nutrientes e sedimentos para o curso d'água, decorrentes tanto da contribuição de águas residuárias de centros urbanos ou de nutrientes utilizados nas culturas agrícolas. Nas imagens TM/Landsat 3B, 4R, 5G, esta classe aparece com tonalidade rosa a vermelho vivo, com textura “lisa” e homogênea.

f) ***culturas agrícolas.***

Esta classe corresponde as áreas utilizadas para cultura agrícolas de diferentes categorias, tanto como permanente.

Esta classe apresenta-se com geometria mais estruturada e está distribuída ao longo de toda a área de estudo.

### ***g) culturas irrigadas.***

Esta classe corresponde as áreas de cultura agrícola geralmente temporária e se localizam principalmente ao longo dos rios de maior porte, como o próprio Rio Jaguaribe. Nas imagens TM/Landsat 3B,4R,5G, esta classe aparece com tonalidade rosa à avermelhada com textura mediante homogênea e de forma geometricamente mais regular.

### ***h) solo exposto.***

Nesta classe estão inseridas as áreas de solo exposto de uso padronizado ou definitivo. Estão incluídas por vezes as áreas de mineração.

Em determinadas regiões da área de estudo foram inseridas nesta classe formações de “Afloramento Rochoso”, coberto por vegetação herbácea. Nas imagens TM/Landsat 3B,4R,5G esta classe aparece com a tonalidade azulada ou branca de textura lisa.

### ***i) açudes em espelhos d'água.***

Nesta classe estão inseridos os corpos d'água, rios e açudes detectados nas imagens de satélite. Nas imagens TM/Landsat 3B, 4R,5G esta classe aparece com tonalidade escura quase preto. Em alguns açudes com maior concentração de sedimentos, pode apresentar coloração azulada.

### ***j) área urbana.***

Esta classe corresponde as áreas urbanizadas, mais estruturadas com as cidades. Nas imagens TM/Landsat 3B,4R,5G esta classe aparece com tonalidade azulada e estruturada.

#### 1.3.3.3. Código de Cores e Dados de Plotagem das Cartas

A seguir são apresentadas as informações técnicas relativas ao código de cores empregado para cada uma das classes de uso do solo, além de dados utilizados para plotagem das cartas na escala 1:100.000.

O quadro 1.3.3.3.1 mostra a relação do código de cores empregado enquanto o quadro 1.3.3.3.2 apresenta o resumo das cartas e os dados de plotagem na escala 1:100.000.

**Quadro 1.3.3.3.1 – Resumo do Código de Cores das Classes de Uso do Solo**

Classes de Uso do Solo	Cor	R	G	B
Áreas Irrigadas		113	255	0
Caatinga Arbórea Densa		0	144	0
Caatinga Herbáceo / Arbustiva		131	149	94
Açudes e Espelhos d'Água acima de 5 há.		57	31	194
Área Agrícola		191	89	110
Solo Exposto		255	89	255
Área alterada / Antropizada		255	215	96
Área com Macrófitas e Sedimento Associado		0	231	149
Mata Ciliar / Várzea		13	81	0
Área Urbana		181	0	0
Vegetação Litorânea/ Restinga		0	164	144
Nuvem / Sombra		255	255	255
Unclassified / Ruído		0	0	0

**Quadro 1.3.3.3.2 – Resumo das Cartas e Dados de Plotagem**

Carta		Sem	Grade	Com	Grade
MI		X (cm)	Y (cm)	X (cm)	Y (cm)
818	Tamboril	55.590	55.410	61.590	61.410
819	Itatira	55.530	55.380	61.530	61.380
820	Quixadá	55.500	55.320	61.500	61.320
821	Itapiúna	55.500	55.320	61.500	61.320
822	Bonhu	55.560	55.380	61.560	61.380
823	Aracati	55.590	55.410	61.590	61.410
891	Independência	55.560	55.410	61.560	61.410
892	Boa Viagem	55.500	55.380	61.500	61.380
893	Quixeramobim	55.440	55.320	61.440	61.320
894	Banabuiú	55.470	55.320	61.470	61.320
895	Limoeiro do Norte	55.500	55.380	61.500	61.380
896	Quixeré	55.560	55.440	61.560	61.440
967	Novo Oriente	55.590	55.470	61.590	61.470
968	Várzea do Boi	55.530	55.440	61.530	61.440
969	Mombaça	55.470	55.380	61.470	61.380
970	Senador Pompeu	55.440	55.320	61.440	61.320
971	Jaguaretama	55.410	55.320	61.410	61.320
972	Iracema	55.470	55.380	61.470	61.380
1044	Parambu	55.530	55.530	61.530	61.530
1045	Tauá/Arneiroz	55.470	55.440	61.470	61.440
1046	Catarina	55.440	55.380	61.440	61.380
1047	Iguatu	59.040	58.950	65.040	64.950
1048	Orós	55.380	55.350	61.380	61.350
1049	Pau dos Ferros	55.410	55.380	61.410	61.380
1123	Pio IX	55.500	55.500	61.500	61.500

**Quadro 1.3.3.3.2 – Resumo das Cartas e Dados de Plotagem**

1124	Aiuaba	55.440	55.470	61.440	61.470
1125	Assaré	55.380	55.380	61.380	61.380
1126	Cedro	55.320	55.320	61.320	61.320
1127	Cajazeira	55.320	55.320	61.320	61.320
1202	Fronteira	55.470	55.530	61.470	61.530
1203	Campos Sales	55.410	55.470	61.410	61.470
1204	Santana do Cariri	55.320	55.410	61.320	61.410
1205	Crato	55.260	55.350	61.260	61.350
1206	Milagres	55.260	55.320	61.260	61.320
1284	Jardim	55.290	46.890	61.290	52.890
1285	São José do Belmonte	55.200	46.890	61.200	52.890

A figura 1.3.3.3.1 mostra o mosaico de articulação das cartas digitais no formato 1:100.000.

	818 Tamboril	819 Itatira	820 Quixadá	821 Itapiúna	822 Bonhu	823 Aracati
	891 Independência	892 Boa Viagem	893 Quixeramobim	894 Banabuiú	895 Li moeiro do	896 Quixeré
967 Novo Oriente	986 Várzea do Boi	969 Mombaça	970 Senador Pompeu	971 Jaguetama	972 Iracema	
1044 Parambu	1045 Arneiroz	1046 Catarina	1947 Iguatu	1048 Orós	1049 Pau dos Ferros	
1123 Pio IX	1124 Aiuaba	1125 Assaré	1126 Cedro	1127 Cajazeiras		
1202 Fronteiras	1203 Campos Sales	1204 Santana do Cariri	1205 Crato	1206 Milagres		
			1284 Jardim	1285 São José do Belmonte		

### 1.3.3.4. Mapeamento do Uso Atual das Águas

Para a elaboração do mapeamento atual dos usos das águas, foi confeccionado um banco de dados no qual se tem a informação da fonte hídrica para cada demanda urbana com mais de 1.000 habitantes e para os projetos de irrigação públicos e principais áreas privadas da Bacia do Jaguaribe.

No caso das demandas urbanas com mais de 1.000 habitantes, as informações sobre os mananciais foram obtidos a partir de: dados cedidos pela FNS, SAAE e CAGECE; Programa Áridas (1995); Plano Estadual dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (CEARÁ, 1992); dados obtidos do Atlas Digital de Recursos Hídricos do Estado do Ceará (CPRM, 1998); e por consultas verbais feitas diretamente a algumas prefeituras. Uma impressão completa do banco de dados com a identificação dos mananciais que abastecem as demandas urbanas com mais de 1.000 habitantes na Bacia do Jaguaribe está apresentada no Anexo A, do Tomo 3 – Balanço Hídrico Oferta x Demanda. Já as fontes hídricas que abastecem os projetos públicos de irrigação foram identificadas de acordo com publicação da SRH, Cadastro das Áreas Irrigáveis do Estado do Ceará (Fevereiro, 1995) e informações da própria COGERH.

Uma síntese dos usos atuais da água da rede da grande açudagem (açudes com capacidade maior que 10hm<sup>3</sup>) está apresentada no Quadro 1.3.3.4.1 e mapeada na Figura 1.3.3.4.1.

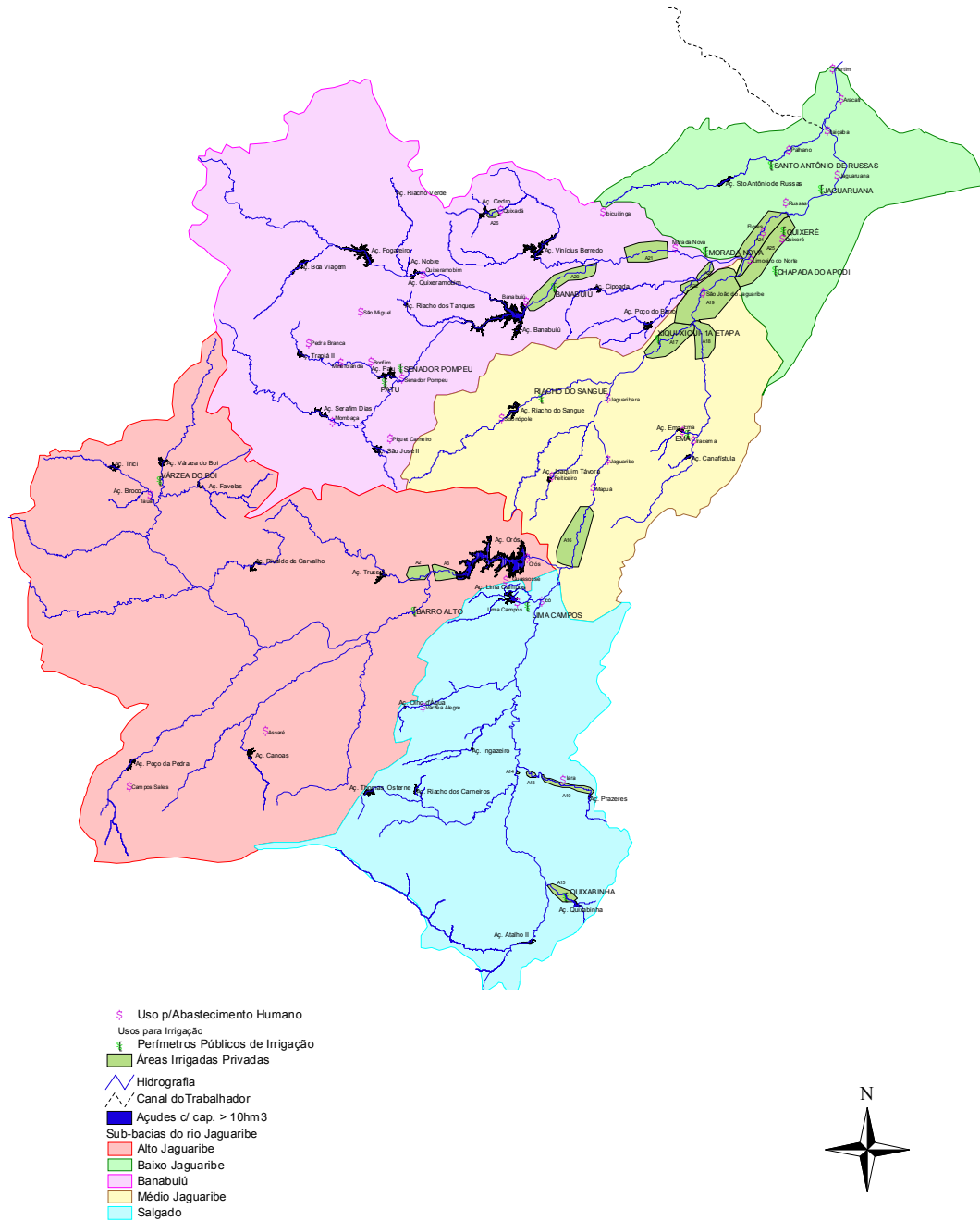
**Quadro 1.3.3.4.1 - Uso Atual das Águas da Rede da Grande Açudagem (açudes c/cap. > 10hm3) na Bacia do Jaguaribe**

Fonte Hídrica Superficial	Uso Atual da Água	
	Abastecimento Humano/Industrial	Irrigação
Banabuiu	Banabuiú	Proj. Irrig. Público - Banabuiú
	Ibicuitinga	-
	Morada Nova	Proj. Irrig. Público - Morada Nova
Broco	Tauá	-
Canafistula	Íracema	-
Canoas	Assaré	-
Cedro	Quixadá	-
Cipoada	-	Irrigação Privada
Ema	Ema	Proj. Irrig. Público - Ema
Fogareiro	Quixeramobim (*)	-
Joaquim Távora	Feiticeiro	-
Lima Campos	Lima Campos	Proj. Irrig. Público - Lima Campos
	Icó	-
Olho d'Água	Várzea Alegre	-
Orós	Aracati (**)	Proj. Irrig. Púb. - Chapada do Apodi
	Flores (**)	Proj. Irrig. Público - Jaguaruana
	Fortaleza (Canal do Trabalhador)	Proj. Irrig. Público - Quixeré
	Fortim (**)	Proj. Irrig. Púb. - Xiqui-Xiqui 1A etapa
	Guassossé	-
	Itaiçaba	-
	Jaguaribara (**)	-
	Jaguaribe (**)	-
	Jaguaruana (**)	-
	Limoeiro do Norte (**)	-
	Mapuá (**)	-
	Orós	-
	Palhano	-
	Quixeré (**)	-
Russas (**)	-	
São João do Jaguaribe (**)	-	
Patu	Senador Pompeu	Proj. Irrig. Público - Patu
	Bonfim	-
Poço do Barro	-	Irrigação Privada
Poço das Pedra	Campos Sales	-
Prazeres	Iara	-
Quixabinha	-	Proj. Irrig. Público - Quixabinha
Quixeramobim	Quixeramobim	-
	São Miguel	-
Rch do Sangue	Solonópole	Proj. Irrig. Público - Riacho do Sangue
Sto. Antônio de Russas	-	Proj. Irrig. Púb. - Sto. Antônio de Russas
São José II	Piquet Carneiro	-
Serafim Dias	Mombaça	-
Trapiá II	Pedra Branca	-
	Minerolândia	-
Trici	Tauá	-
Trussu	-	Irrigação Privada
Várzea do Boi	-	Proj. Irrig. Público - Várzea do Boi
Vinicius Berredo	Quixadá	-

(\*) O açude Fogareiro abastece indiretamente a cidade de Quixeramobim, uma vez que libera vazões para alimentar o açude Quixeramobim.

(\*\*) O Açudes Orós, ao perenizar o rio Jaguaribe ao longo do Médio e Baixo Jaguaribe, garante a recarga do aluvião nestas sub-bacias, sendo, portanto, fonte hídrica indireta da maior parte das cidades situadas ao longo do rio Jaguaribe nestas sub-bacias que captam água do aluvião.

Figura 1.3.3.4.1: Mapeamento dos Usos Atuais das Águas da Rede da Grande Açudagem





## 2. ANÁLISE DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA

## 2. ANÁLISE DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA

### 2.1. SITUAÇÃO ATUAL DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

#### 2.1.1. Análise Global do Uso e Ocupação do Solo

O Quadro 2.1.1.1 apresenta o sumário global do uso do solo, por segmento de uso e por sub-bacia pertencente à bacia hidrográfica do Rio Jaguaribe, com base na classificação das imagens TM/Landsat em formato digital, corte 1:100000, na disponibilização de 06 composições coloridas, bandas 5, 4, 3 (R, G, B), e no relatório de Análise Preliminar do Impacto de Novas Áreas Irrigadas na Garantia do Abastecimento do Sistema Jaguaribe - Metropolitano (COGERH,1999).

Note-se que a área total da bacia do Jaguaribe, de acordo com o georeferenciamento baseado nas imagens de satélite, compreende cerca de 72.560 km<sup>2</sup>. O Plano Estadual dos Recursos Hídricos – P.E.R.H. identificou para a mesma 72.043 km<sup>2</sup>, sendo que 255 km<sup>2</sup> não drenavam águas para dentro do estado do Ceará, ficando assim cerca de 71.788 km<sup>2</sup> de bacia efetiva dentro do Ceará. A diferença entre as duas áreas totais para a bacia reveladas nos estudos acima, provavelmente se deve a distorções de escala de trabalho e erros fortuitos de delimitação dos divisores da bacia hidrográfica.

**Quadro 2.1.1.1 – Resumo do Uso do Solo por Sub-Bacia.**

Segmento de Uso	Sub-Bacia									
	Alto Jaguaribe		Médio Jaguaribe		Baixo Jaguaribe		Salgado		Banabuiú	
	Área (km <sup>2</sup> )	%	Área (km <sup>2</sup> )	%	Área (km <sup>2</sup> )	%	Área (km <sup>2</sup> )	%	Área (km <sup>2</sup> )	%
Área irrigada	26,27	0,1	55,16	0,5	82,58	1,5	53,67	0,42	53,71	0,27
Caatinga densa	5711,59	23,2	1799,00	17,3	685,00	12,7	3740,12	29,07	5637,83	29,2
Caat. arbustiva	9677,57	39,3	4711,78	45,4	1592,37	29,6	4180,83	32,50	8583,74	44,4
Açudes	259,49	1,0	121,25	1,1	49,20	0,9	56,71	0,44	295,09	1,52
Área agrícola	1.221,59	4,96	700,72	6,7	226,33	4,2	2.406,27	15,65	684,37	3,54
Solo exposto	195,59	0,79	55,05	0,5	40,70	0,7	17,82	0,14	169,26	0,87
Área antropiz.	4260,43	17,29	2087,97	20,1	1169,62	21,7	1838,97	14,29	2993,00	15,5
Macrófitas, sed.	6,92	0,03	0,47	0	0,00	0	2,35	0,02	2,67	0,01
Mata ciliar	359,34	1,4	292,32	2,8	21,87	0,4	270,39	2,1	421,24	2,18
Área urbana	15,23	0,06	4,56	0,04	4,33	0,1	24,06	0,19	15,23	0,08
Veg. Litorânea	0,0	0	0	0	18,82	0,3	0	0	0	0
Nuvem	2894,07	11,7	539,80	5,2	1482,37	27,5	655,39	2,10	456,28	2,36
Sem dado	0,05	0	7,58	0,07	6,24	0,1	4,67	0,09	0,39	0,00
<b>Total</b>	<b>24.628,14</b>		<b>10.375,65</b>		<b>5379,43</b>		<b>12.864,98</b>		<b>19.312,82</b>	

Como se pode observar no quadro acima, a agregação das áreas irrigadas, agrícolas, antropizadas, e urbanas, isto é, aquelas áreas que já sofreram a intervenção do homem para prática da agricultura, pecuária ou para outros usos, soma cerca de 17.530,77 km<sup>2</sup> ou cerca de 24,16 % da área territorial da bacia hidrográfica. Segundo o P.E.R.H (1992), a área potencialmente irrigável na bacia do Jaguaribe para irrigação pública é de 1077,76 km<sup>2</sup>, como mostra a tabela 2.1.1.1. A parcela correspondente à vegetação nativa, ou áreas virgens, representadas pela caatinga arbórea densa e pela caatinga arbustiva, somam 46.319,79 km<sup>2</sup>, ou cerca de 63,83 % da área total da bacia.

**Tabela 2.1.1.1 - Áreas potencialmente Irrigáveis na bacia do rio Jaguaribe**

Sub-Bacia	Área Total Irrigável (km <sup>2</sup> )
Salgado	32.94
Alto Jaguaribe	180.87
Médio Jaguaribe	252.21
Banabuiú	222.40
Baixo Jaguaribe	389.34
Total	1077.76

Fonte: P.E.R.H., 1992

Em outras palavras, um quarto da área total da bacia já sofreu processo de antropização, restando menos de dois terços da bacia como área virgem, que ainda pode ser alvo de um planejamento racional para sua exploração e/ou preservação, segundo uma política de desenvolvimento sustentável.

O conceito de desenvolvimento sustentável surgiu em função da necessidade de se racionalizar a exploração dos recursos naturais impedindo seu esgotamento e a degradação ambiental, procurando-se estabelecer regras para seu uso, de forma a atender as necessidades atuais requeridas pelo desenvolvimento, e ao mesmo tempo preservar estes recursos para o atendimento das gerações futuras.

Os quadros 2.1.1.2. a 2.1.1.6 mostram o resumo do uso do solo por município dentro de cada sub-bacia hidrográfica, em conformidade com a parcela de sua área territorial incluída na mesma. O quadro 2.1.1.7 apresenta o mesmo resumo a nível global por município compreendendo a agregação de todas as áreas de cada sub-bacia hidrográfica, seguindo-se as figuras de Uso e Ocupação do Solo por Município e por sub-Bacia.



# Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe

## VOLUME 4 - Estudos Ambientais



**Quadro 2.1.1.3 - Uso do Solo por Município da Bacia do Médio Jaguaribe**

MUNICÍPIOS	SEM_DADO	ÁREA IRRIGADA (km <sup>2</sup> )	CAATINGA DENSA (km <sup>2</sup> )	CAATINGA ARBUSTIVA (km <sup>2</sup> )	AÇUDES (km <sup>2</sup> )	ÁREA AGRÍCOLA (km <sup>2</sup> )	SOLO EXPOSTO (km <sup>2</sup> )	ÁREA ANTROPORIZADA (km <sup>2</sup> )	MACRÓFITAS E SEDIMENTO ASSOCIADO (km <sup>2</sup> )	MATA CILIAR (km <sup>2</sup> )	NUVEM (km <sup>2</sup> )	AREA URBANA (km <sup>2</sup> )	TOTAL/ MUNICÍPIO DENTRO DA BACIA (Km <sup>2</sup> )
Acopiara	0,00	0,00	16,80	19,92	0,27	0,03	0,02	1,26	0,00	0,15	15,94	0,00	54,40
Alto Santo	7,53	20,45	105,99	631,40	15,48	78,89	3,77	208,68	0,00	14,51	3,17	0,24	1.090,10
Banabuiú	0,00	0,00	7,98	21,35	0,15	1,04	0,00	8,22	0,00	0,93	0,05	0,00	39,74
Dep. Irapuan Pinheiro	0,00	0,00	72,36	164,83	3,77	1,01	0,13	47,48	0,00	20,40	86,74	0,00	396,73
Divisa Ceará/RGN	0,00	0,00	29,02	17,25	0,09	4,81	0,05	6,10	0,00	1,81	0,00	0,05	59,19
Ererê	0,00	0,00	61,46	265,23	3,89	15,16	0,85	52,70	0,00	3,42	0,00	0,25	402,97
Icó	0,00	6,68	121,13	372,05	6,67	176,01	0,00	177,29	0,00	11,69	0,00	0,18	871,70
Iracema	0,00	0,42	152,16	467,34	6,60	13,39	0,96	78,86	0,00	6,03	0,00	0,32	726,07
Jaguaretama	0,00	0,04	111,66	357,51	8,59	71,94	10,77	335,14	0,00	40,36	21,19	0,41	957,63
Jaguaribara	0,00	0,09	114,19	283,78	6,10	20,90	10,01	219,95	0,00	29,18	0,24	0,29	684,74
Jaguaribe	0,00	0,46	295,39	679,41	24,63	91,48	16,19	475,92	0,00	75,52	5,14	0,94	1.665,07
Limoeiro do Norte	0,00	2,34	9,27	8,83	1,43	6,73	0,08	3,43	0,00	0,27	6,04	0,11	38,50
Milhã	0,00	0,00	4,20	143,03	1,87	0,85	0,01	68,24	0,10	12,94	0,00	0,38	231,61
Morada Nova	0,00	0,08	13,37	20,81	0,00	14,58	0,50	2,18	0,00	0,00	5,97	0,00	57,47
Orós	0,00	0,00	44,48	27,97	0,45	9,00	0,00	1,80	0,00	0,62	0,00	0,00	84,32
Pereiro	0,00	0,00	269,24	122,53	4,21	36,69	0,20	70,16	0,00	16,42	0,00	0,15	519,60
Piquet Carneiro	0,00	0,00	13,49	21,14	0,35	0,00	0,44	3,81	0,00	1,78	0,00	0,00	41,03
Potiretama	0,00	0,00	13,10	263,96	5,46	23,76	0,58	50,91	0,00	2,33	0,00	0,24	360,35
Quixelô	0,00	0,00	18,84	7,86	0,09	0,06	0,00	0,90	0,00	0,05	0,00	0,00	27,81
Quixeramobim	0,00	0,00	0,44	10,55	0,19	0,00	0,00	25,33	0,00	1,57	0,00	0,00	38,08
São João do Jaguarib	0,00	17,30	34,99	105,50	6,11	31,48	0,49	28,30	0,37	3,75	14,97	0,48	243,75
Senador Pompeu	0,00	0,00	0,00	8,89	0,07	0,00	0,00	4,91	0,00	0,82	0,00	0,00	14,68
Solonópole	0,00	2,79	224,38	589,51	21,02	30,37	9,60	189,57	0,00	45,01	372,00	0,43	1.484,69
Taboleiro do Norte	0,00	4,53	65,06	101,13	3,77	72,54	0,40	26,81	0,00	2,78	8,35	0,08	285,47
<b>TOTAL ÁREA (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>7,55</b>	<b>55,16</b>	<b>1.799,00</b>	<b>4.711,78</b>	<b>121,26</b>	<b>700,72</b>	<b>55,05</b>	<b>2.087,97</b>	<b>0,47</b>	<b>292,32</b>	<b>539,80</b>	<b>4,56</b>	<b>10.375,66</b>

# Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe

## VOLUME 4 - Estudos Ambientais



**Quadro 2.1.1.4 - Uso do Solo por Município da Bacia do Baixo Jaguaribe**

MUNICÍPIOS	SEM_DADO	ÁREA IRRIGADA (km <sup>2</sup> )	CAATINGA DENSA (km <sup>2</sup> )	CAATINGA ARBUSTIVA (km <sup>2</sup> )	AÇUDES (km <sup>2</sup> )	ÁREA AGRÍCOLA (km <sup>2</sup> )	SOLO EXPOSTO (km <sup>2</sup> )	ÁREA ANTROPIZADA (km <sup>2</sup> )	MACRÓFITAS E SEDIMENTO ASSOCIADO (km <sup>2</sup> )	MATA CILIAR (km <sup>2</sup> )	NUVEM (km <sup>2</sup> )	AREA URBANA (km <sup>2</sup> )	VEGETAÇÃO LITORÂNEA/ RESTINGA (km <sup>2</sup> )	TOTAL/ MUNICÍPIO DENTRO DA BACIA (Km <sup>2</sup> )
Alto Santo	4,19	0,01	7,57	11,70	0,00	2,63	0,01	8,85	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	34,99
Aracati	0,90	0,00	35,38	34,80	7,44	3,69	9,94	97,68	0,00	1,22	331,22	0,00	12,79	535,06
Divisa Ceará/RGN	0,16	0,00	0,00	0,23	0,00	0,76	1,92	6,51	0,00	0,00	0,00	0,00	6,04	15,62
Fortim	0,97	0,00	46,56	4,42	1,04	0,41	0,85	36,24	0,00	0,12	0,87	0,00	0,00	91,47
Ibicuitinga	0,00	0,00	0,30	26,91	0,75	3,20	0,43	8,28	0,00	0,60	1,58	0,00	0,00	42,04
Itaíçaba	0,00	0,00	8,54	65,82	0,60	1,10	1,53	19,29	0,00	0,21	210,19	0,00	0,00	307,28
Jaguaruana	0,01	0,00	5,59	82,02	2,50	11,52	3,74	93,08	0,00	0,23	507,72	0,00	0,00	706,41
Limoeiro do Norte	0,00	56,43	36,44	120,49	2,75	35,77	1,68	100,32	0,00	0,19	104,36	2,36	0,00	460,79
Morada Nova	0,00	6,69	76,67	321,45	3,81	28,91	2,24	106,05	0,00	1,48	127,04	0,08	0,00	674,42
Palhano	0,00	0,00	52,13	193,38	4,33	24,00	8,99	126,86	0,00	2,97	1,50	0,14	0,00	414,30
Quixerê	0,00	6,95	7,84	14,30	1,23	16,75	1,06	72,37	0,00	1,01	77,00	0,00	0,00	198,49
Russas	0,00	10,87	329,16	564,78	19,79	55,95	7,78	391,45	0,00	9,77	115,05	0,44	0,00	1.505,04
Taboleiro do Norte	0,00	1,65	78,82	152,07	4,98	41,64	0,53	102,64	0,00	4,07	5,81	1,30	0,00	393,52
<b>TOTAL ÁREA (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>6,24</b>	<b>82,59</b>	<b>685,00</b>	<b>1.592,37</b>	<b>49,20</b>	<b>226,33</b>	<b>40,70</b>	<b>1.169,62</b>	<b>0,00</b>	<b>21,87</b>	<b>1.482,37</b>	<b>4,33</b>	<b>18,82</b>	<b>5.379,44</b>

# Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe



## VOLUME 4 - Estudos Ambientais

**Quadro 2.1.1.5 - Uso do Solo por Município da Bacia do Rio Banabuiú**

MUNICÍPIOS	SEM_DADO	ÁREA IRRIGADA (km <sup>2</sup> )	CAATINGA DENSA (km <sup>2</sup> )	CAATINGA ARBUSTIVA (km <sup>2</sup> )	AÇUDES (km <sup>2</sup> )	ÁREA AGRÍCOLA (km <sup>2</sup> )	SOLO EXPOSTO (km <sup>2</sup> )	ÁREA ANTROPORIZADA (km <sup>2</sup> )	MACRÓFITAS E SEDIMENTO ASSOCIADO (km <sup>2</sup> )	MATA CILIAR (km <sup>2</sup> )	NUVEM (km <sup>2</sup> )	AREA URBANA (km <sup>2</sup> )	TOTAL/ MUNICÍPIO DENTRO DA BACIA (Km <sup>2</sup> )
Acopiara	0,00	0,00	25,64	27,36	0,32	0,01	0,26	9,97	0,00	1,28	0,00	0,00	64,84
Alto Santo	0,00	0,00	0,07	0,09	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
Banabuiú	0,00	2,22	253,77	501,19	56,03	51,65	9,19	160,90	0,00	17,65	0,01	0,54	1.053,15
Boa Viagem	0,00	0,00	996,07	985,78	31,56	18,92	22,05	557,45	0,35	52,69	245,77	1,69	2.912,33
Canindé	0,39	0,00	79,22	36,81	0,74	1,13	0,18	12,87	0,00	0,37	9,58	0,23	141,52
Catunda	0,00	0,00	22,72	14,91	0,25	1,14	0,13	3,76	0,00	0,00	0,00	0,42	43,33
Choró	0,00	0,00	57,96	172,88	3,75	25,53	0,07	19,20	0,00	3,63	0,00	0,00	283,01
Ibaretama	0,00	0,00	1,97	63,49	0,63	14,91	0,32	15,24	0,00	1,30	0,00	0,00	97,86
Ibicuitinga	0,00	0,02	34,86	130,64	2,11	33,86	9,50	101,84	0,00	1,87	8,98	0,27	323,95
Independência	0,00	0,00	92,94	35,44	0,54	0,14	0,19	10,24	0,00	0,70	7,80	0,00	147,99
Itatira	0,00	0,00	164,38	201,87	2,28	9,62	2,52	117,77	0,00	2,28	14,88	0,00	515,60
Jaguaratama	0,00	0,94	110,64	499,44	4,54	35,74	4,85	146,43	0,00	24,66	0,07	0,00	827,32
Jaguaribara	0,00	0,00	0,28	0,96	0,00	0,28	0,08	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	1,97
Limoeiro do Norte	0,00	6,61	2,27	4,71	0,07	8,05	0,20	2,92	0,00	0,01	8,08	0,14	33,05
Madalena	0,00	0,00	181,01	660,90	14,43	43,48	4,46	179,81	0,00	20,61	9,67	0,00	1.114,36
Milhã	0,00	0,00	11,69	140,94	2,41	6,71	0,00	45,18	0,00	9,74	0,00	0,00	216,66
Mombaça	0,00	0,00	698,11	1041,62	15,16	19,77	7,63	274,13	0,62	78,90	2,13	1,55	2.139,62
Morada Nova	0,00	41,54	98,91	620,76	13,51	151,92	9,30	218,44	0,00	24,79	124,15	2,19	1.305,51
Mosenhor Tabosa	0,00	0,00	225,20	177,10	1,85	10,25	0,48	46,87	0,00	6,62	15,89	0,05	484,30
Pedra Branca	0,00	0,00	833,19	292,98	8,74	5,15	3,92	154,92	0,00	9,33	0,00	1,06	1.309,28
Piquet Carneiro	0,00	0,00	98,87	220,16	7,15	0,66	9,20	42,61	0,01	23,14	0,00	0,63	402,45
Quixadá	0,00	0,07	409,36	651,14	37,25	68,96	21,17	225,20	1,10	28,29	6,31	2,43	1.451,29
Quixeramobim	0,00	0,00	889,44	1472,36	75,28	168,84	51,10	458,81	0,00	79,62	0,17	3,48	3.199,09
Santa Quitéria	0,00	0,00	94,07	12,21	0,37	0,32	0,15	12,43	0,00	0,15	1,89	0,00	121,60
Senador Pompeu	0,00	2,32	146,21	510,39	14,90	2,44	11,74	149,04	0,59	31,33	0,00	0,55	869,52
Solonópole	0,00	0,00	0,06	0,59	0,01	0,00	0,00	0,06	0,00	0,02	0,00	0,00	0,74
Tamboril	0,00	0,00	16,43	48,32	0,74	0,36	0,05	9,16	0,00	1,70	0,00	0,00	76,77
Tauá	0,00	0,00	92,50	58,71	0,47	4,52	0,54	17,36	0,00	0,56	0,89	0,00	175,55
<b>TOTAL ÁREA (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>0,40</b>	<b>53,71</b>	<b>5.637,83</b>	<b>8.583,74</b>	<b>295,09</b>	<b>684,37</b>	<b>169,26</b>	<b>2.993,00</b>	<b>2,67</b>	<b>421,25</b>	<b>456,28</b>	<b>15,23</b>	<b>19.312,83</b>



# Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe

## VOLUME 4 - Estudos Ambientais



**Quadro 2.1.1.6: Uso do Solo por Município da Bacia do Rio Salgado**

MUNICÍPIOS	SEM DADO	ÁREA IRRIGADA (km <sup>2</sup> )	CAATINGA DENSA (km <sup>2</sup> )	CAATINGA ARBUSTIVA (km <sup>2</sup> )	AÇUDES (km <sup>2</sup> )	ÁREA AGRÍCOLA (km <sup>2</sup> )	SOLO EXPOSTO (km <sup>2</sup> )	ÁREA ANTROPIZADA (km <sup>2</sup> )	MACRÓFITAS E SEDIMENTO ASSOCIADO (km <sup>2</sup> )	MATA CILIAR (km <sup>2</sup> )	NUVEM (km <sup>2</sup> )	AREA URBANA (km <sup>2</sup> )	RUÍDO (km <sup>2</sup> )	TOTAL/ MUNICÍPIO DENTRO DA BACIA (Km <sup>2</sup> )
Abaiara	0,00	0,00	18,37	43,20	0,18	49,62	0,54	7,46	0,01	1,73	0,00	0,00	0,00	121,11
Aurora	0,00	0,42	239,60	305,41	2,33	66,56	0,01	74,27	0,01	27,63	12,04	0,82	0,00	729,12
Baixio	0,00	0,00	9,41	63,41	1,24	10,93	0,00	48,89	0,00	5,38	0,00	0,22	0,00	139,48
Barbalha	0,00	1,25	236,79	130,80	0,01	128,08	4,53	26,54	0,00	1,99	0,01	0,56	0,00	530,56
Barro	0,00	7,83	206,93	181,75	2,15	87,70	0,12	8,43	0,12	23,65	0,00	0,39	0,00	519,07
Brejo Santo	0,00	0,00	77,91	187,93	0,60	258,78	0,64	62,87	0,01	5,21	0,00	1,88	0,00	595,83
Caririáçu	0,00	0,00	198,62	122,67	0,91	9,69	0,04	109,59	0,00	8,36	56,97	0,40	0,00	507,25
Cariús	0,00	0,00	1,40	0,08	0,00	0,00	0,00	1,65	0,00	0,00	29,58	0,00	0,00	32,71
Cedro	0,00	0,00	187,03	168,11	2,43	9,49	0,08	121,84	0,02	13,82	196,99	1,61	0,00	701,40
Crato	0,00	0,00	262,72	251,68	5,50	110,71	2,07	54,30	0,00	10,41	0,07	2,46	0,00	699,92
Divisa Ceará/Pernambuco/Paraíba	4,65	0,00	437,16	500,80	1,71	113,36	1,14	275,94	0,00	6,51	0,16	0,50	0,00	1.341,93
Granjeiro	0,00	0,00	28,95	9,10	0,00	0,00	0,00	39,04	0,00	0,31	27,91	0,00	0,00	105,32
Icó	0,00	27,12	296,00	348,49	16,74	88,43	0,72	155,94	2,09	11,71	10,42	0,90	0,00	958,55
Iguatu	0,00	0,00	1,24	0,38	0,03	0,01	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,84
Ipauimirim	0,00	0,00	49,13	116,46	2,26	21,14	0,00	68,76	0,00	14,45	0,00	0,67	0,00	272,87
Jardim	0,00	0,00	169,72	88,12	1,18	61,37	0,11	168,79	0,00	2,67	0,00	0,58	0,00	492,55
Jati	0,00	0,00	69,20	158,04	2,63	42,12	0,05	35,09	0,00	2,30	0,00	0,00	0,00	309,42
Juazeiro do Norte	0,00	0,00	25,85	137,24	2,09	88,23	1,25	16,99	0,00	7,13	0,00	6,39	0,00	285,17
Lavras da Mangabeira	0,00	0,00	206,23	299,77	5,80	32,29	0,00	257,85	0,00	48,94	14,41	2,15	0,00	867,44
Mauriti	0,00	16,83	297,43	263,09	2,16	409,13	4,03	19,73	0,03	31,40	0,00	1,07	2,37	1.047,26
Milagres	0,00	0,07	189,06	236,84	1,07	157,29	0,16	5,66	0,05	28,40	0,01	0,42	4,59	623,62
Missão Velha	0,00	0,00	102,77	296,61	1,21	127,06	1,96	34,32	0,00	6,06	0,01	0,86	0,00	570,87
Orós	0,00	0,00	12,59	18,71	0,83	4,08	0,04	9,08	0,00	0,27	0,00	0,19	0,00	45,78
Penaforte	0,00	0,00	27,78	63,32	1,53	61,40	0,19	51,83	0,00	1,42	0,00	0,00	0,00	207,48
Porteiras	0,01	0,15	31,58	47,58	0,03	64,51	0,14	49,16	0,00	0,15	0,00	0,48	0,00	193,78
Santana do Cariri	0,00	0,00	157,18	27,26	0,01	4,60	0,00	10,38	0,00	0,54	0,08	0,00	0,00	200,06
Umari	0,00	0,00	81,13	88,46	1,34	6,39	0,00	27,62	0,00	7,10	1,97	0,00	0,00	214,02
Várzea Alegre	0,00	0,00	118,34	25,50	0,74	0,08	0,00	96,78	0,00	2,85	304,75	1,51	0,00	550,56
<b>TOTAL ÁREA (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>4,67</b>	<b>53,67</b>	<b>3.740,12</b>	<b>4.180,83</b>	<b>56,71</b>	<b>2.013,04</b>	<b>17,82</b>	<b>1.838,97</b>	<b>2,35</b>	<b>270,39</b>	<b>655,39</b>	<b>24,06</b>	<b>6,97</b>	<b>12.864,98</b>





# Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe

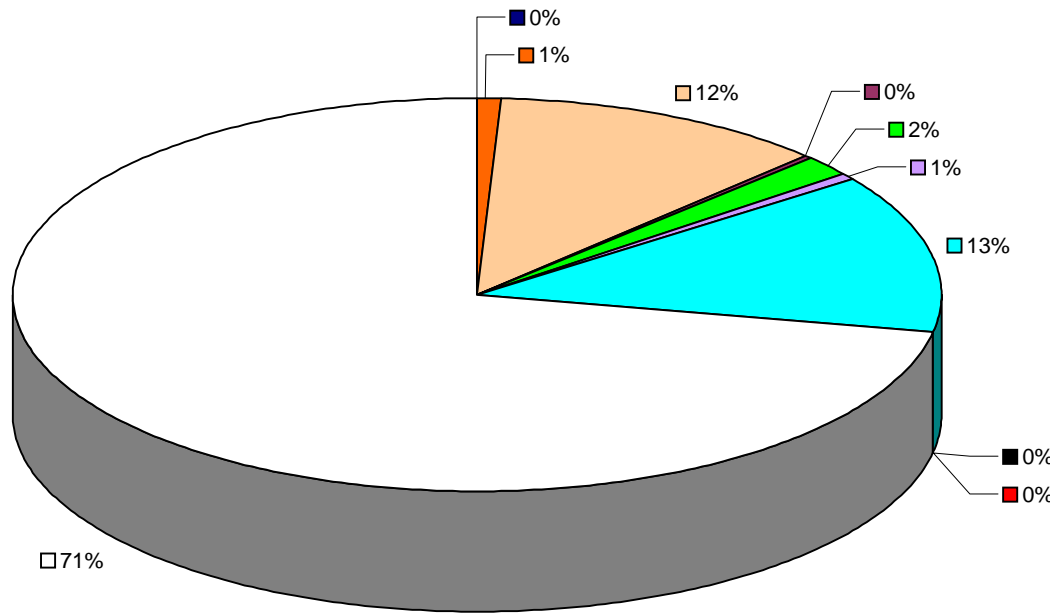


## VOLUME 4 - Estudos Ambientais

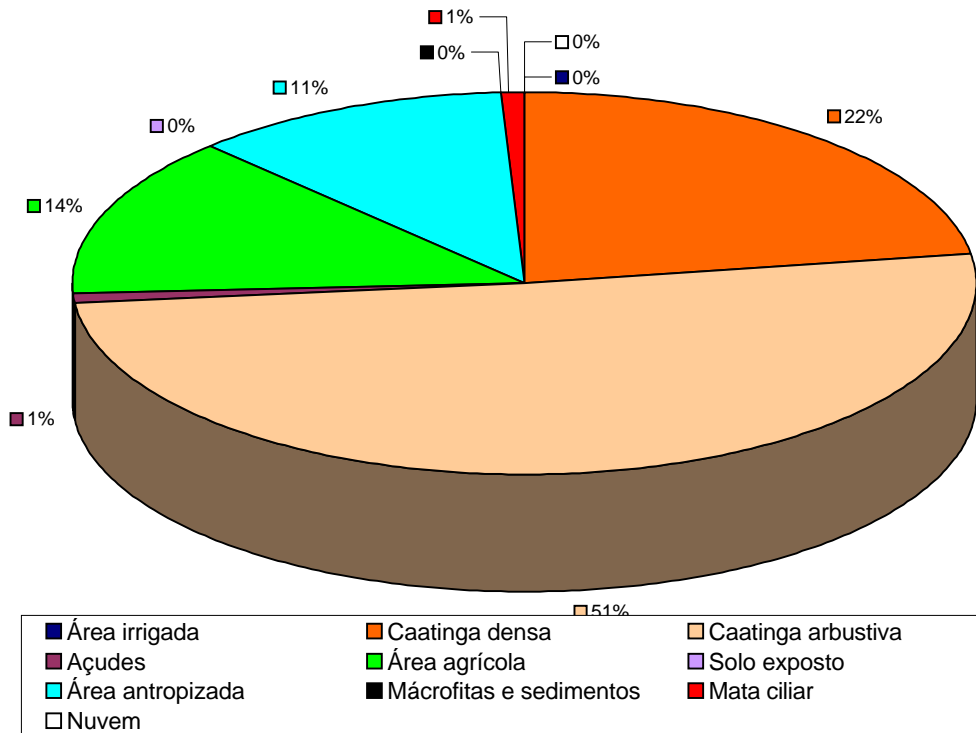
Quadro 2.1.1.7 - Uso do Solo na Bacia do Rio Jaguaribe por Município

MUNICÍPIOS	SEM_DADO	ÁREA IRRIGADA (km <sup>2</sup> )	CAATINGA DENSA (km <sup>2</sup> )	CAATINGA ARBUSTIVA (km <sup>2</sup> )	AÇUDES (km <sup>2</sup> )	ÁREA AGRÍCOLA (km <sup>2</sup> )	SOLO EXPOSTO (km <sup>2</sup> )	ÁREA ANTROPIZADA (km <sup>2</sup> )	MACRÓFITAS E SEDIMENTO ASSOCIADO (km <sup>2</sup> )	MATA CILIAR (km <sup>2</sup> )	NUVEM (km <sup>2</sup> )	AREA URBANA (km <sup>2</sup> )	RÚIDO (km <sup>2</sup> )	VEGETAÇÃO LITORÂNEA/ RESTINGA (km <sup>2</sup> )	TOTAL/ MUNICÍPIO DENTRO DA BACIA DO JAGUARIBE (Km <sup>2</sup> )
Quixeramobim	0,00	0,00	889,88	1.482,90	75,47	168,84	51,10	484,15	0,00	81,19	0,17	3,48	0,00	0,00	3.237,17
Quixeré	0,00	6,95	7,84	14,30	1,23	16,75	1,06	72,37	0,00	1,01	77,00	0,00	0,00	0,00	198,49
Russas	0,00	9,87	329,16	564,78	19,79	56,95	7,78	391,45	0,00	9,77	115,05	0,44	0,00	0,00	1.505,04
Santa Quitéria	0,00	0,00	94,07	12,21	0,37	0,32	0,15	12,43	0,00	0,15	1,89	0,00	0,00	0,00	121,60
São João do Jaguaribe	0,00	17,30	34,99	105,50	6,11	29,87	0,49	31,47	0,37	3,75	14,97	0,48	0,00	0,00	245,31
Senador Pompeu	0,00	2,32	146,21	519,28	14,97	2,44	11,74	153,95	0,59	32,15	0,00	0,55	0,00	0,00	884,20
Taboleiro do Norte	0,00	6,17	143,89	253,20	8,75	114,18	0,93	129,46	0,00	6,85	14,16	1,38	0,00	0,00	678,99
Tamboril	0,00	0,00	16,43	48,32	0,74	0,36	0,05	9,16	0,00	1,70	0,00	0,00	0,00	0,00	76,77
<b>TOTAL/ USO DO SOLO NA BACIA DO JAGUARIBE (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>18,90</b>	<b>271,43</b>	<b>17.573,54</b>	<b>28.746,29</b>	<b>781,74</b>	<b>4.844,40</b>	<b>478,44</b>	<b>12.353,17</b>	<b>12,41</b>	<b>1.365,17</b>	<b>6.027,90</b>	<b>63,41</b>	<b>6,97</b>	<b>18,82</b>	<b>72.562,59</b>

### Uso e Ocupação do Solo no Município de Jaguaruana

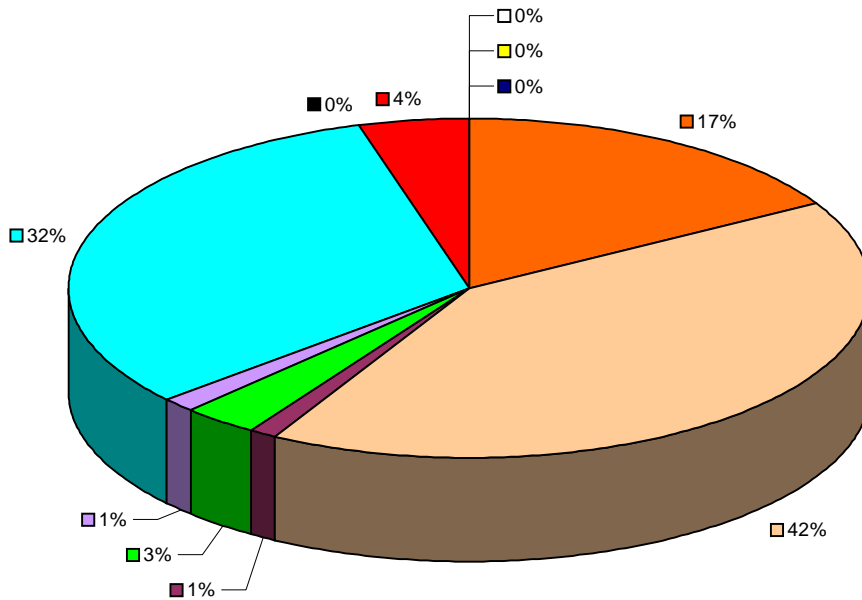


### Uso e Ocupação do Solo no Município de Jati

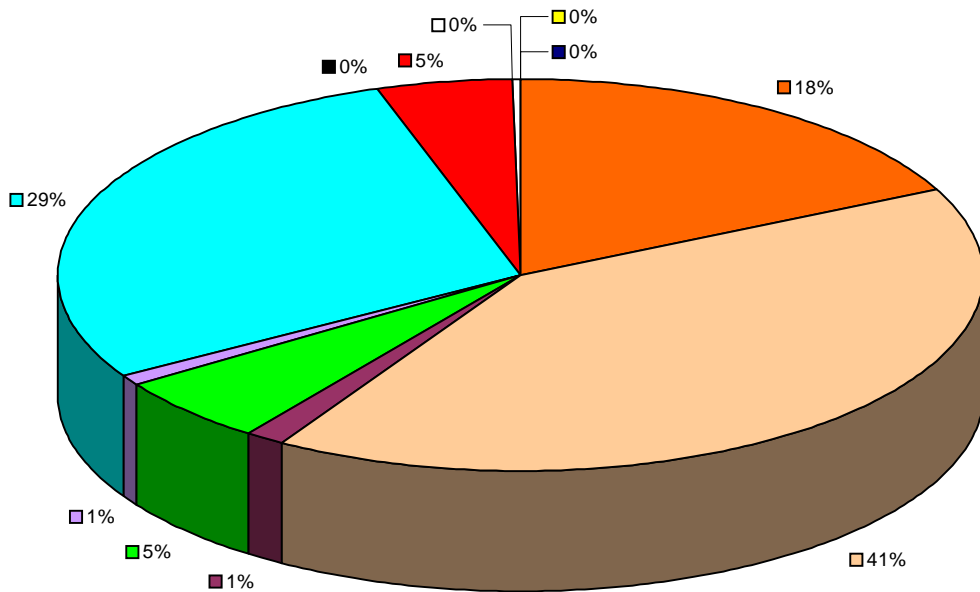


Área irrigada	Caatinga densa	Caatinga arbustiva
Áçudes	Área agrícola	Solo exposto
Área antropizada	Mácrofitas e sedimentos	Mata ciliar
Nuvem		

### Uso e Ocupação do Solo no Município de Jaguaribara

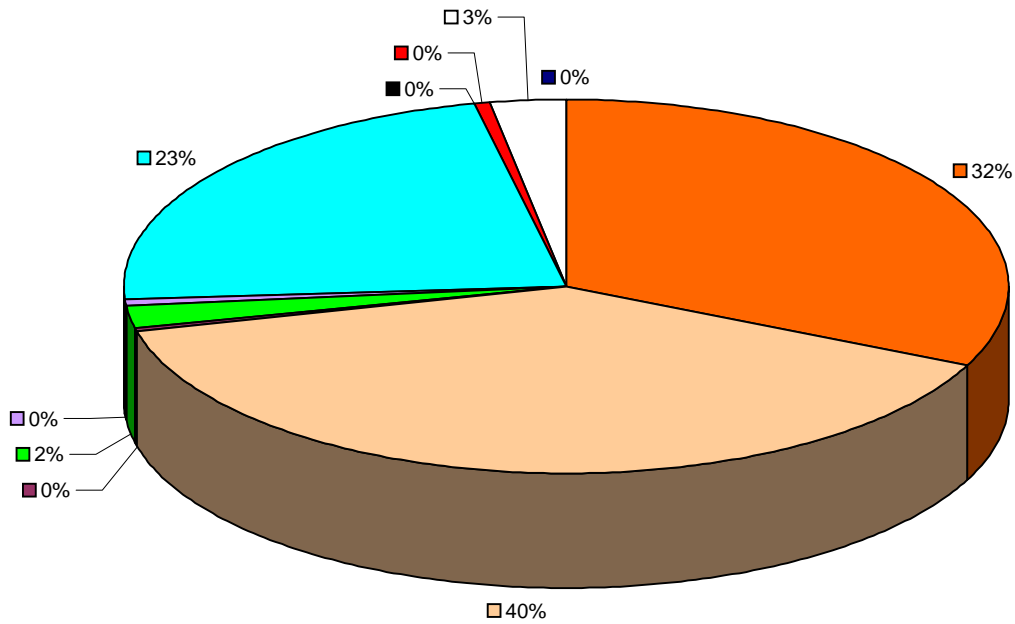


### Uso e Ocupação do Solo no Município de Jaguaribe

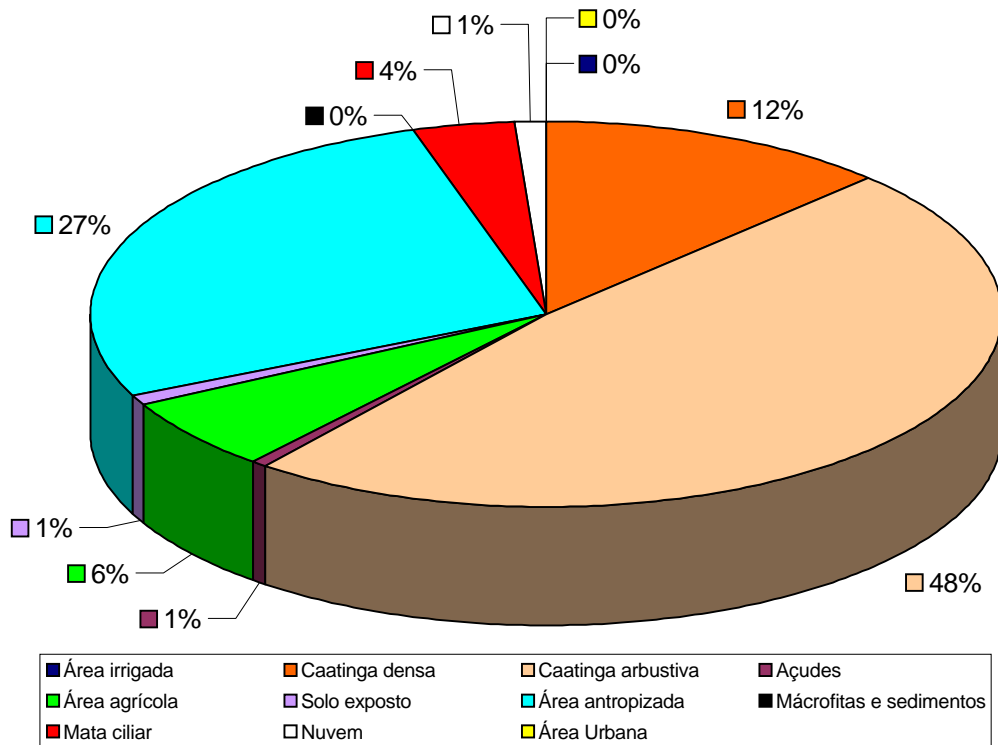


Área irrigada	Caatinga densa	Caatinga arbustiva	Açudes
Área agrícola	Solo exposto	Área antropizada	Macrófitas e sedimentos
Mata ciliar	Nuvem	Área Urbana	

### Uso e Ocupação do Solo no Município de Itatira

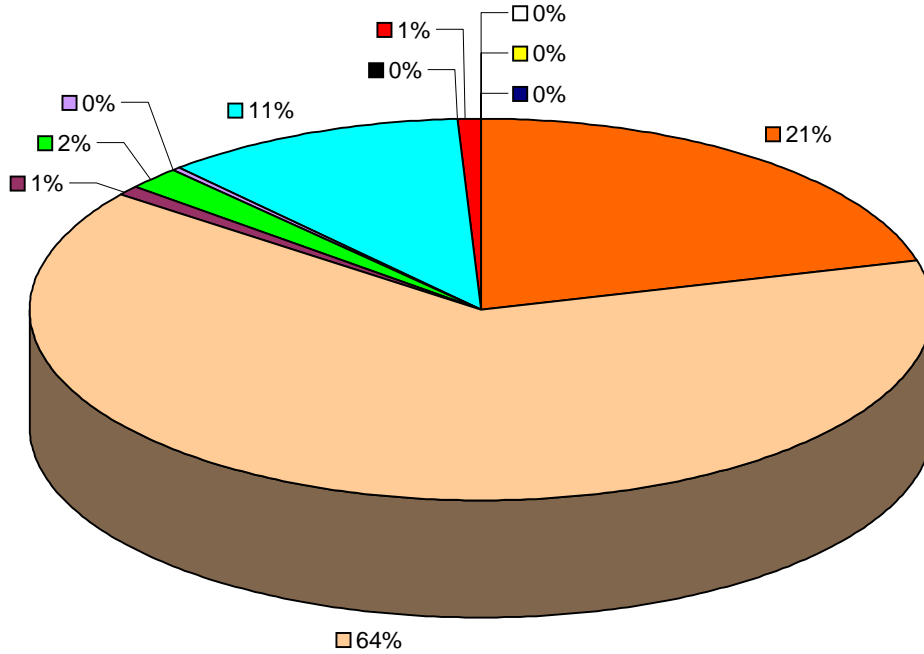


### Uso e Ocupação do Solo no Município de Jaguaratama

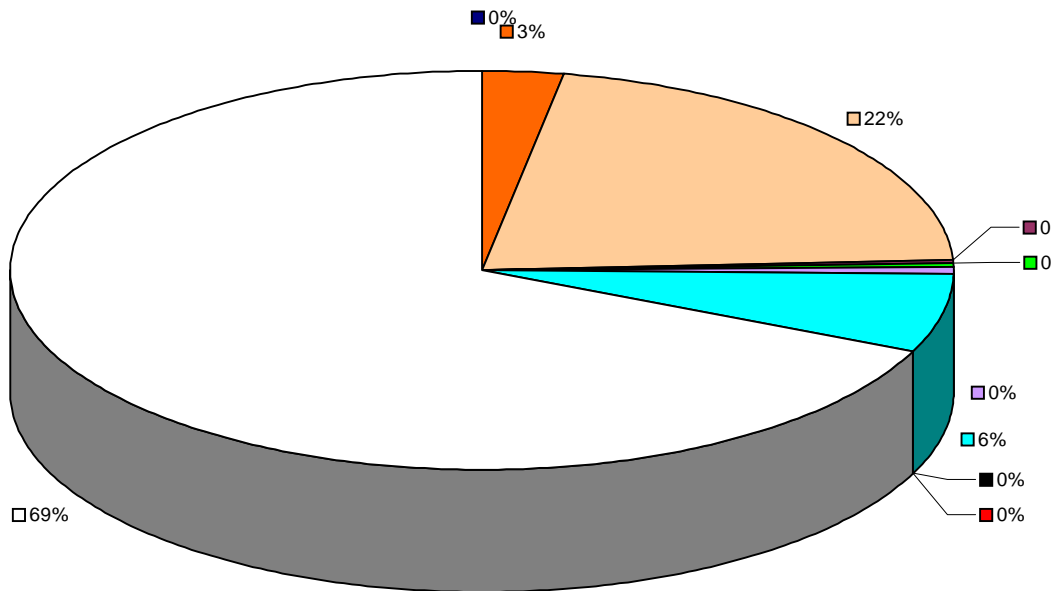


Área irrigada	Caatinga densa	Caatinga arbustiva	Açudes
Área agrícola	Solo exposto	Área antropizada	Macrofitas e sedimentos
Mata ciliar	Nuvem	Área Urbana	

### Uso e Ocupação do Solo no Município de Iracema



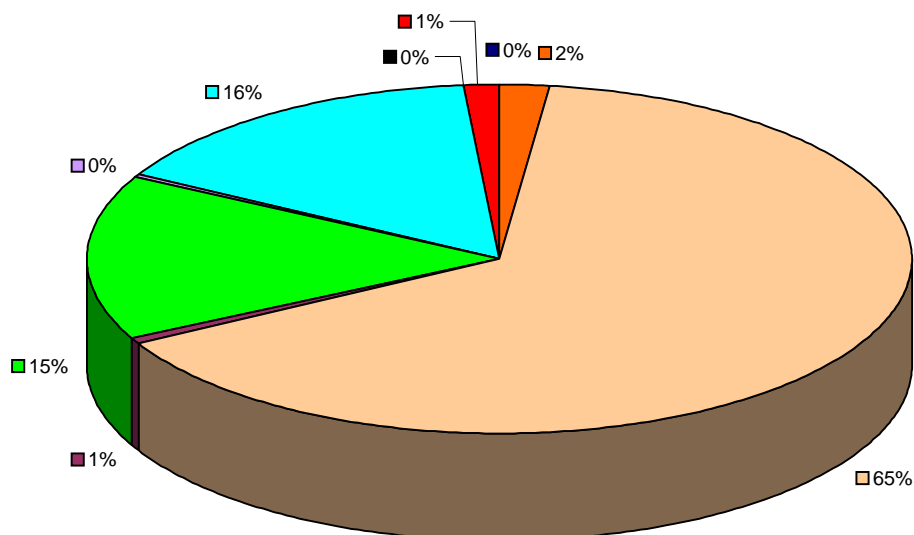
### Uso e Ocupação do Solo no Município de Itaiçaba



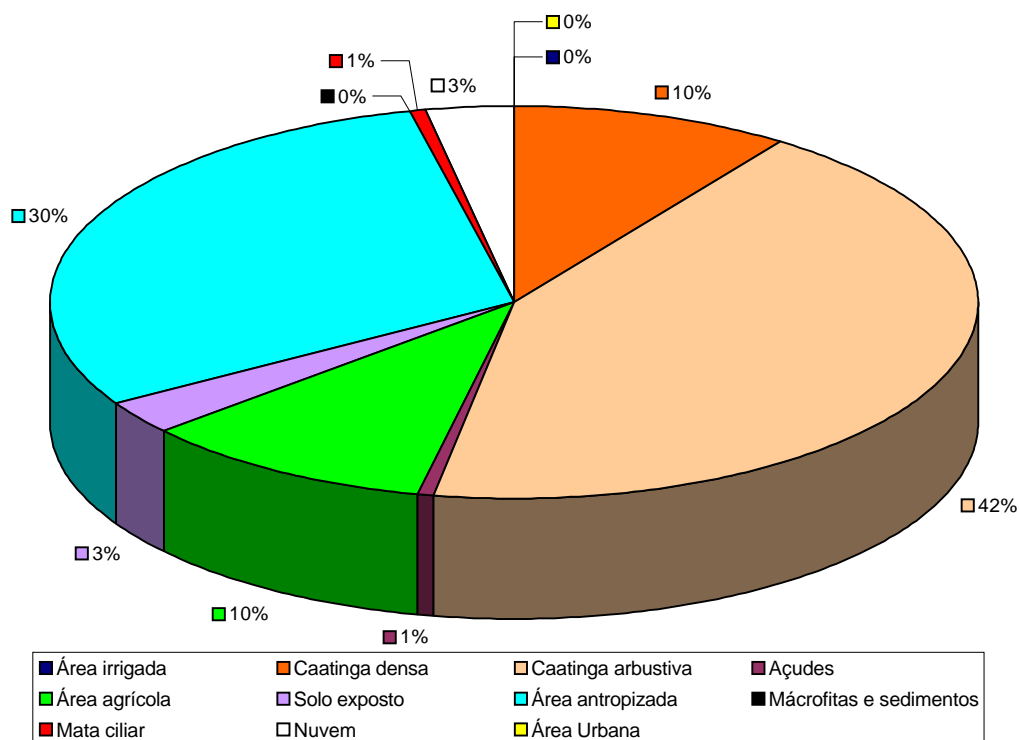
Área irrigada	Caatinga densa	Caatinga arbustiva	Açudes
Área agrícola	Solo exposto	Área antropizada	Mácrofitas e sedimentos
Mata ciliar	Nuvem		



### Uso e Ocupação do Solo no Município de Ibaretama

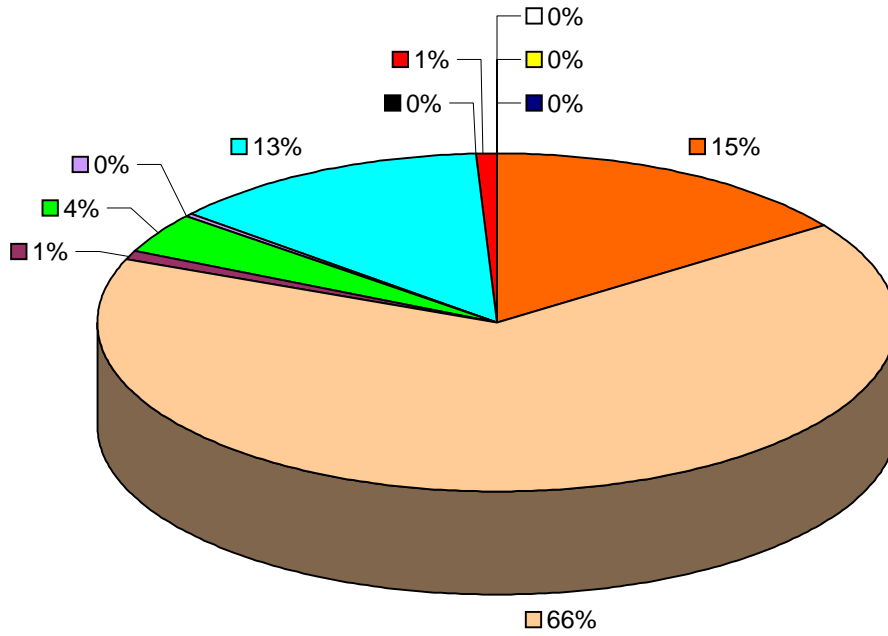


### Uso e Ocupação do solo no Município de Ibicuitinga

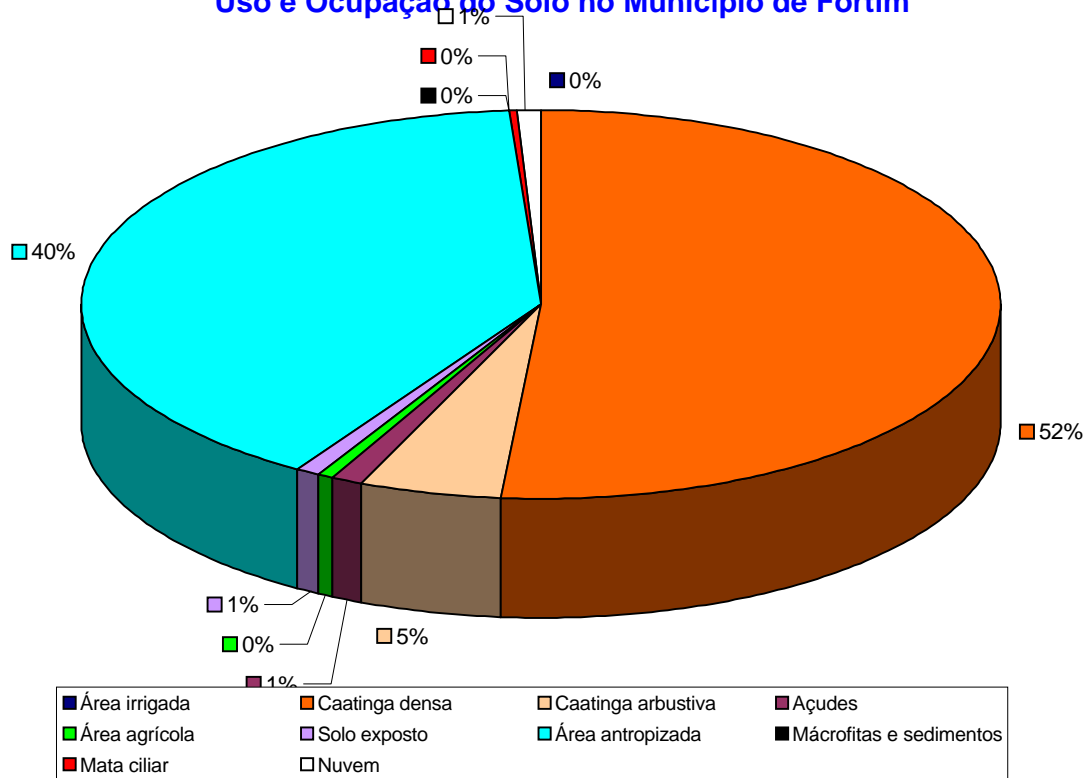


Área irrigada	Caatinga densa	Caatinga arbustiva	Açudes
Área agrícola	Solo exposto	Área antropizada	Macrofitas e sedimentos
Mata ciliar	Nuvem	Área Urbana	

### Uso e Ocupação do Solo no Município de Ererê

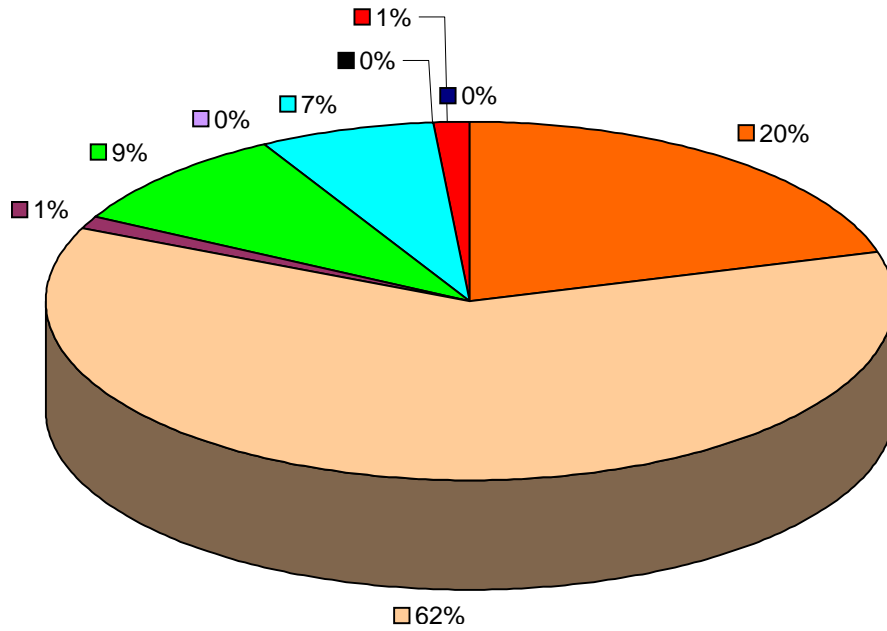


### Uso e Ocupação do Solo no Município de Fortim

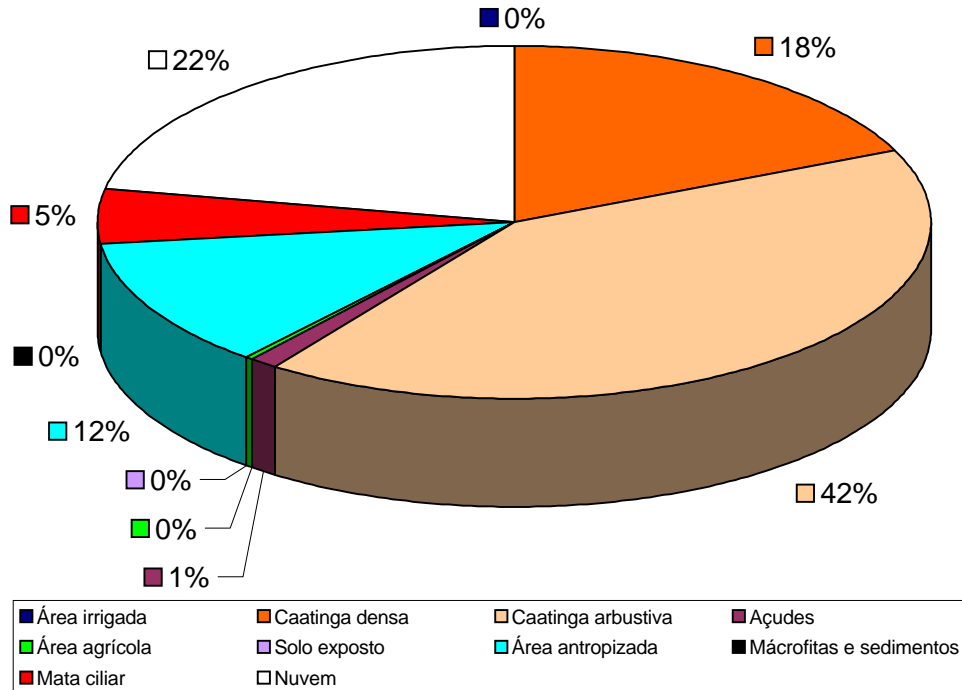


Área irrigada	Caatinga densa	Caatinga arbustiva	Açudes
Área agrícola	Solo exposto	Área antropizada	Mácrofitas e sedimentos
Mata ciliar	Nuvem		

### Uso e Ocupação do Solo no Município de Choró

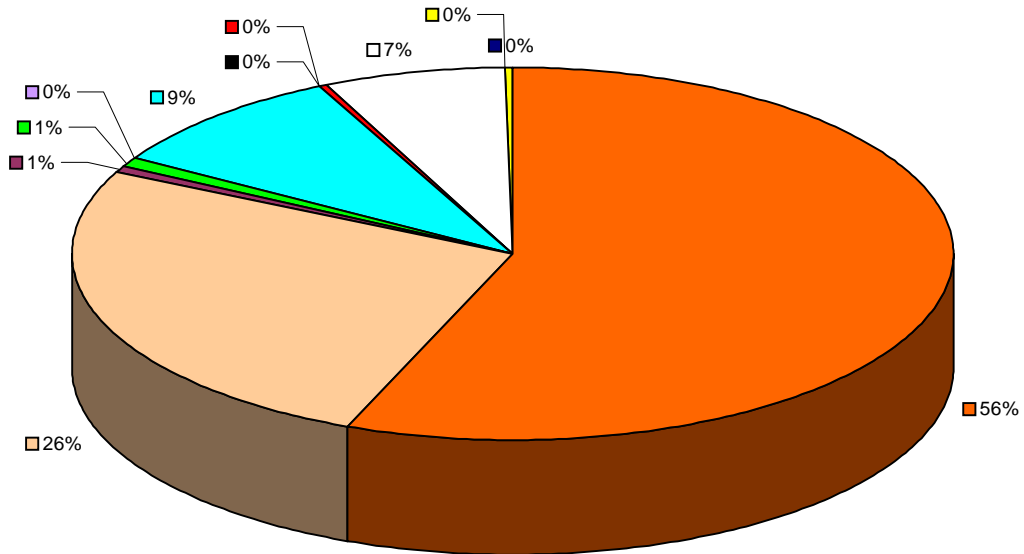


### Uso e Ocupação do Solo no Município de Dep. Irapuan Pinheiro

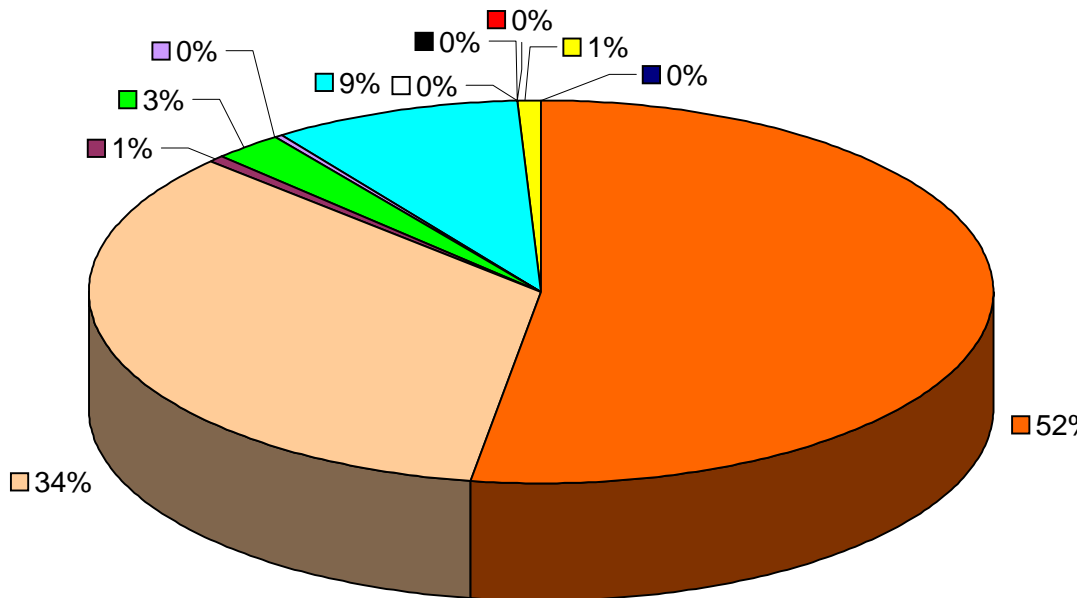


■ Área irrigada	■ Caatinga densa	■ Caatinga arbustiva	■ Açudes
■ Área agrícola	■ Solo exposto	■ Área antropizada	■ Mácrofitas e sedimentos
■ Mata ciliar	□ Nuvem		

### Uso e Ocupação do Solo no Município de Canindé

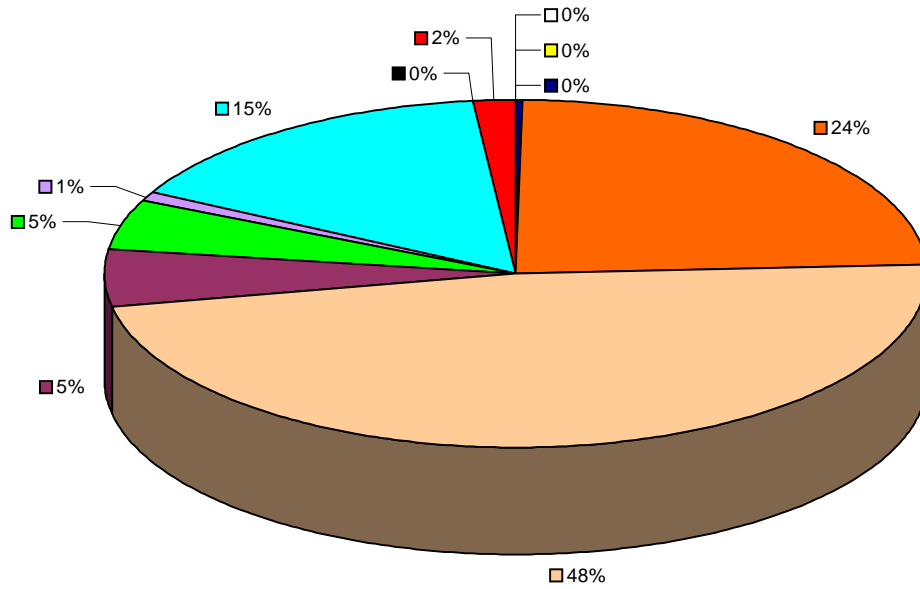


### Uso e Ocupação do Solo no Município de Catunda

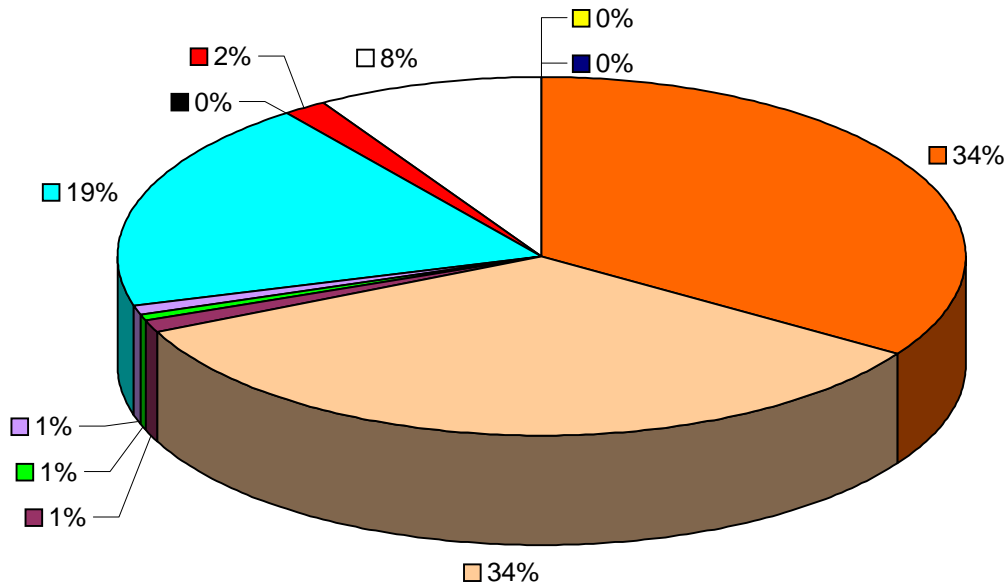


Área irrigada	Caatinga densa	Caatinga arbustiva	Açudes
Área agrícola	Solo exposto	Área antropizada	Mácrofitas e sedimentos
Mata ciliar	Nuvem	Área Urbana	

### Uso e Ocupação do Solo no Município de Banabuiú

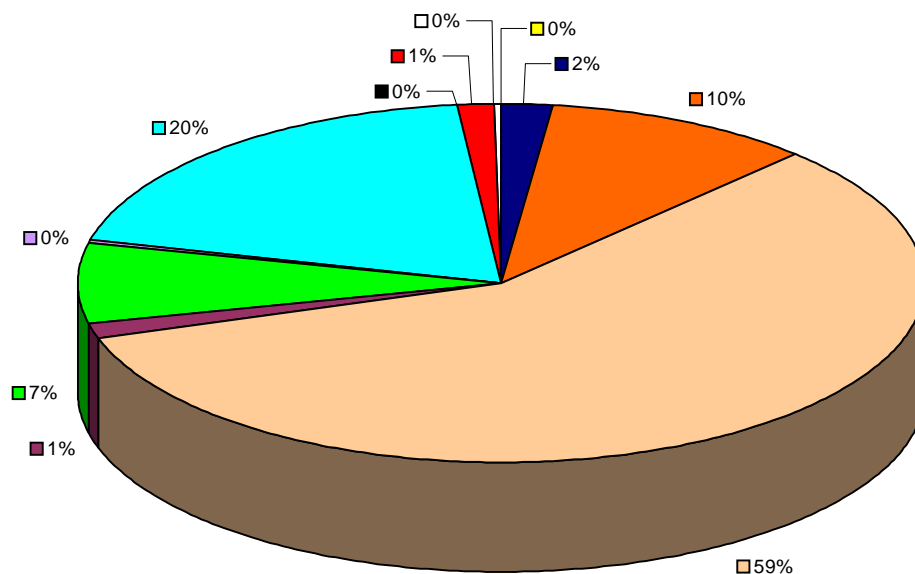


### Uso e Ocupação do Solo no Município de Boa Viagem

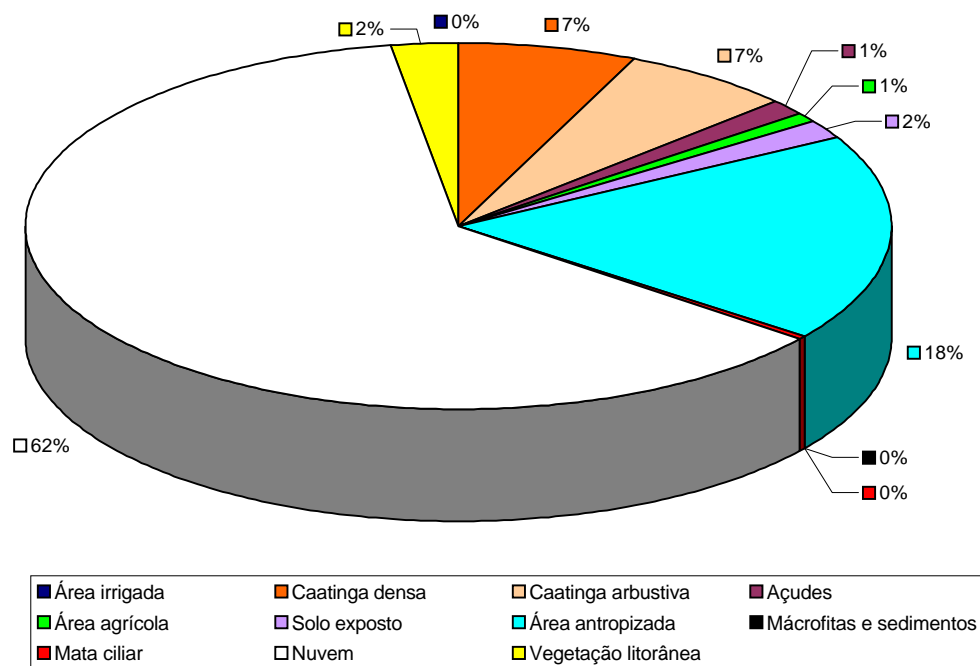


Área irrigada	Caatinga densa	Caatinga arbustiva	Açudes
Área agrícola	Solo exposto	Área antropizada	Mácrofitas e sedimentos
Mata ciliar	Nuvem	Área Urbana	

### Uso e Ocupação do Solo no Município de Alto Santo

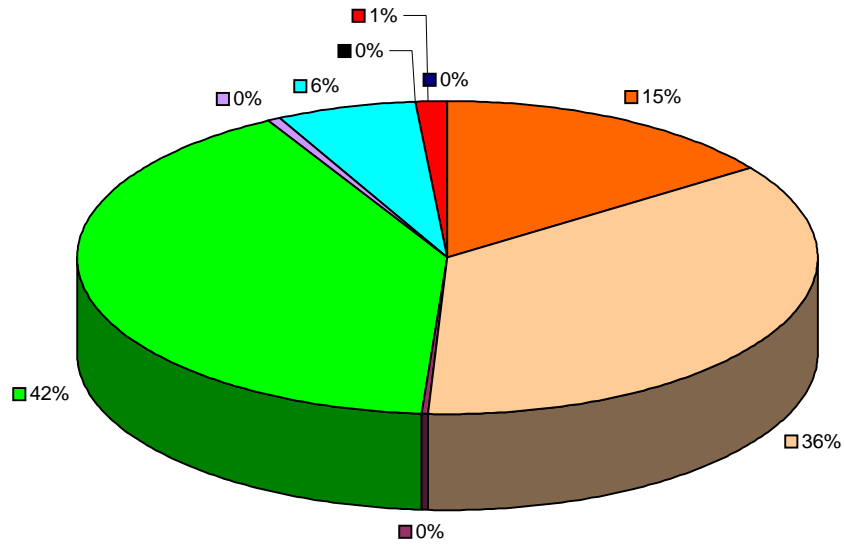


### Uso e Ocupação do Solo no Município de Aracati

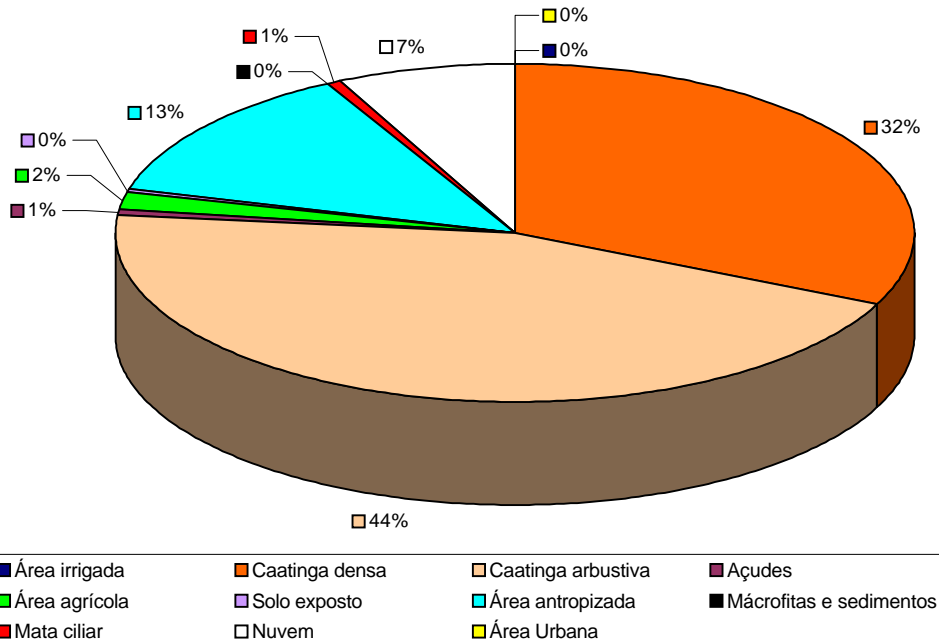


Área irrigada	Caatinga densa	Caatinga arbustiva	Açudes
Área agrícola	Solo exposto	Área antropizada	Mácrofitas e sedimentos
Mata ciliar	Nuvem	Vegetação litorânea	

### Uso e Ocupação do Solo no Município de Abaiara

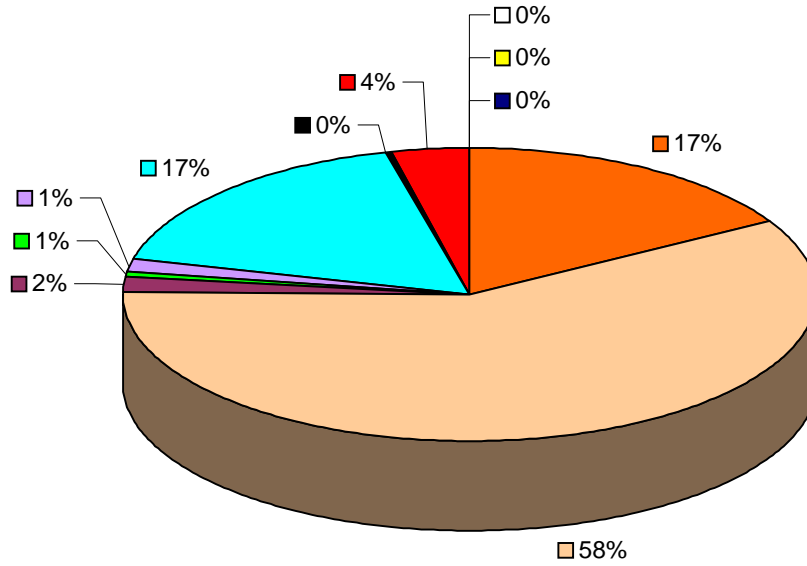


### Uso e Ocupação do Solo no Município de Acopiara

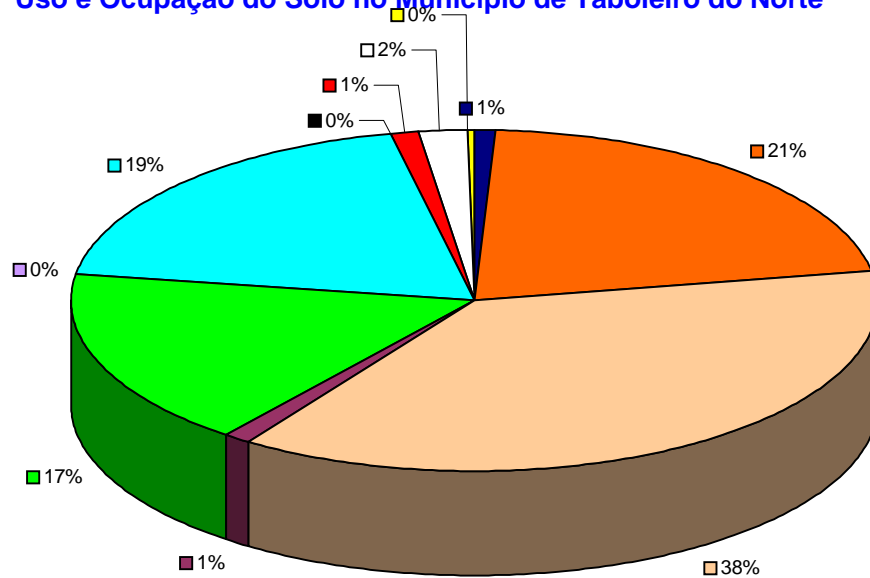


Área irrigada	Caatinga densa	Caatinga arbustiva	Açudes
Área agrícola	Solo exposto	Área antropizada	Mácrofitas e sedimentos
Mata ciliar	Nuvem	Área Urbana	

Uso e Ocupação do Solo no Município de Senador Pompeu



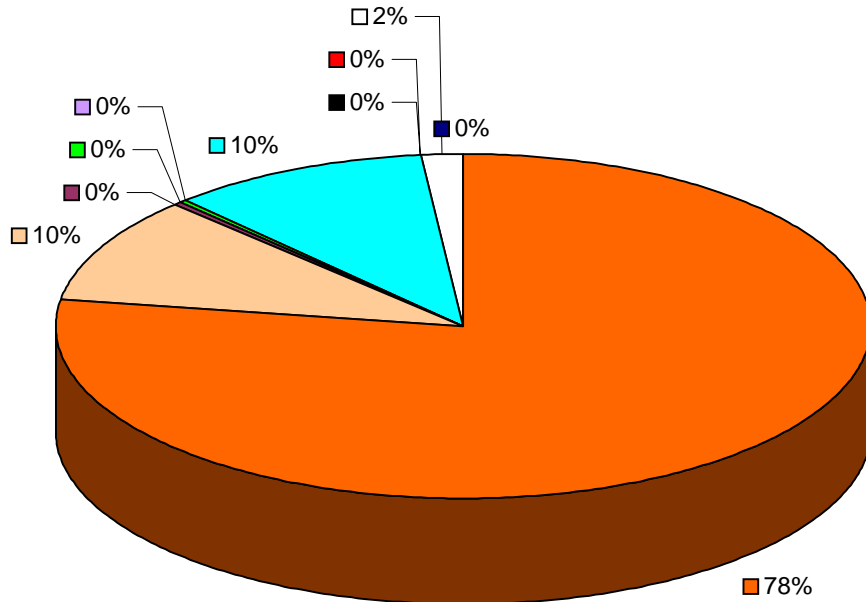
Uso e Ocupação do Solo no Município de Taboleiro do Norte



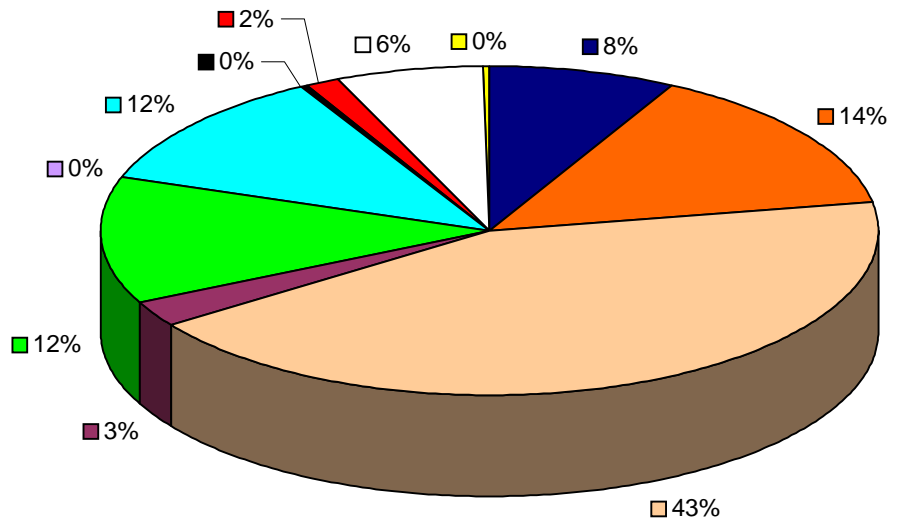
■ Área irrigada	■ Caatinga densa	■ Caatinga arbustiva	■ Açudes
■ Área agrícola	■ Solo exposto	■ Área antropizada	■ Mácrofitas e sedimentos
■ Mata ciliar	■ Nuvem	■ Área Urbana	



Uso e Ocupação do Solo no Município de Santa Quitéria

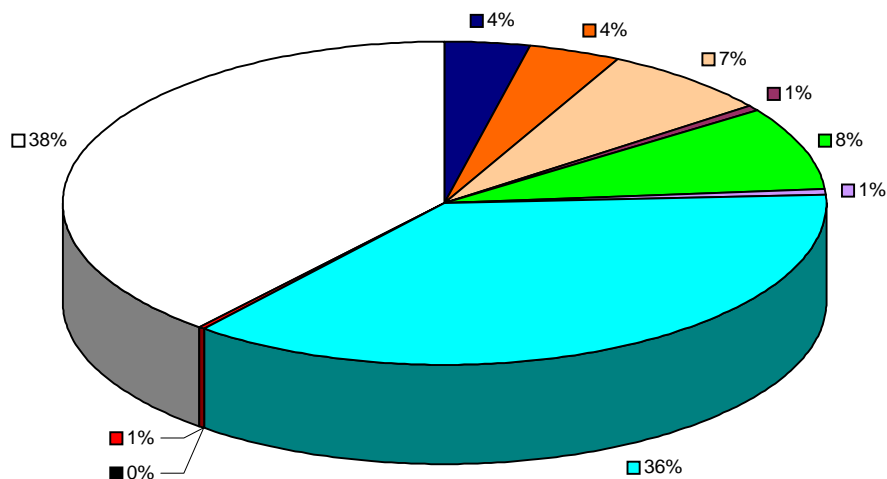


Uso e Ocupação do Solo no Município de São João do Jaguaribe

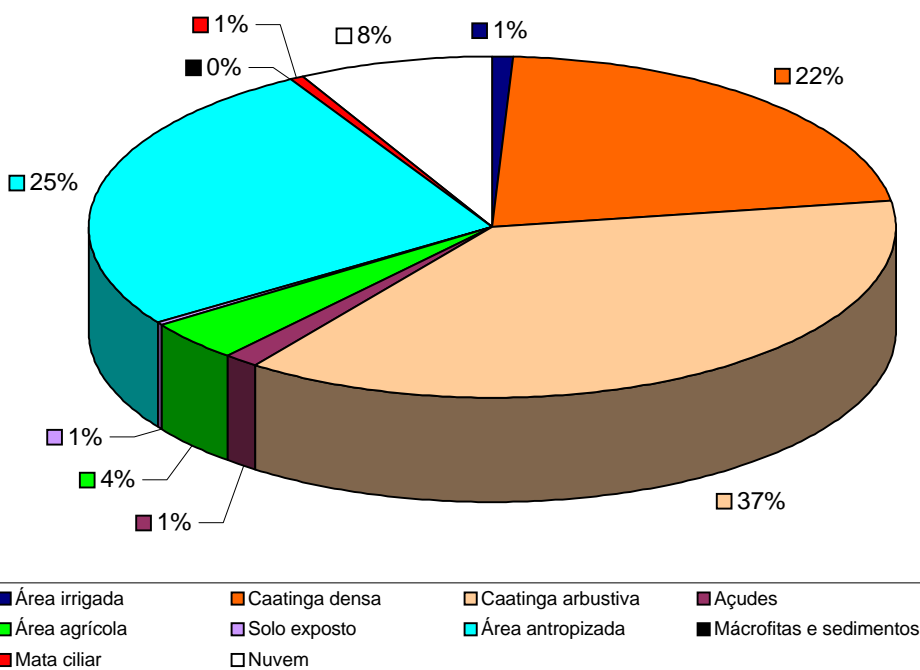


Área irrigada	Caatinga densa	Caatinga arbustiva	Açudes
Área agrícola	Solo exposto	Área antropizada	Mácrofitas e sedimentos
Mata ciliar	Nuvem	Área Urbana	

Uso e Ocupação do Solo no Município de Quixeré

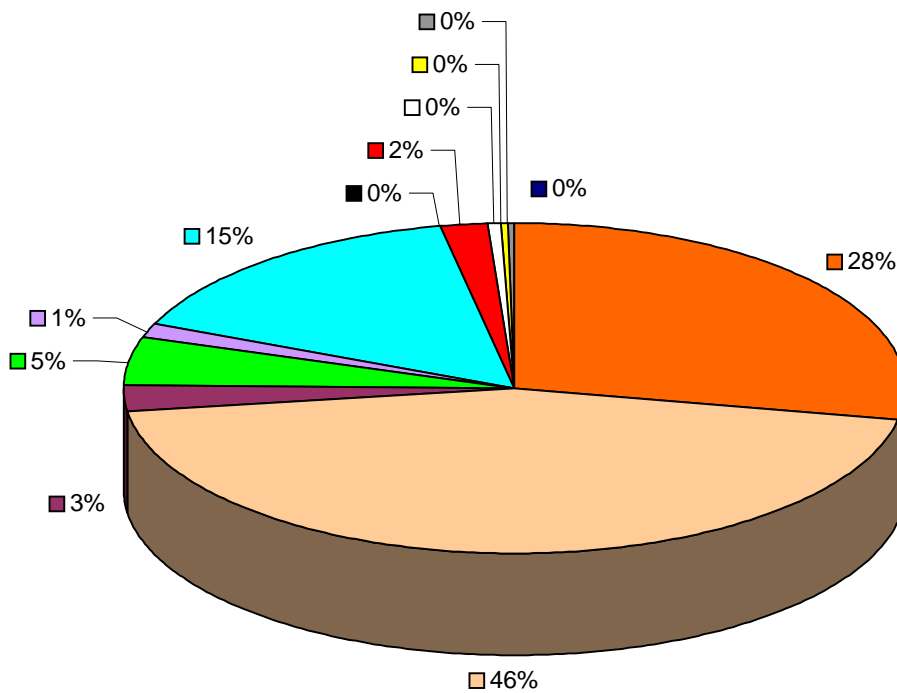


Uso e Ocupação do Solo no Município de Russas

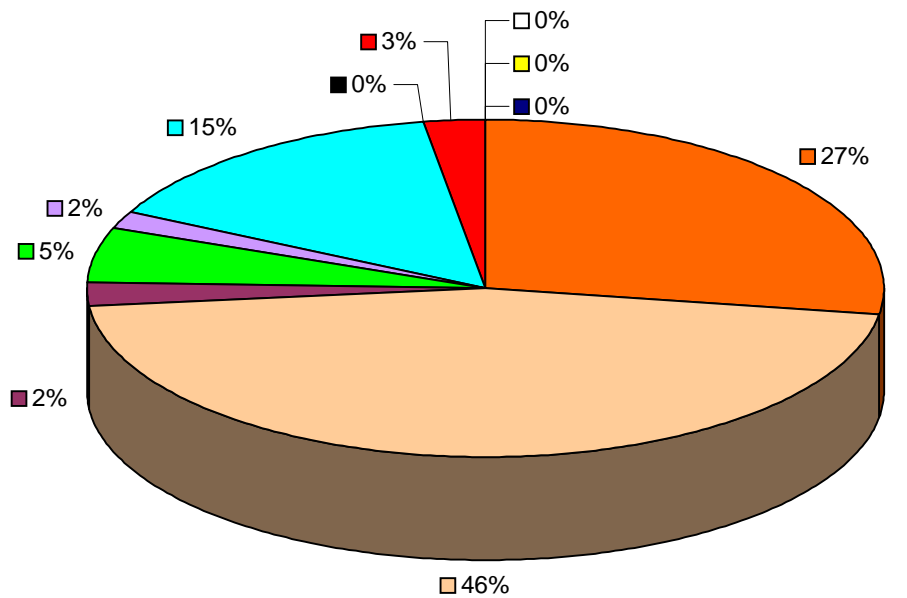


Área irrigada	Caatinga densa	Caatinga arbustiva	Açudes
Área agrícola	Solo exposto	Área antropizada	Mácrofitas e sedimentos
Mata ciliar	Nuvem		

### Uso e Ocupação do Solo no Município de Quixadá

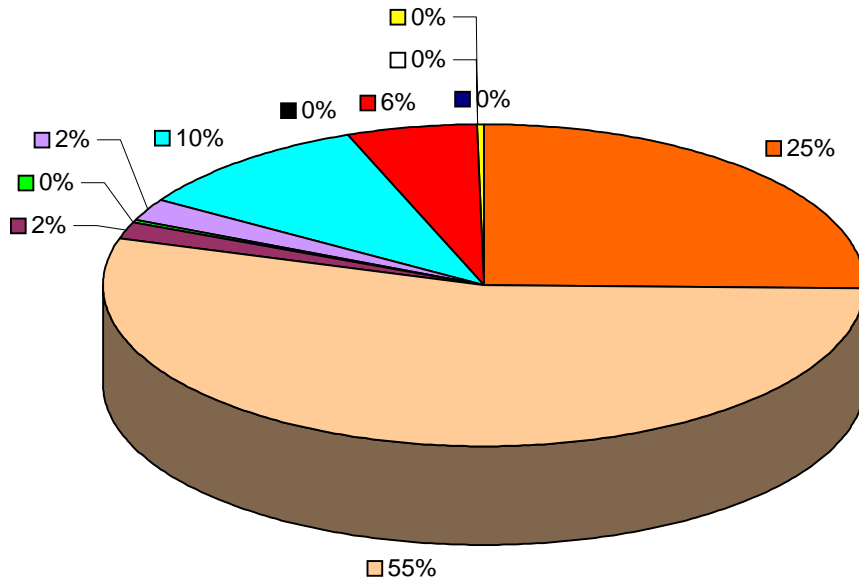


### Uso e Ocupação do Solo no Município de Quixeramobim

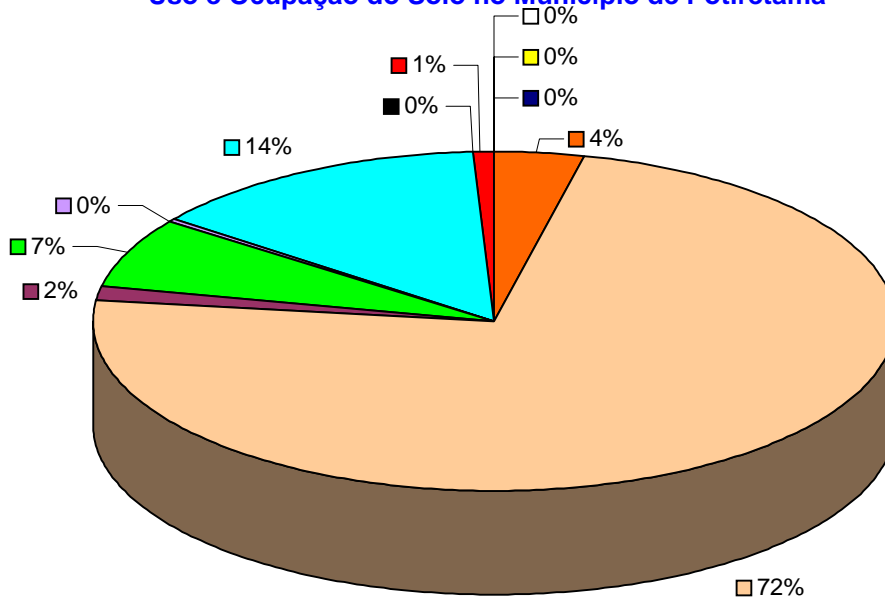


Área irrigada	Caatinga densa	Caatinga arbustiva	Açudes
Área agrícola	Solo exposto	Área antropizada	Mácrofitas e sedimentos
Mata ciliar	Nuvem	Área Urbana	

Uso e Ocupação do Solo no Município de Piquet Carneiro

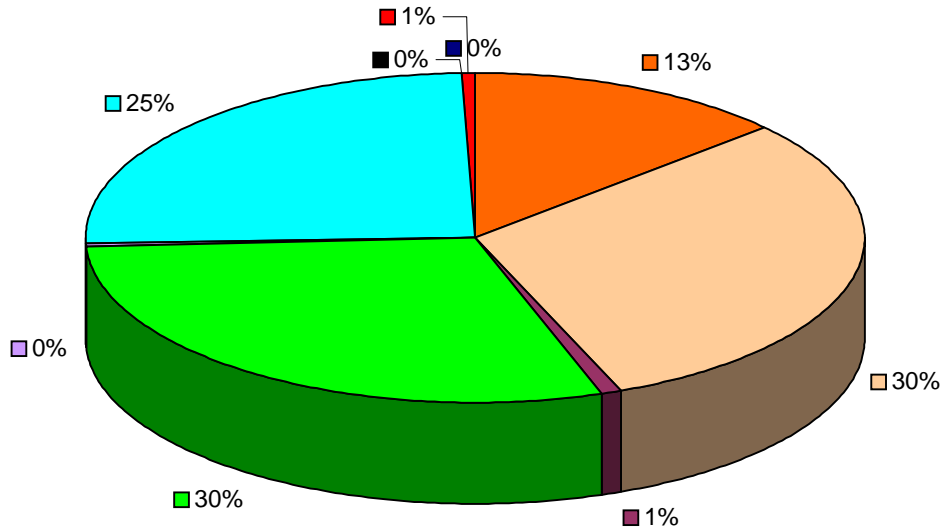


Uso e Ocupação do Solo no Município de Potiretama

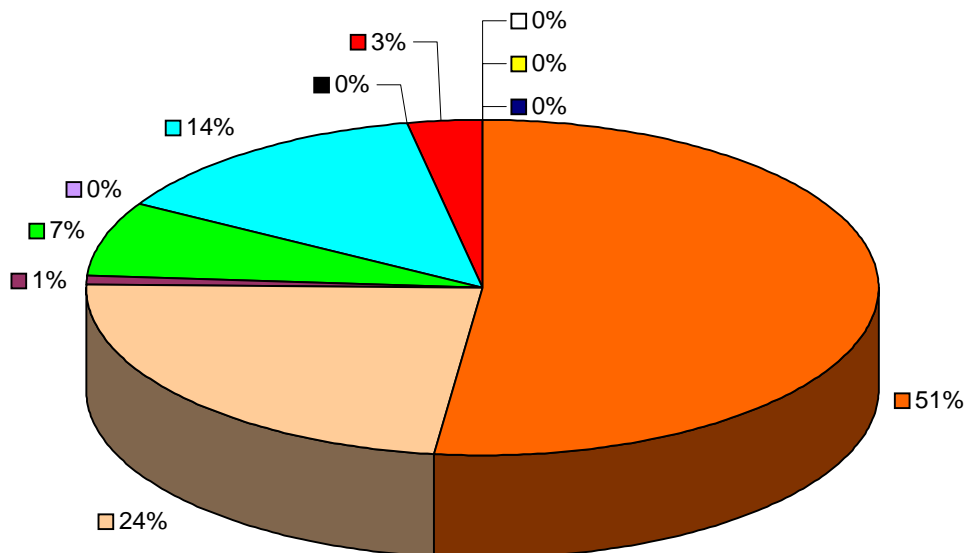


Área irrigada	Caatinga densa	Caatinga arbustiva	Açudes
Área agrícola	Solo exposto	Área antropizada	Mácrofitas e sedimentos
Mata ciliar	Nuvem	Área Urbana	

Uso e Ocupação do Solo no Município de Penaforte

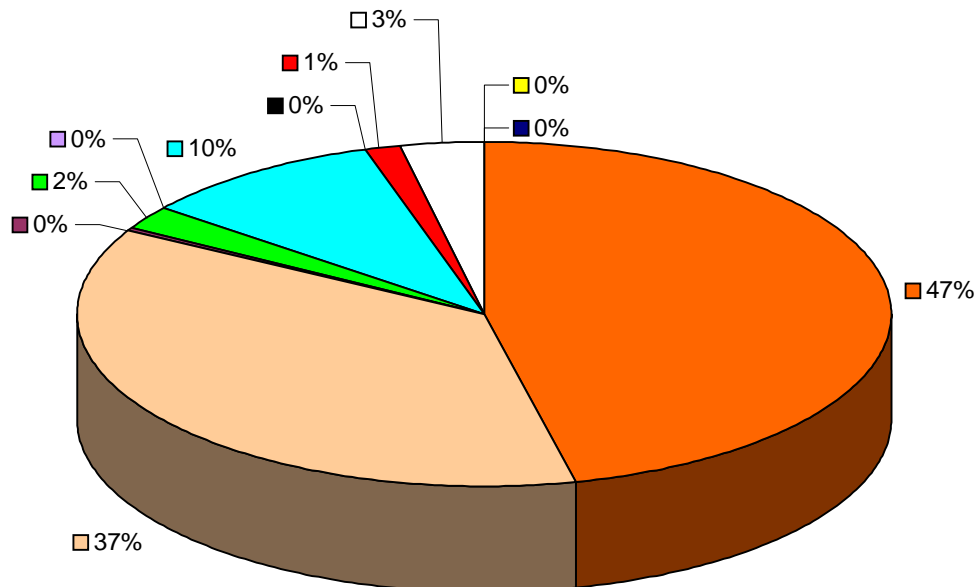


Uso e Ocupação do Solo no Município de Pereiro

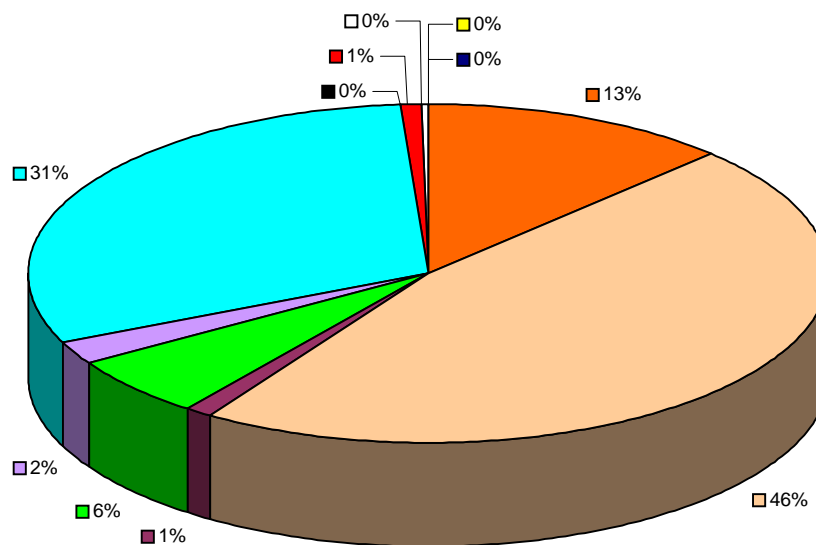


■ Área irrigada	■ Caatinga densa	■ Caatinga arbustiva	■ Açudes
■ Área agrícola	■ Solo exposto	■ Área antropizada	■ Macrófitas e sedimentos
■ Mata ciliar	■ Nuvem	■ Área Urbana	

Uso e Ocupação do Solo no Município de Monsenhor Tabosa

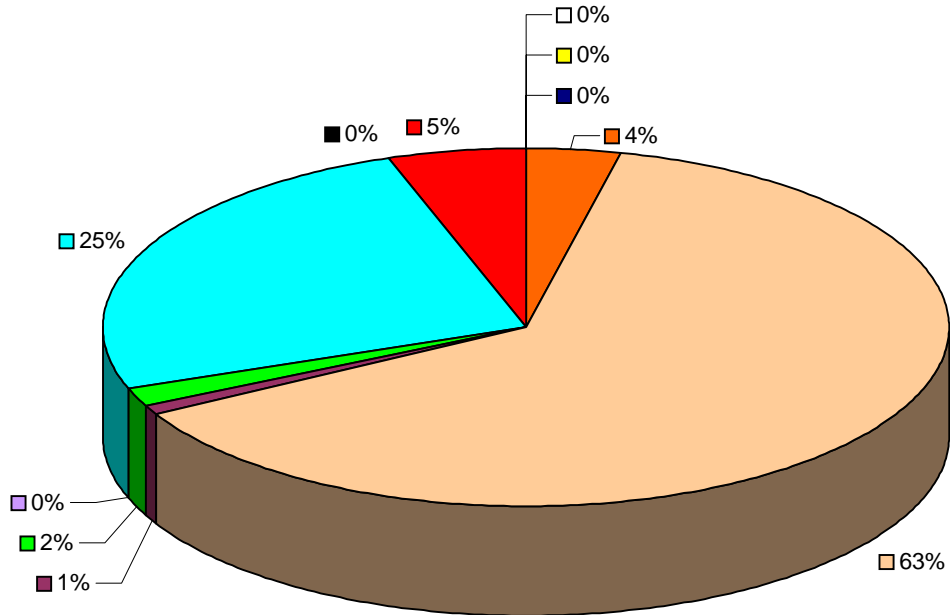


Uso e Ocupação do Solo no Município de Palhano

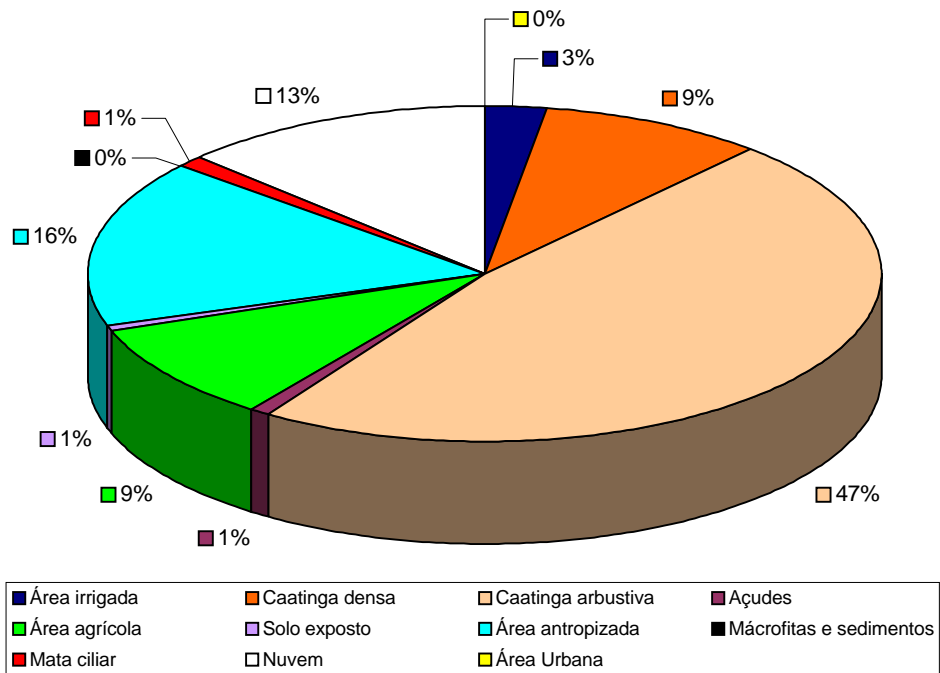


Área irrigada	Caatinga densa	Caatinga arbustiva	Açudes
Área agrícola	Solo exposto	Área antropizada	Mácrofitas e sedimentos
Mata ciliar	Nuvem	Área Urbana	

Uso e Ocupação do Solo no Município de Milhã

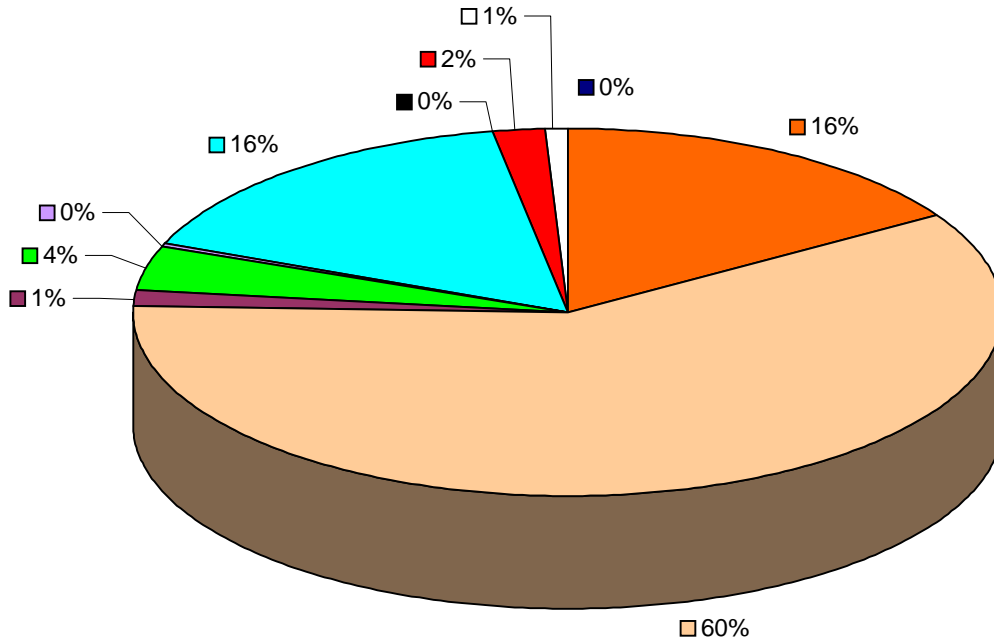


Uso e Ocupação do Solo no Município de Morada Nova

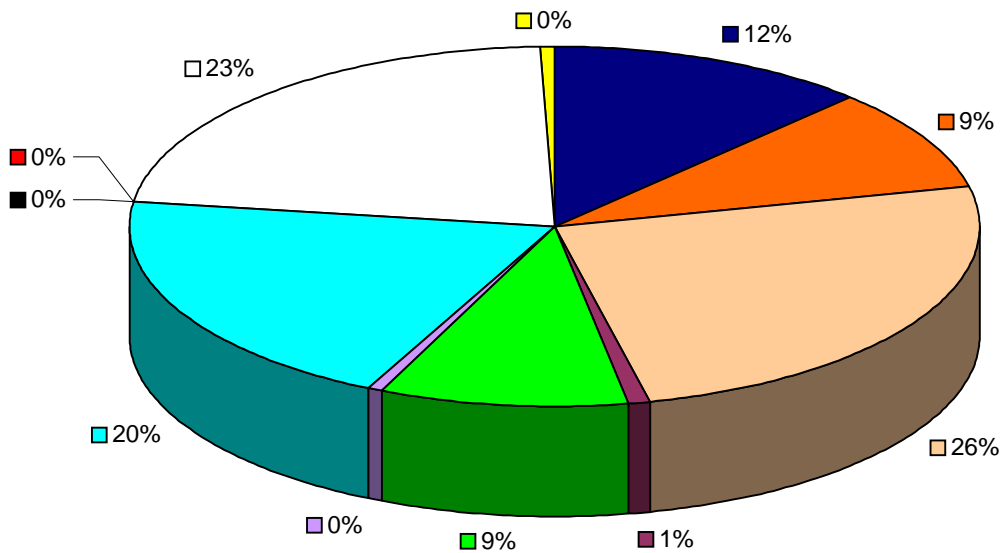


Área irrigada	Caatinga densa	Caatinga arbustiva	Açudes
Área agrícola	Solo exposto	Área antropizada	Mácrofitas e sedimentos
Mata ciliar	Nuvem	Área Urbana	

Uso e Ocupação do Solo no Município de Madalena



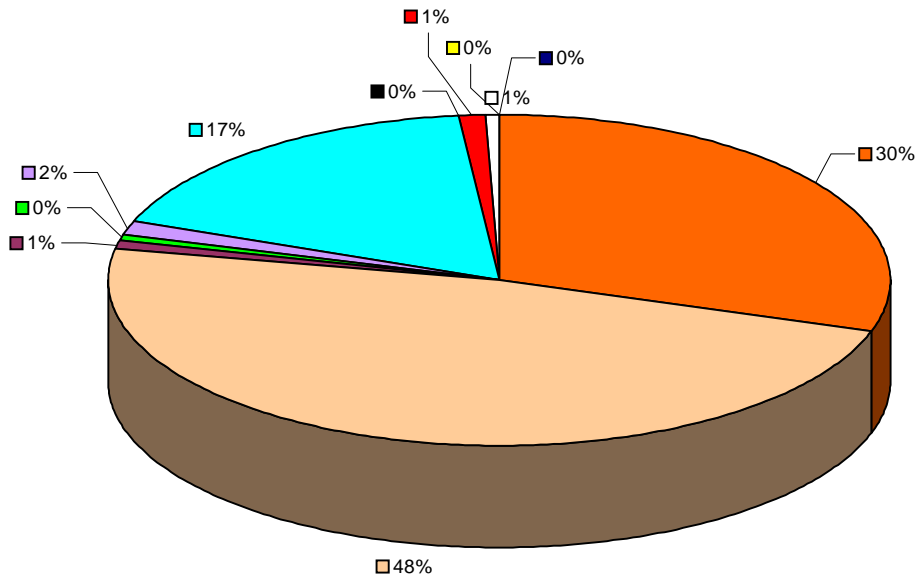
Uso e Ocupação do Solo no Município de Limoeiro do Norte



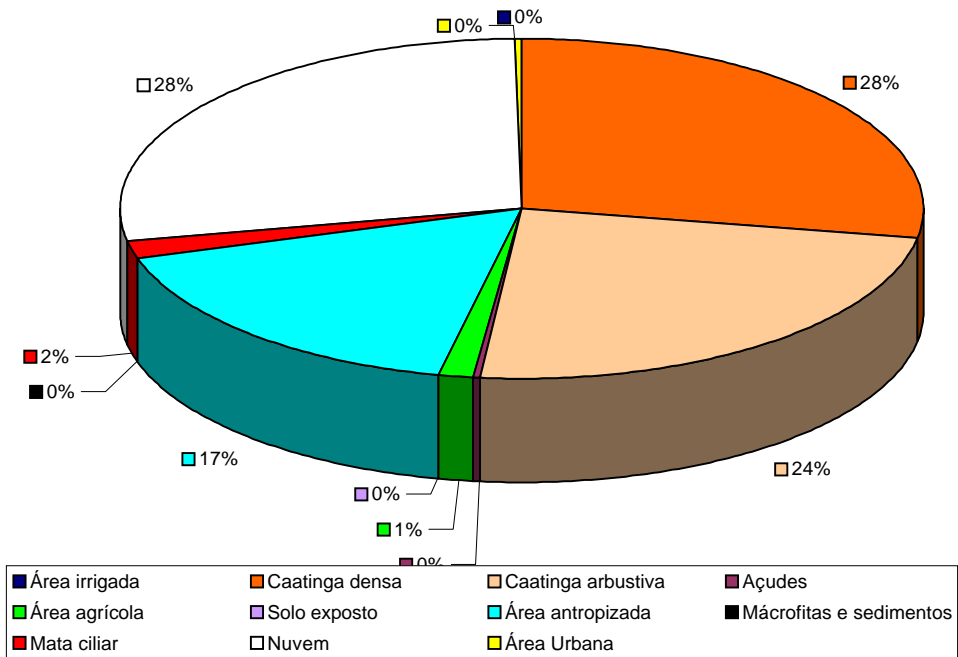
Área irrigada	Caatinga densa	Caatinga arbustiva	Áçudes
Área agrícola	Solo exposto	Área antropizada	Mácrofitas e sedimentos
Mata ciliar	Nuvem	Área Urbana	



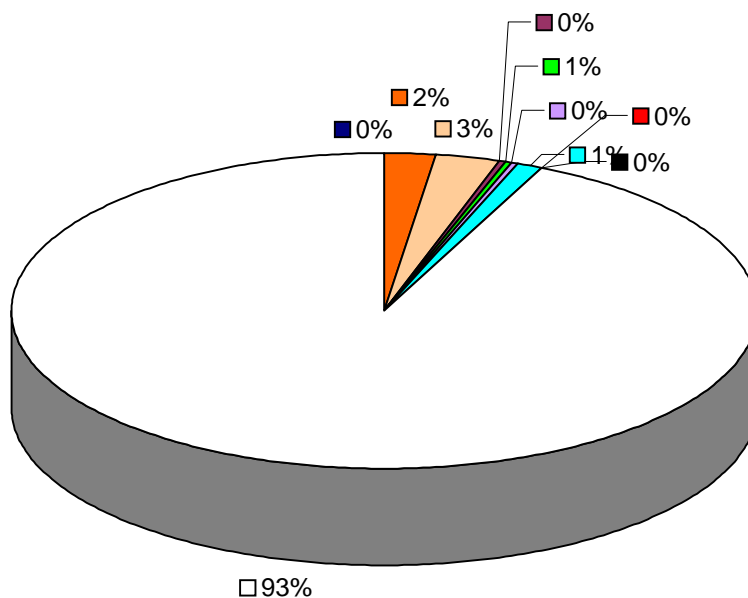
Uso e Ocupação do Solo no Município de Catarina



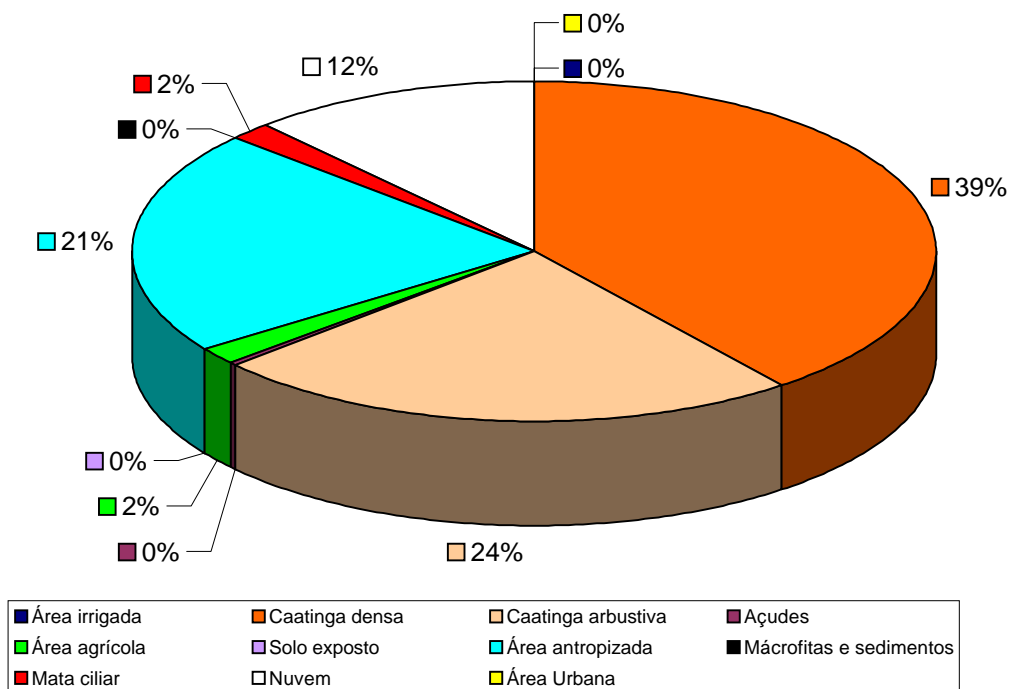
Uso e Ocupação do Solo no Município de Cedro



Uso e Ocupação do Solo no Município de Cariús

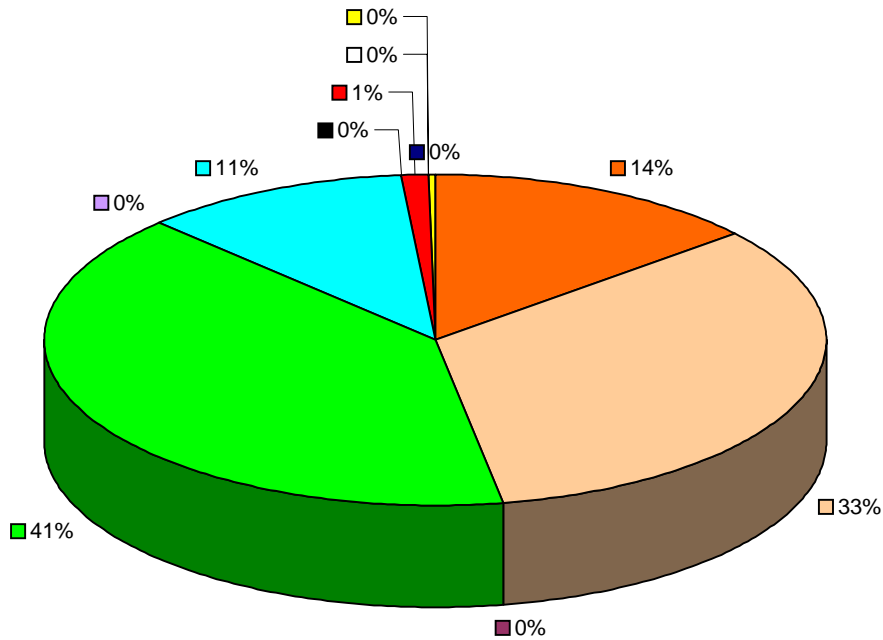


Uso e Ocupação do Solo no Município de Caririaçu

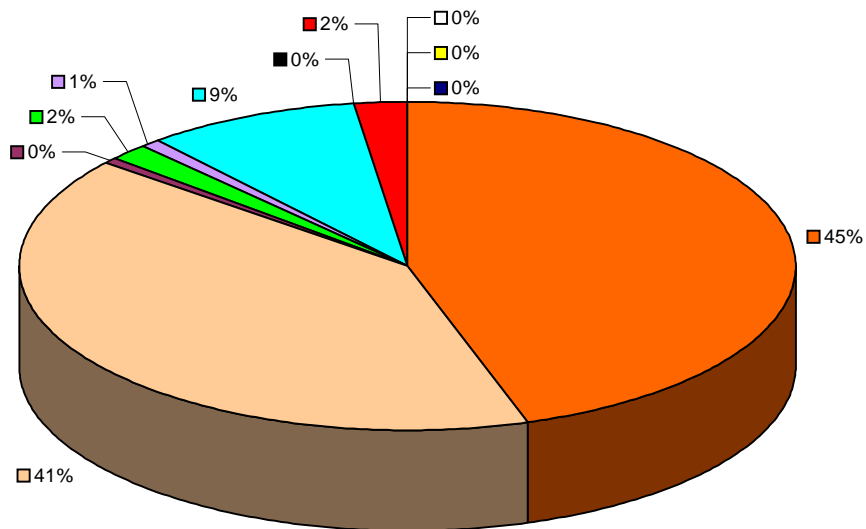


Área irrigada	Caatinga densa	Caatinga arbustiva	Áçudes
Área agrícola	Solo exposto	Área antropizada	Mácrofitas e sedimentos
Mata ciliar	Nuvem	Área Urbana	

Uso e Ocupação do Solo no Município de Brejo Santo

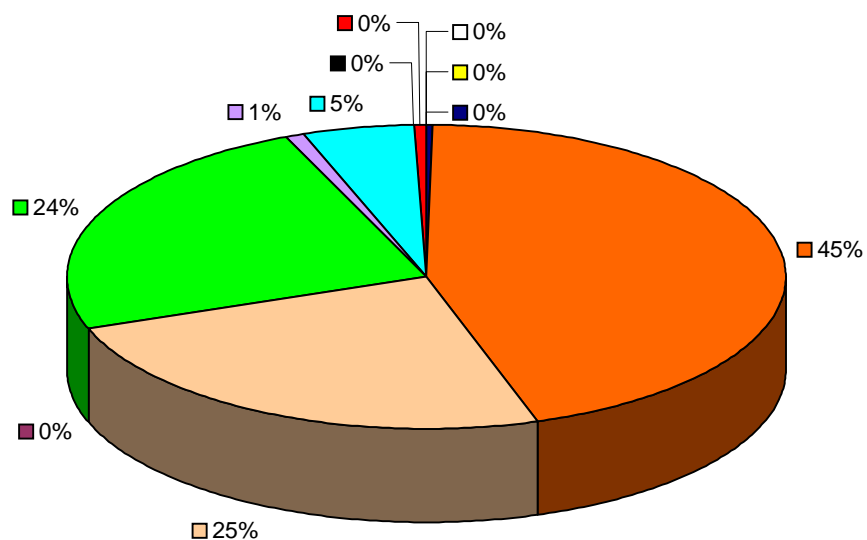


Uso e Ocupação do Solo no Município de Campos Sales

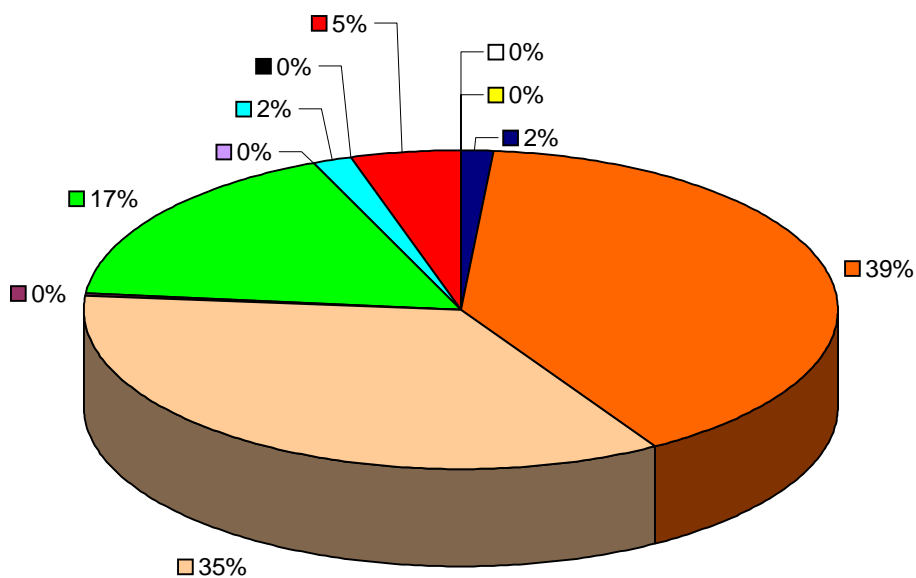


Área irrigada	Caatinga densa	Caatinga arbustiva	Açudes
Área agrícola	Solo exposto	Área antropizada	Mácrofitas e sedimentos
Mata ciliar	Nuvem	Área Urbana	

### Uso e Ocupação do Solo no Município de Barbalha

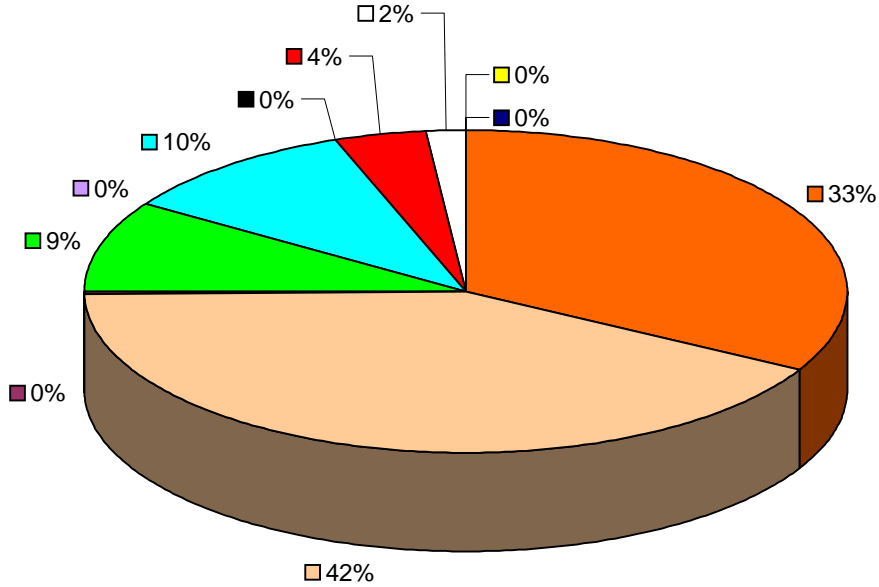


### Uso e Ocupação do Solo no Município de Barro

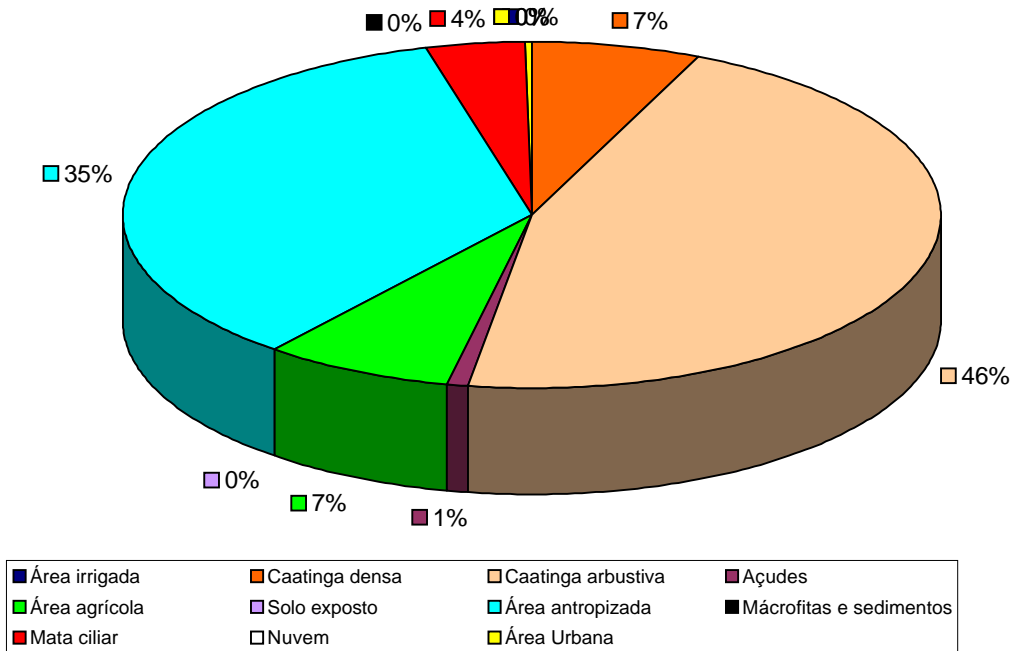


Área irrigada	Caatinga densa	Caatinga arbustiva	Açudes
Área agrícola	Solo exposto	Área antropizada	Mácrofitas e sedimentos
Mata ciliar	Nuvem	Área Urbana	

Uso e Ocupação do Solo no Município de Aurora

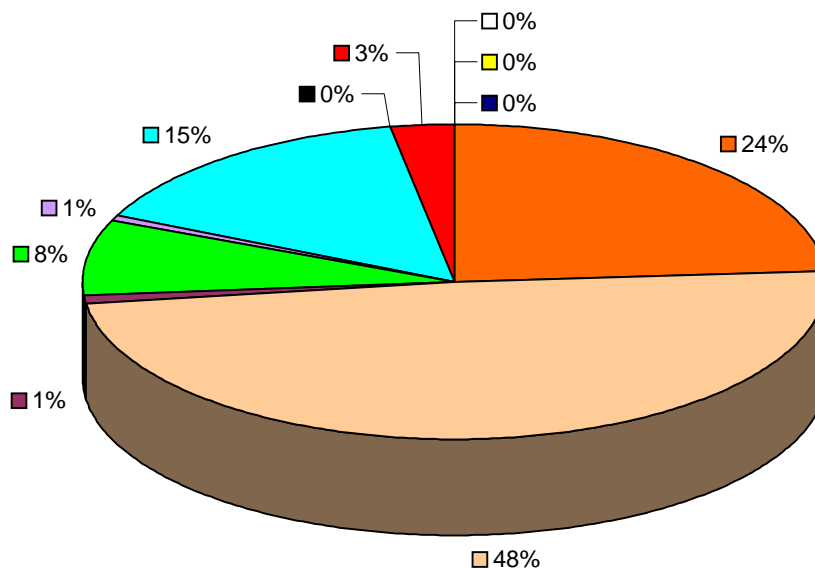


Uso e Ocupação do Solo no Município de Baixo

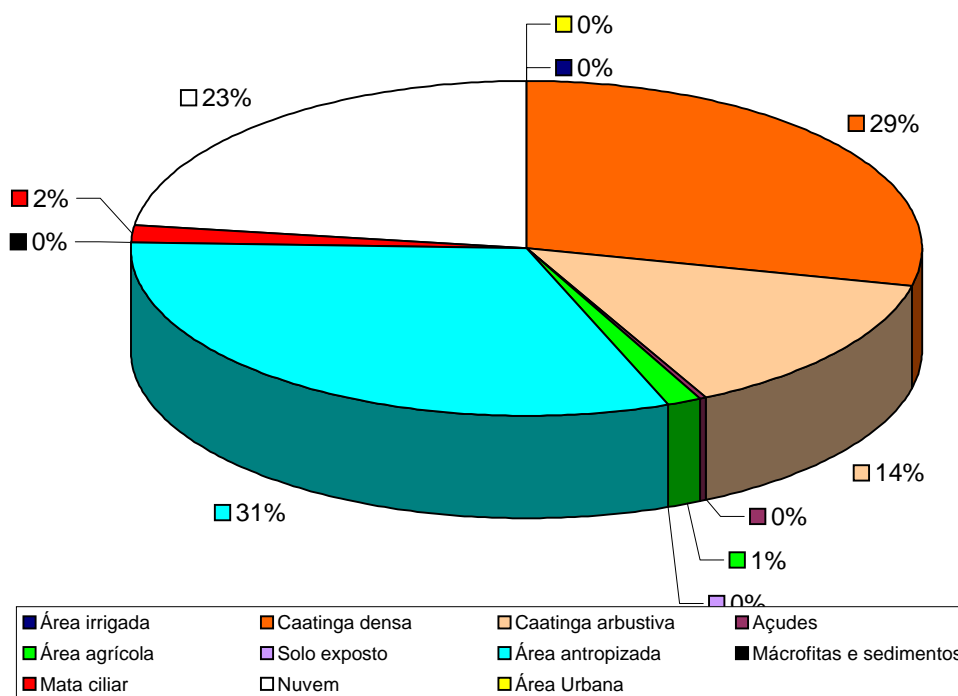


Área irrigada	Caatinga densa	Caatinga arbustiva	Açudes
Área agrícola	Solo exposto	Área antropizada	Mácrofitas e sedimentos
Mata ciliar	Nuvem	Área Urbana	

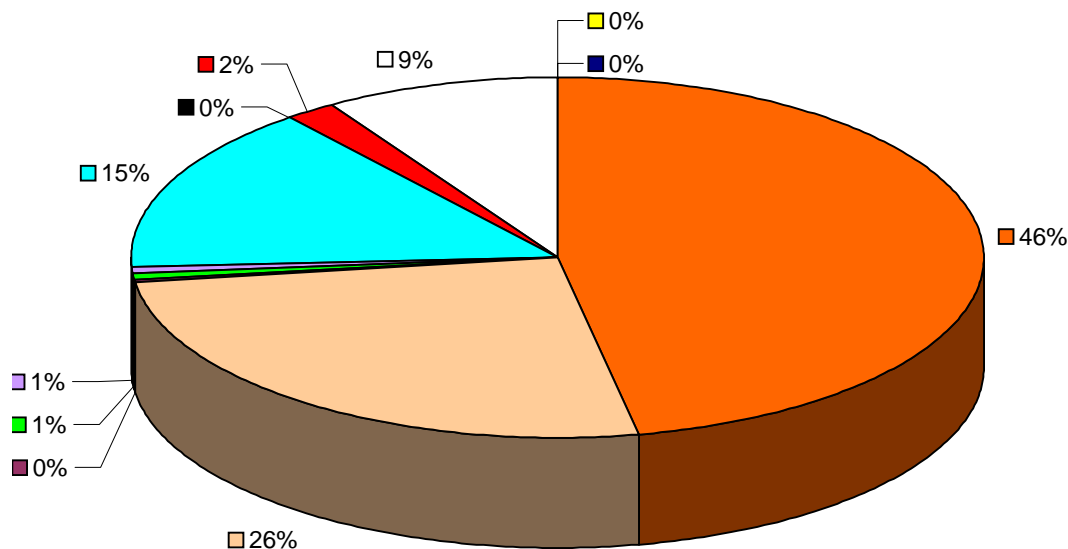
### Uso e Ocupação do Solo no Município de Arneiroz



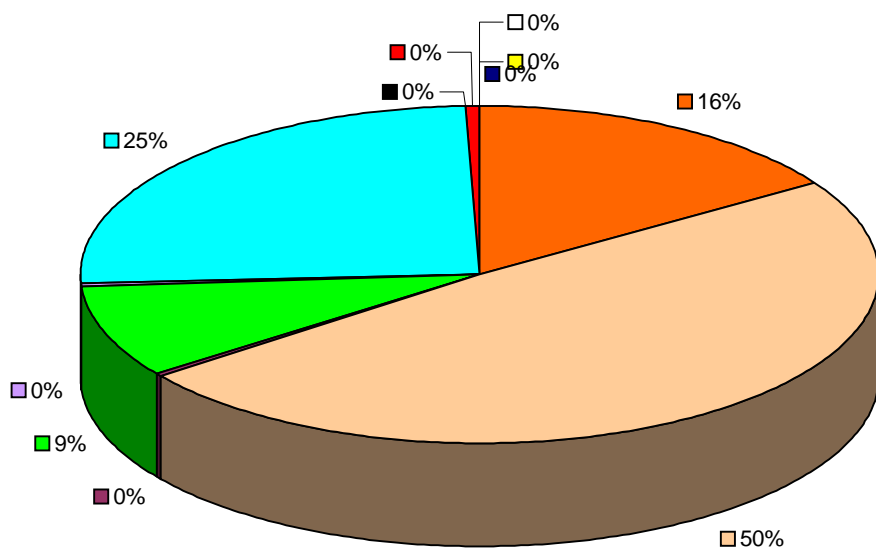
### Uso e Ocupação do Solo no Município de Assaré



Uso e Ocupação do Solo no Município de Antonina do Norte

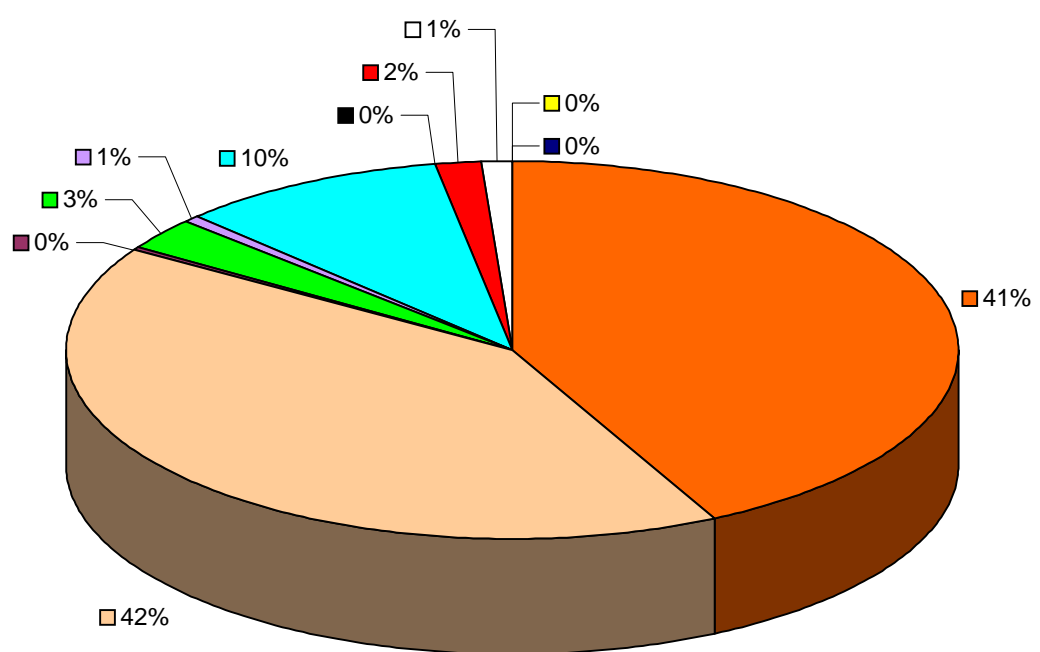


Uso e Ocupação do Solo no Município de Araripe

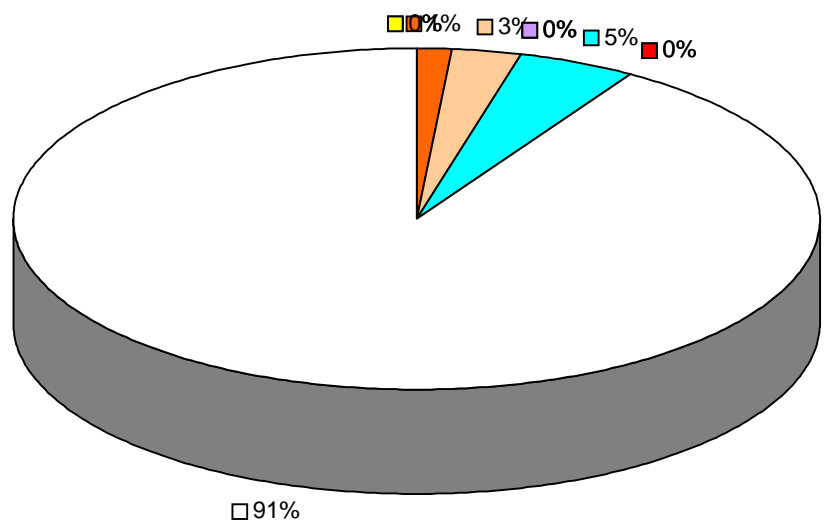


Área irrigada	Caatinga densa	Caatinga arbustiva	Açudes
Área agrícola	Solo exposto	Área antropizada	Mácrofitas e sedimentos
Mata ciliar	Nuvem	Área Urbana	

Uso e Ocupação do Solo no Município de Aiuaba



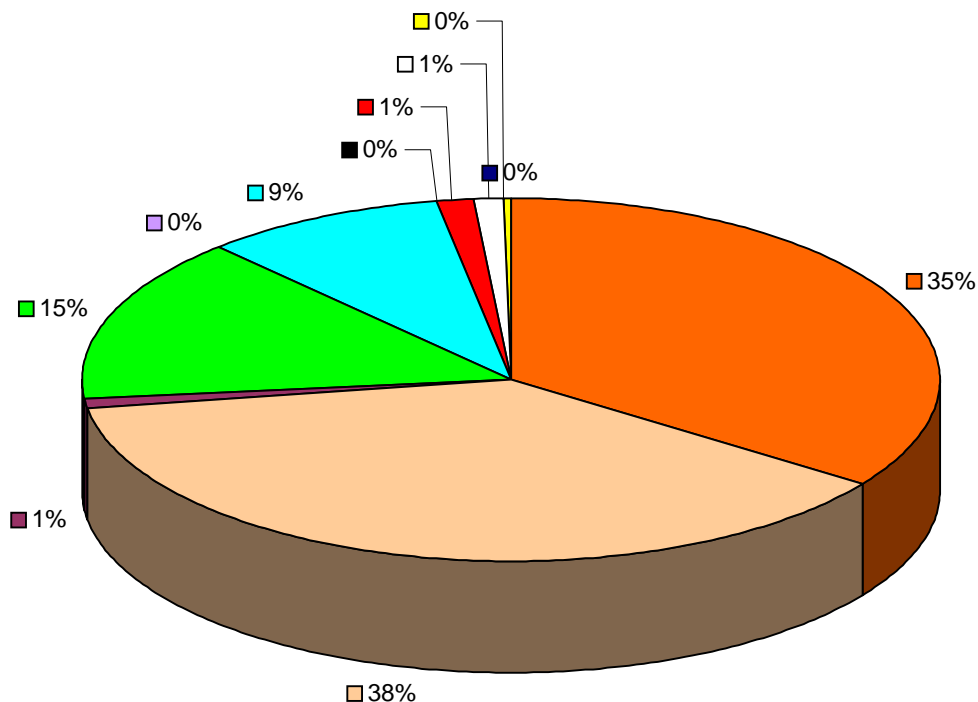
Uso e Ocupação do Solo no Município de Altaneira



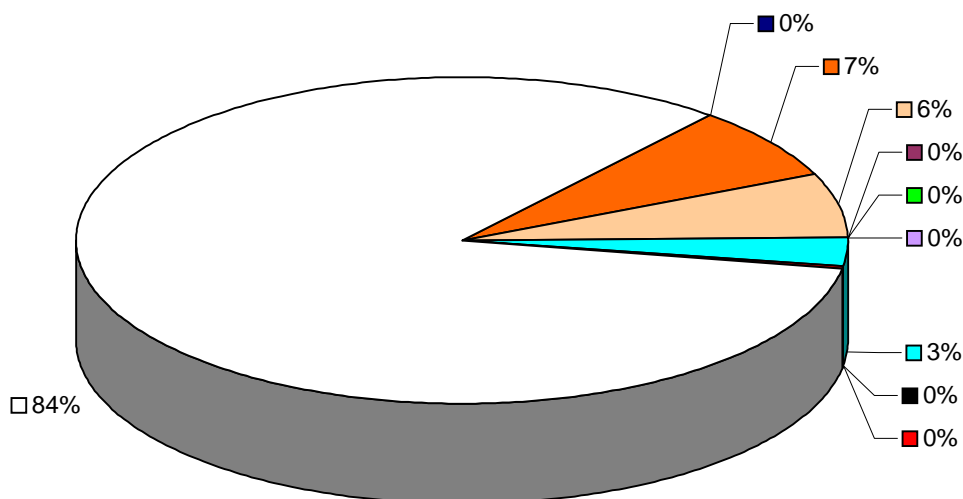
Área irrigada	Caatinga densa	Caatinga arbustiva	Açudes
Área agrícola	Solo exposto	Área antropizada	Mácrofitas e sedimentos
Mata ciliar	Nuvem	Área Urbana	



### Uso e Ocupação do Solo no Município de Crato

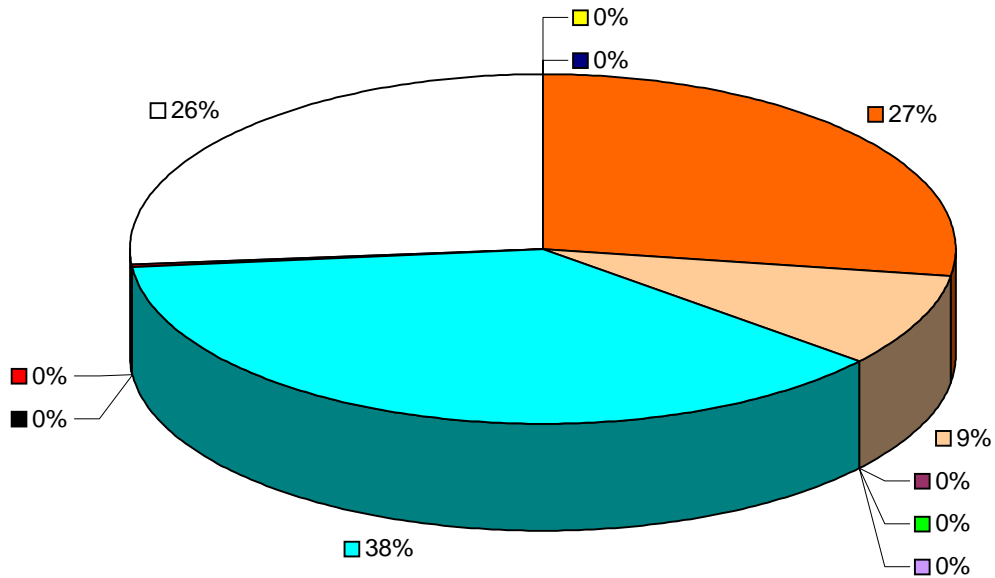


### Uso e Ocupação do Solo no Município de Farias Brito

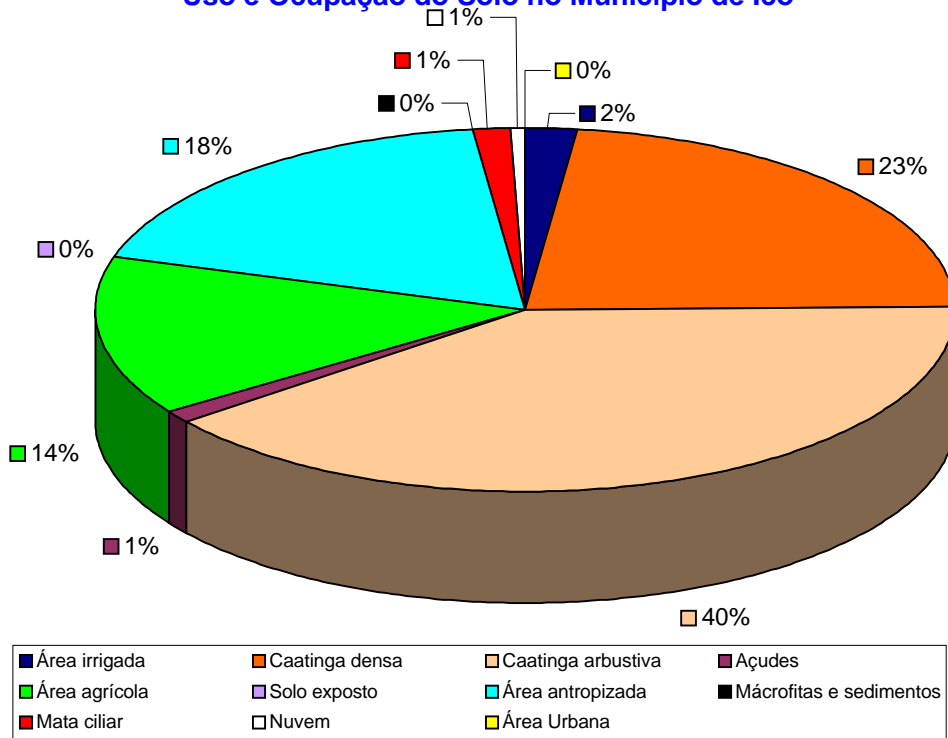


Área irrigada	Caatinga densa	Caatinga arbustiva	Áçudes
Área agrícola	Solo exposto	Área antropizada	Mácrofitas e sedimentos
Mata ciliar	Nuvem		

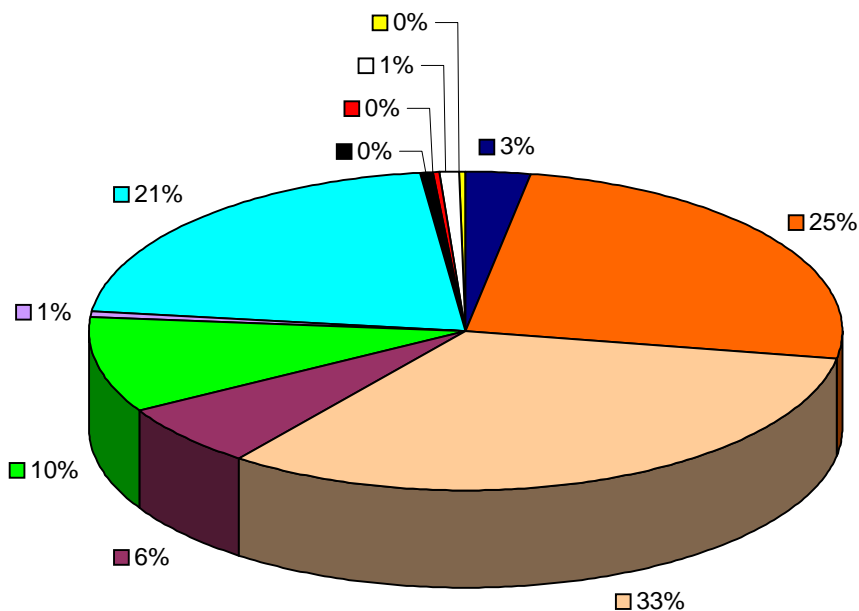
Uso e Ocupação do Solo no Município de Granjeiro



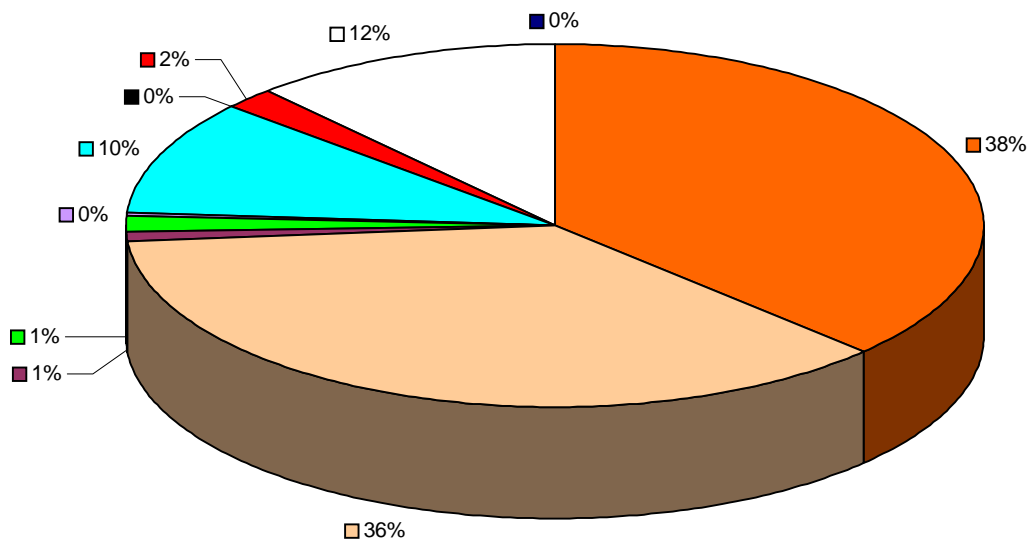
Uso e Ocupação do Solo no Município de Icó



### Uso e Ocupação do Solo no Município de Iguatu

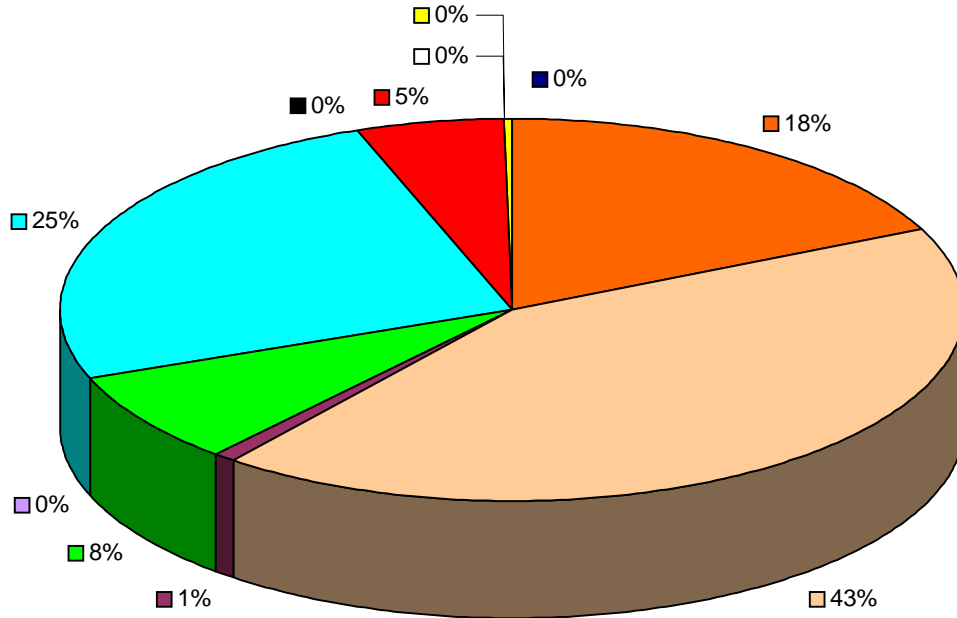


### Uso e Ocupação do Solo no Município de Independência

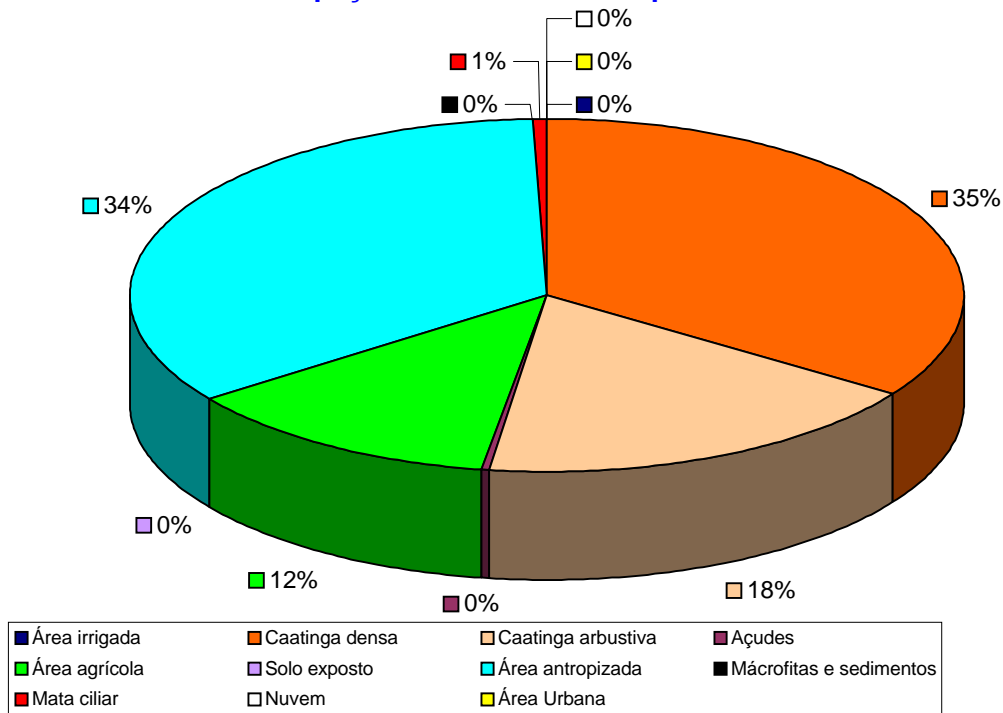


Área irrigada	Caatinga densa	Caatinga arbustiva	Açudes
Área agrícola	Solo exposto	Área antropizada	Mácrofitas e sedimentos
Mata ciliar	Nuvem		

Uso e Ocupação do Solo no Município de Ipaumirim

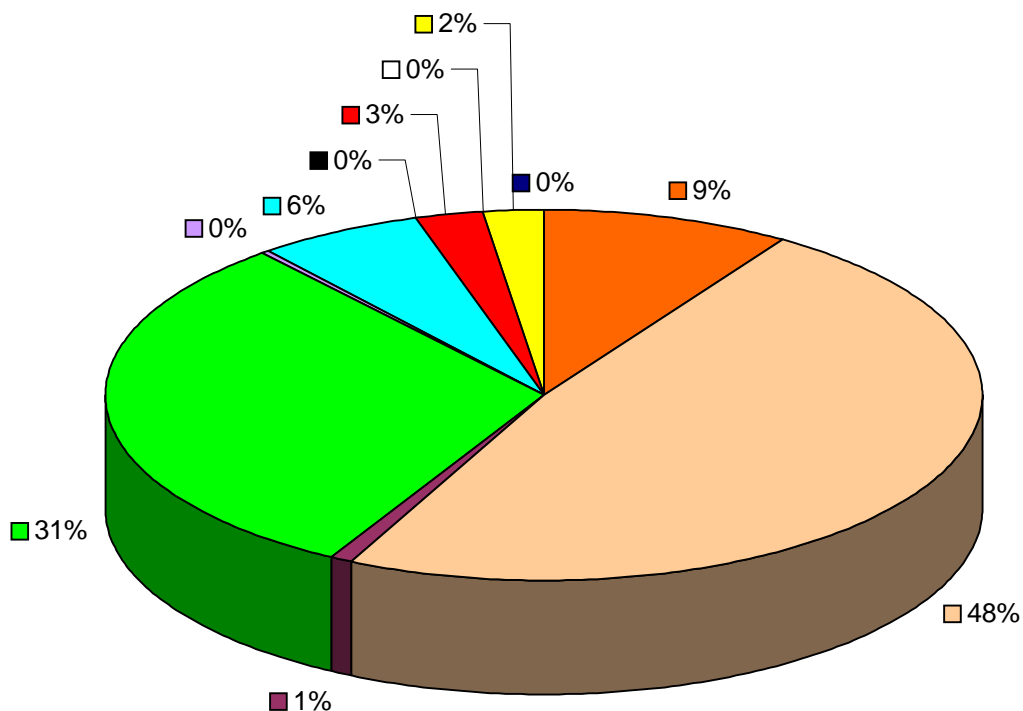


Uso e Ocupação do Solo no Município de Jardim

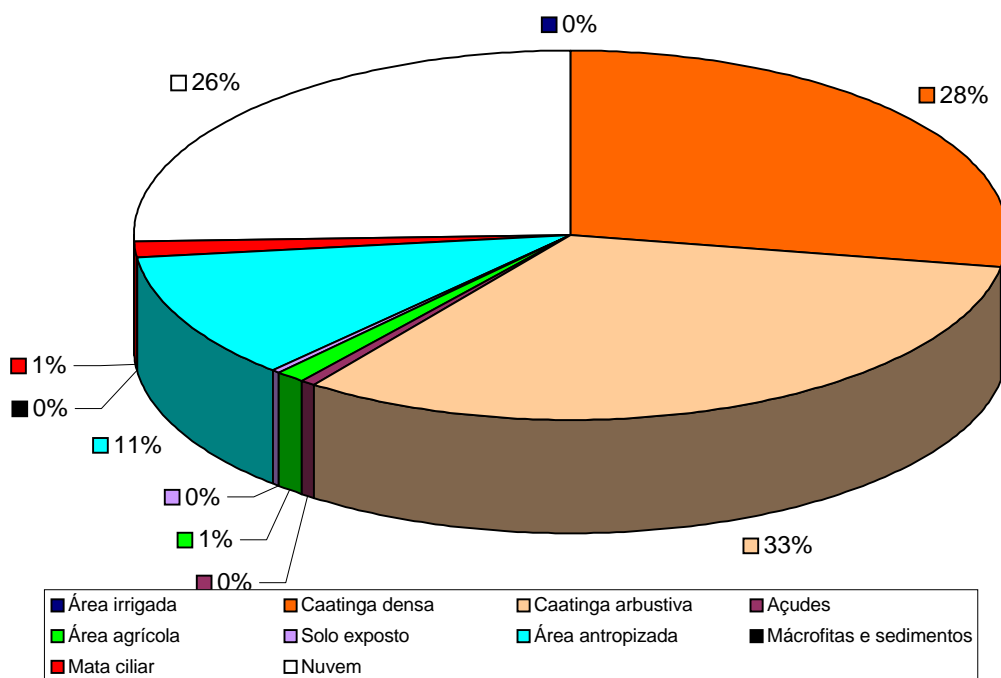


Área irrigada	Caatinga densa	Caatinga arbustiva	Açudes
Área agrícola	Solo exposto	Área antropizada	Mácrofitas e sedimentos
Mata ciliar	Nuvem	Área Urbana	

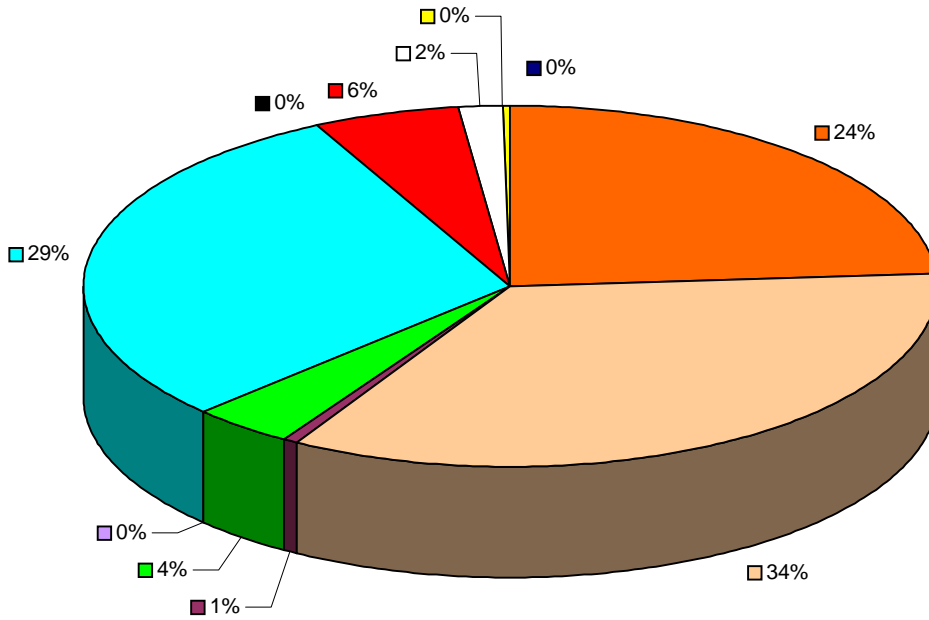
Uso e Ocupação do Solo no Município de Juazeiro do Norte



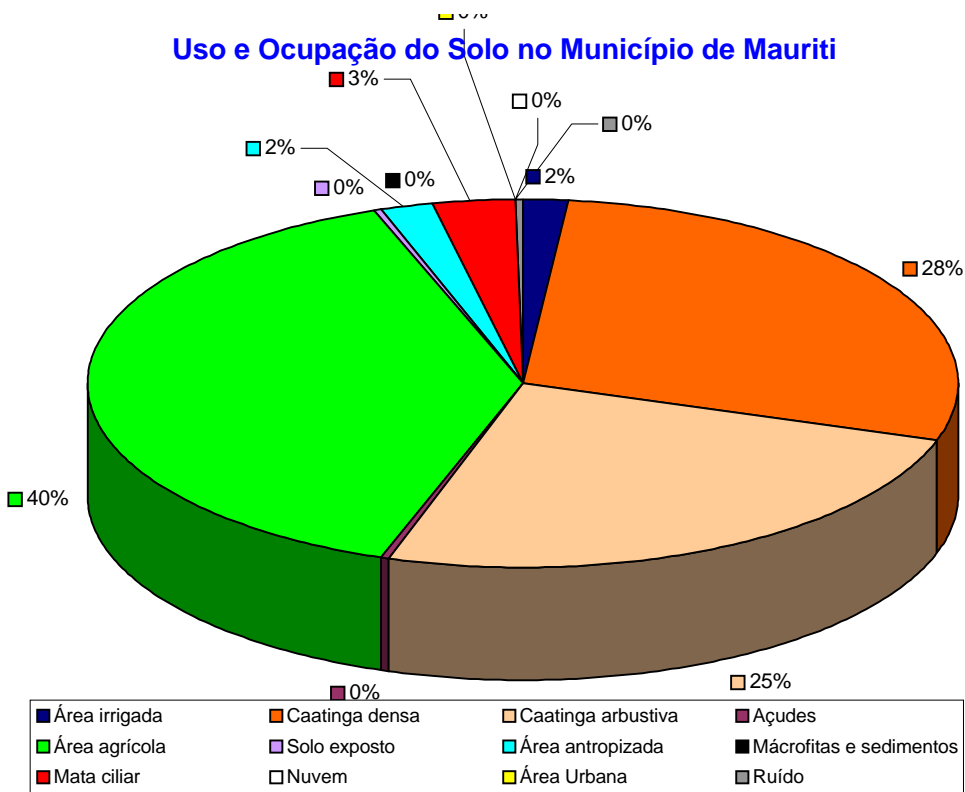
Uso e Ocupação do Solo no Município de Jucás



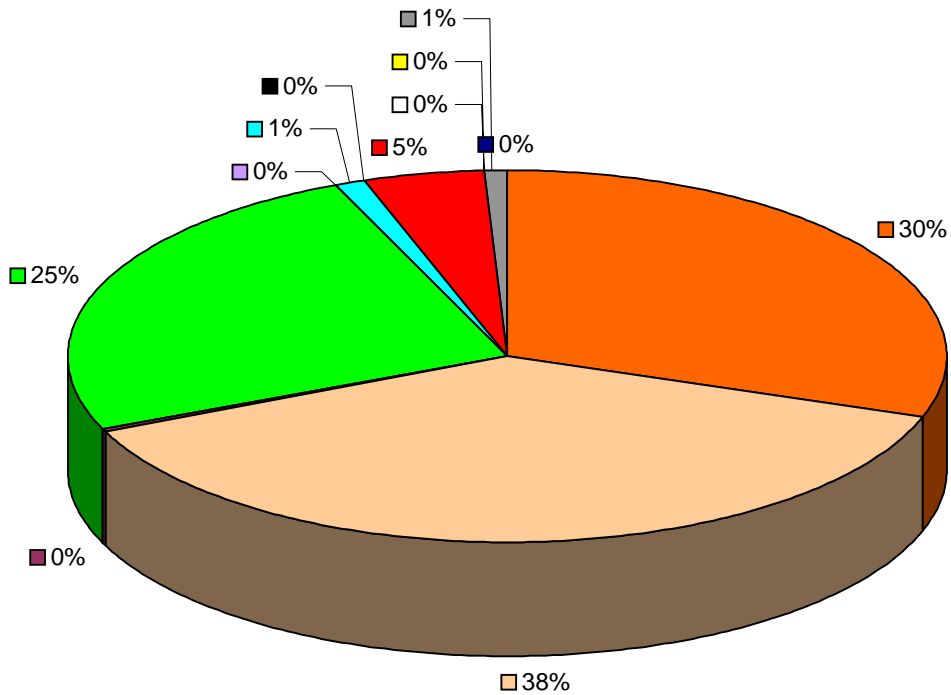
Uso e Ocupação do Solo no Município de Lavras da Mangabeira



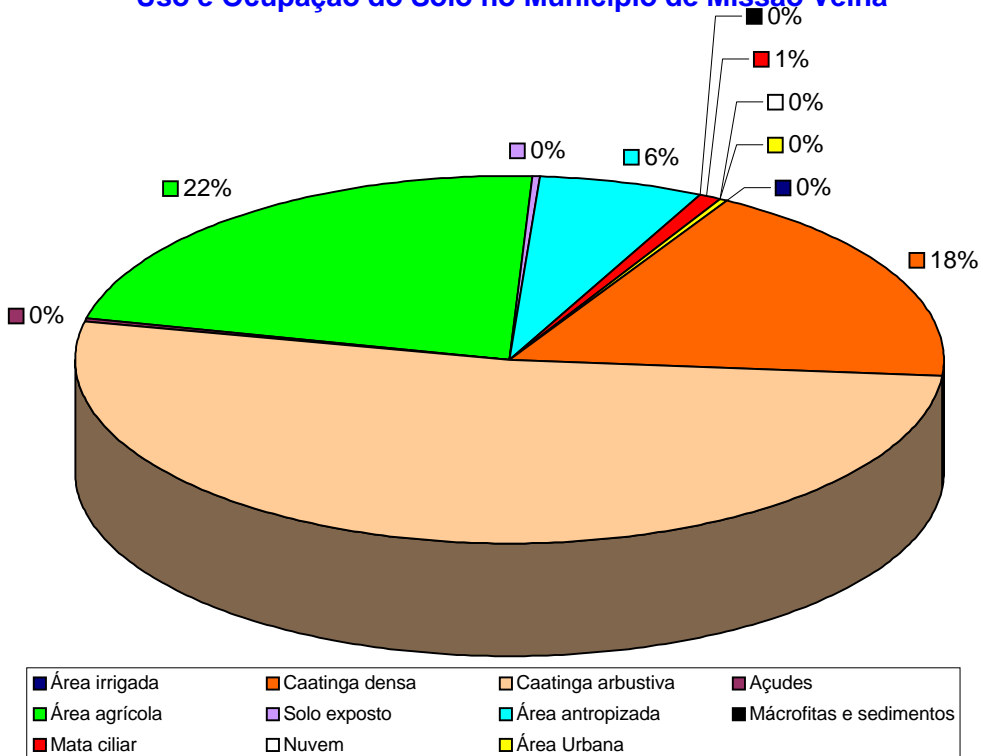
Uso e Ocupação do Solo no Município de Mauriti



Uso e Ocupação do Solo no Município de Milagres

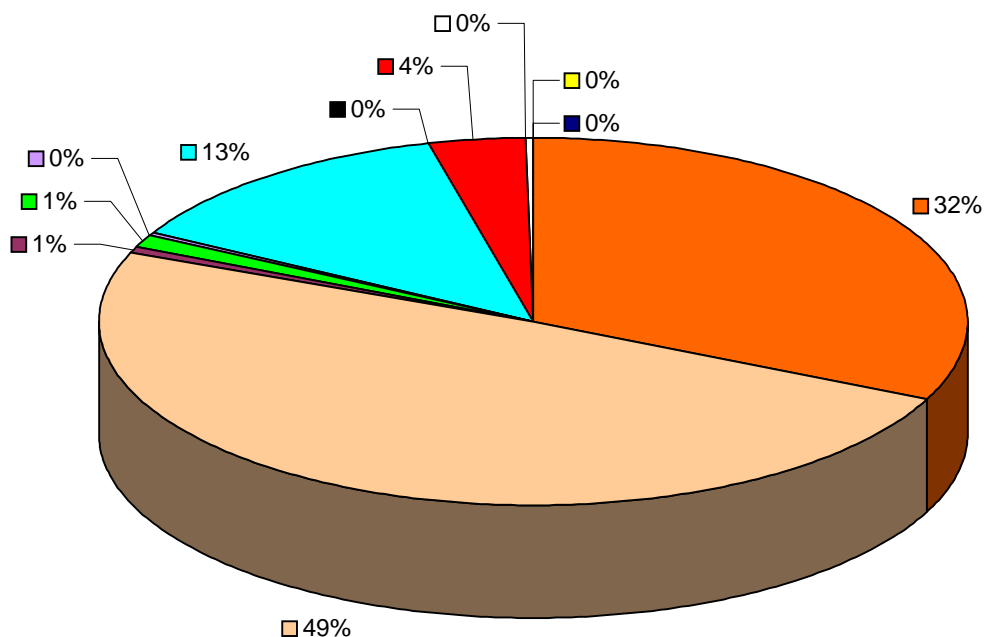


Uso e Ocupação do Solo no Município de Missão Velha

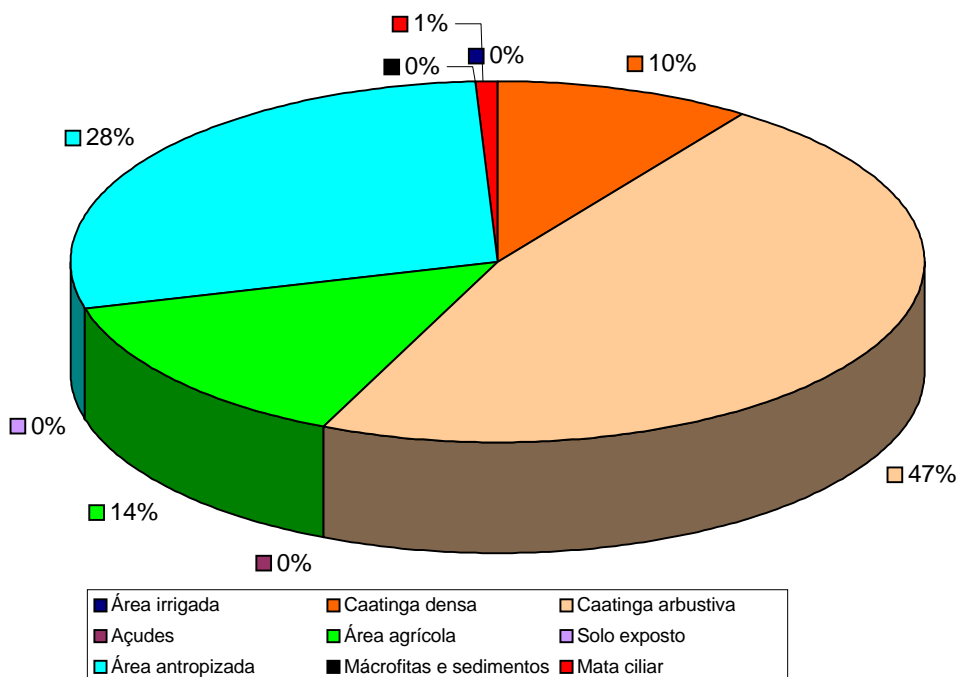


■ Área irrigada	■ Caatinga densa	■ Caatinga arbustiva	■ Açudes
■ Área agrícola	■ Solo exposto	■ Área antropizada	■ Mácrofitas e sedimentos
■ Mata ciliar	□ Nuvem	■ Área Urbana	

### Uso e Ocupação do Solo no Município de Mombaça

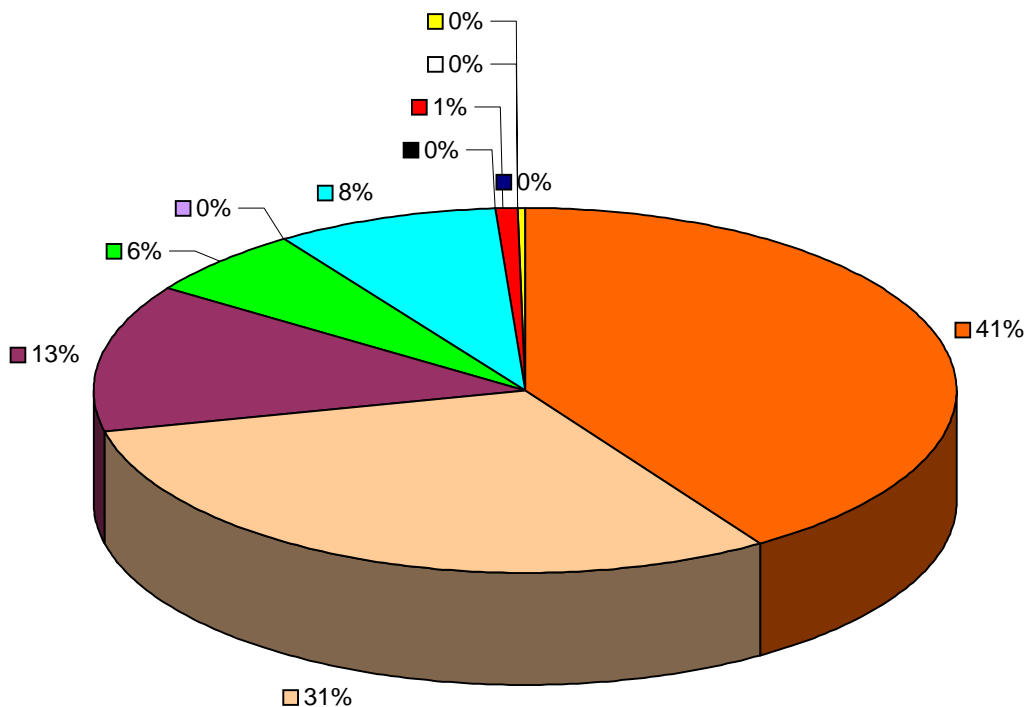


### Uso e Ocupação do Solo no Município de Nova Olinda

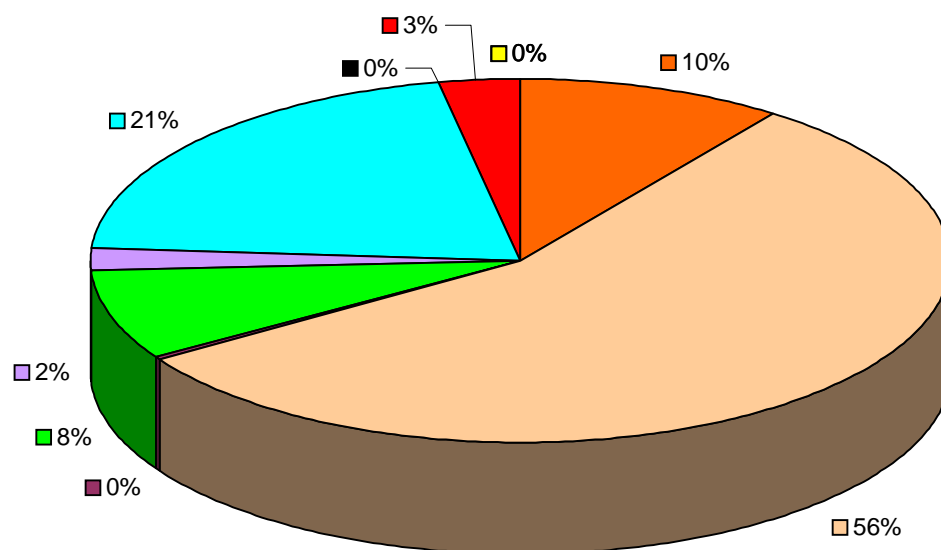




### Uso e Ocupação do Solo no Município de Orós

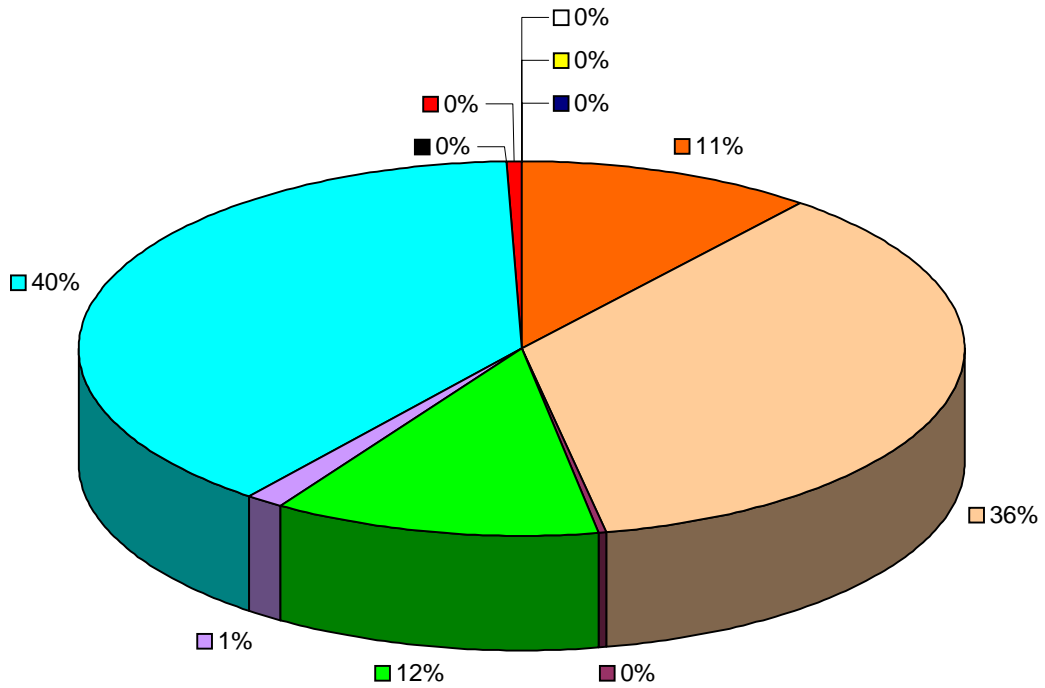


### Uso e Ocupação do Solo no Município de Parambu

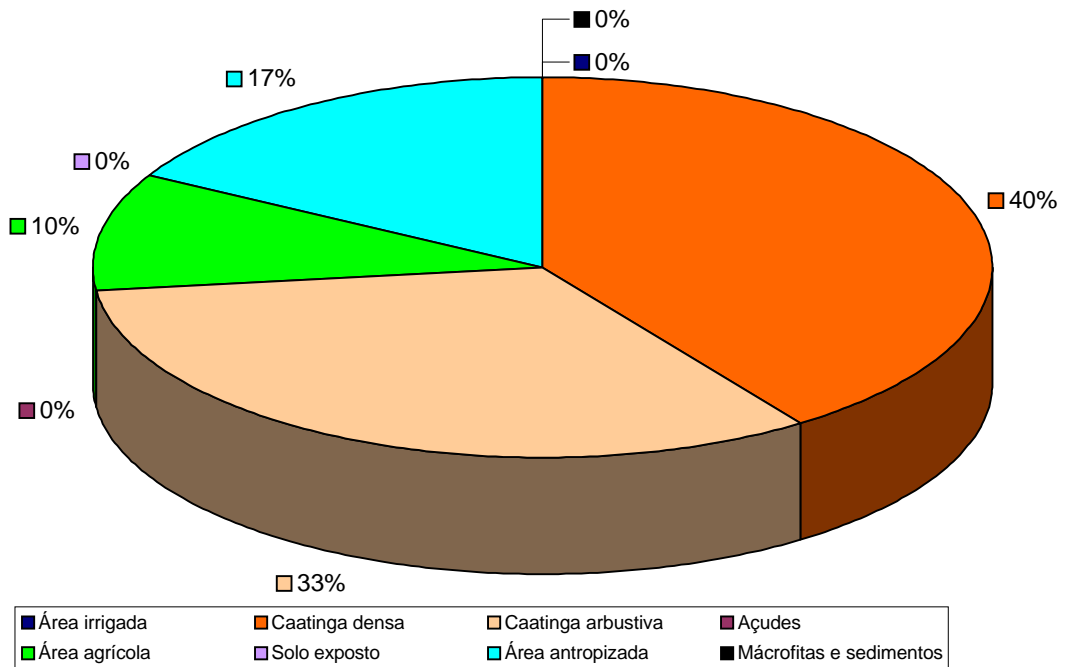


Área irrigada	Caatinga densa	Caatinga arbustiva	Açudes
Área agrícola	Solo exposto	Área antropizada	Macrófitas e sedimentos
Mata ciliar	Nuvem	Área Urbana	

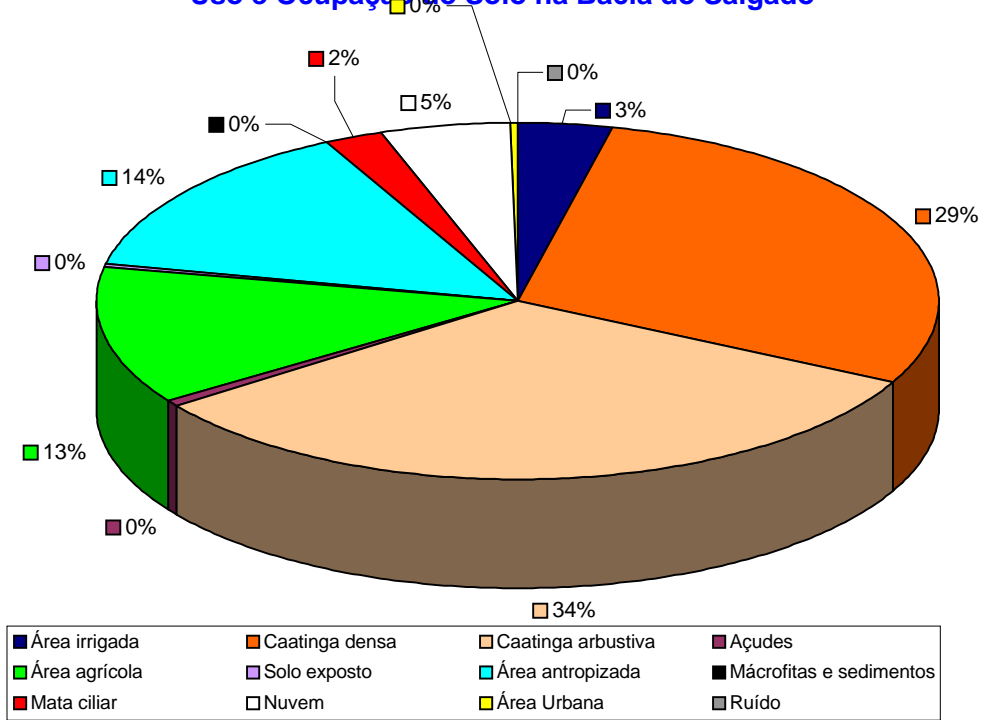
Uso e Ocupação do Solo no Município de Salitre



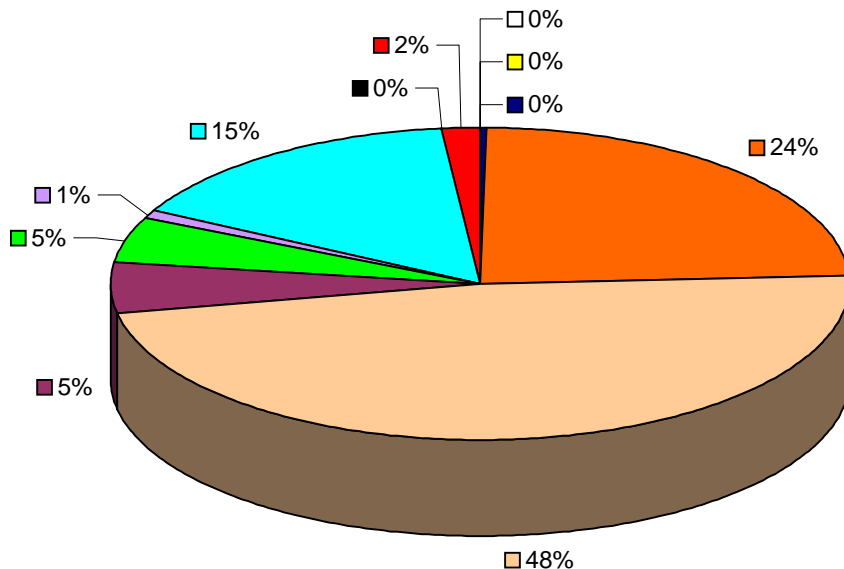
Uso e Ocupação do Solo no Município de Santana do Cariri



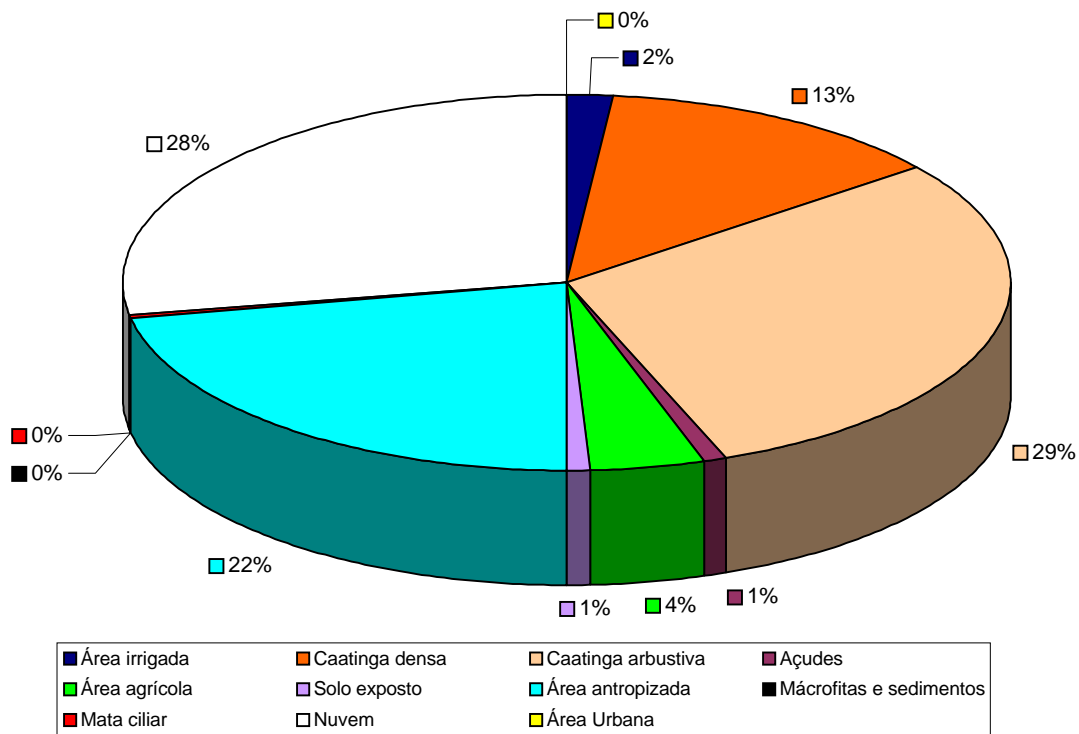
Uso e Ocupação do Solo na Bacia do Salgado



Uso e Ocupação do Solo na Bacia do Banabuiú

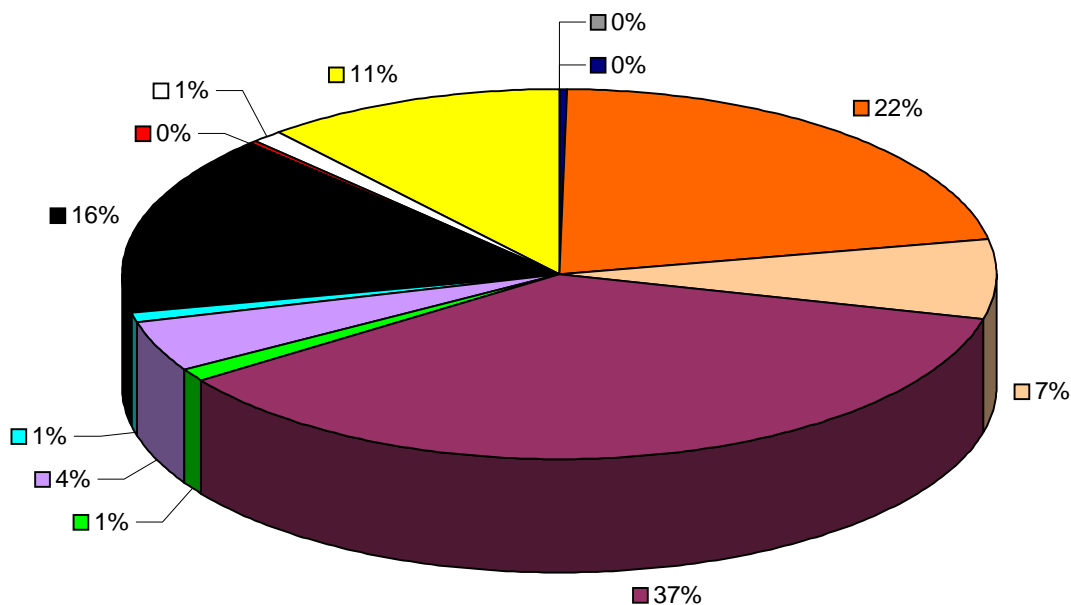


Uso e Ocupação do Solo na Bacia do Baixo Jaguaribe

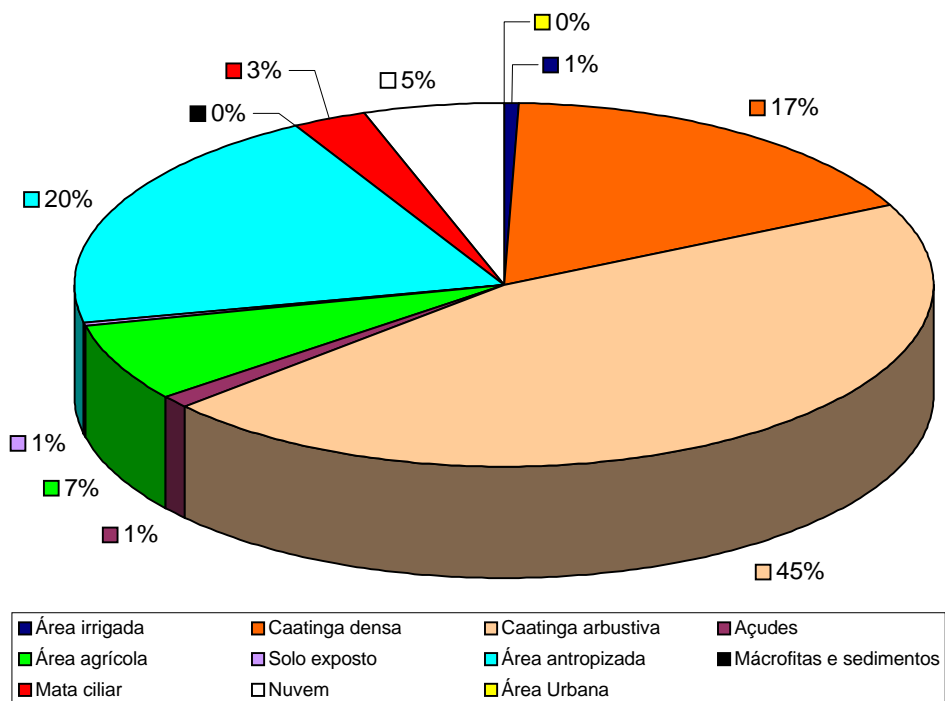


Área irrigada	Caatinga densa	Caatinga arbustiva	Açudes
Área agrícola	Solo exposto	Área antropizada	Macrofitas e sedimentos
Mata ciliar	Nuvem	Área Urbana	

### Uso e Ocupação do Solo na Bacia do Alto Jaguaribe

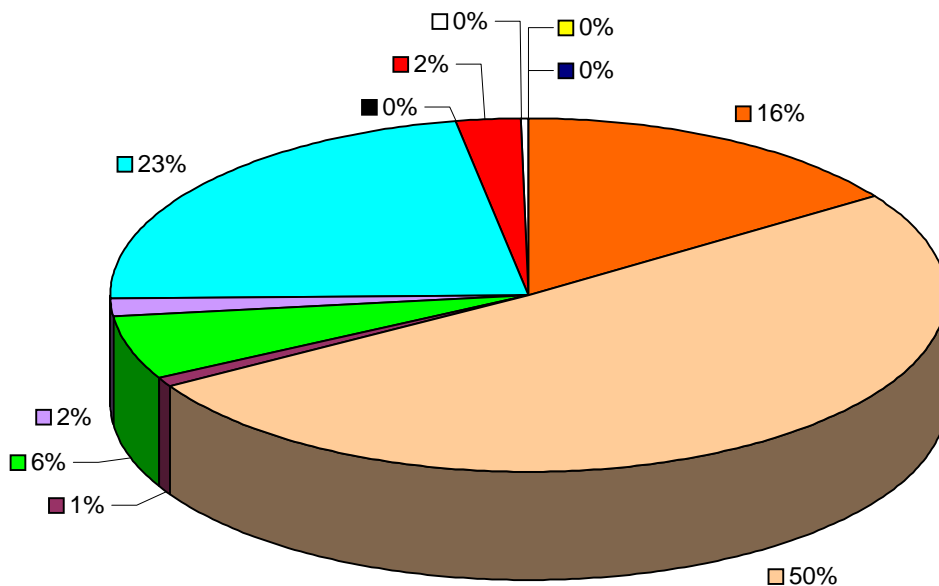


### Uso e Ocupação do Solo na Bacia do Médio Jaguaribe

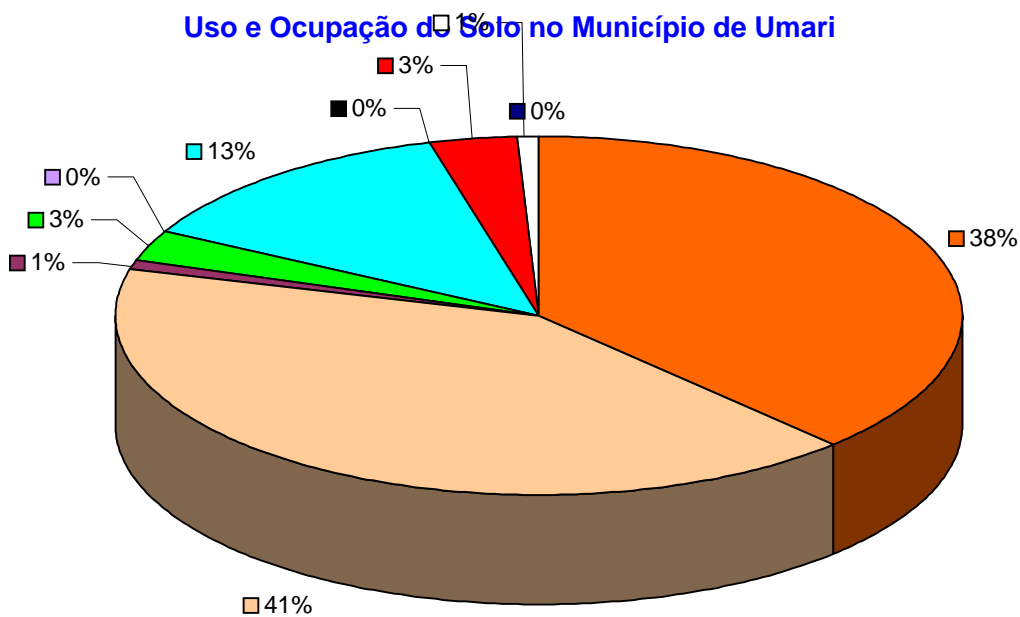


Área irrigada	Caatinga densa	Caatinga arbustiva	Açudes
Área agrícola	Solo exposto	Área antropizada	Mácrofitas e sedimentos
Mata ciliar	Nuvem	Área Urbana	

Uso e Ocupação do Solo no Município de Tauá

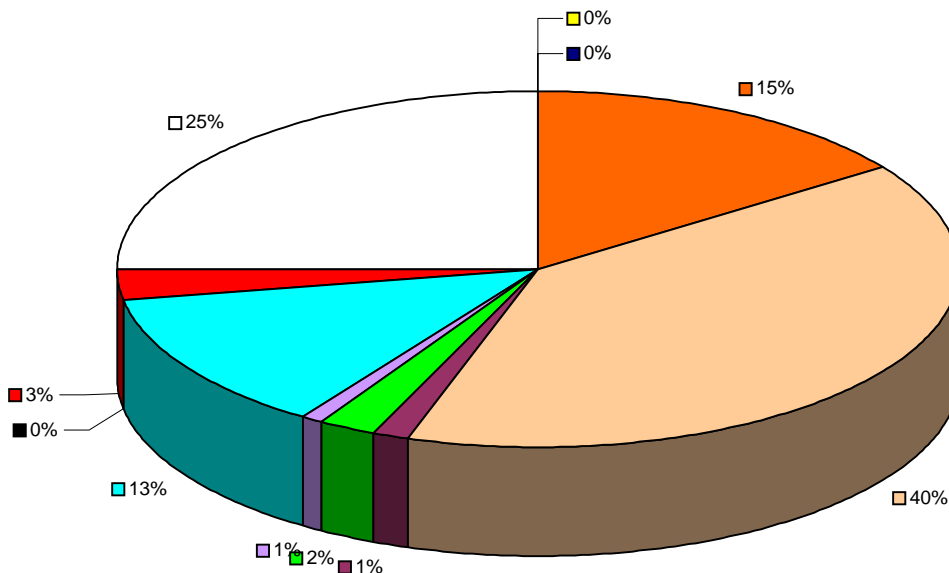


Uso e Ocupação do Solo no Município de Umari

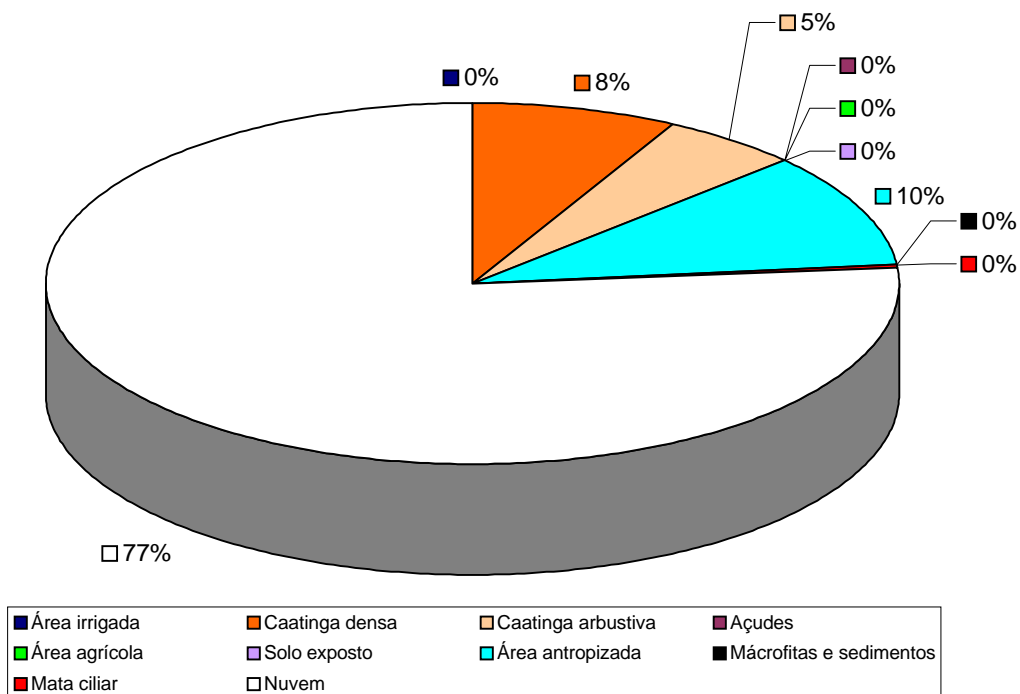


Área irrigada	Caatinga densa	Caatinga arbustiva	Açudes
Área agrícola	Solo exposto	Área antropizada	Mácrofitas e sedimentos
Mata ciliar	Nuvem		

Uso e Ocupação do Solo no Município de Solonópole

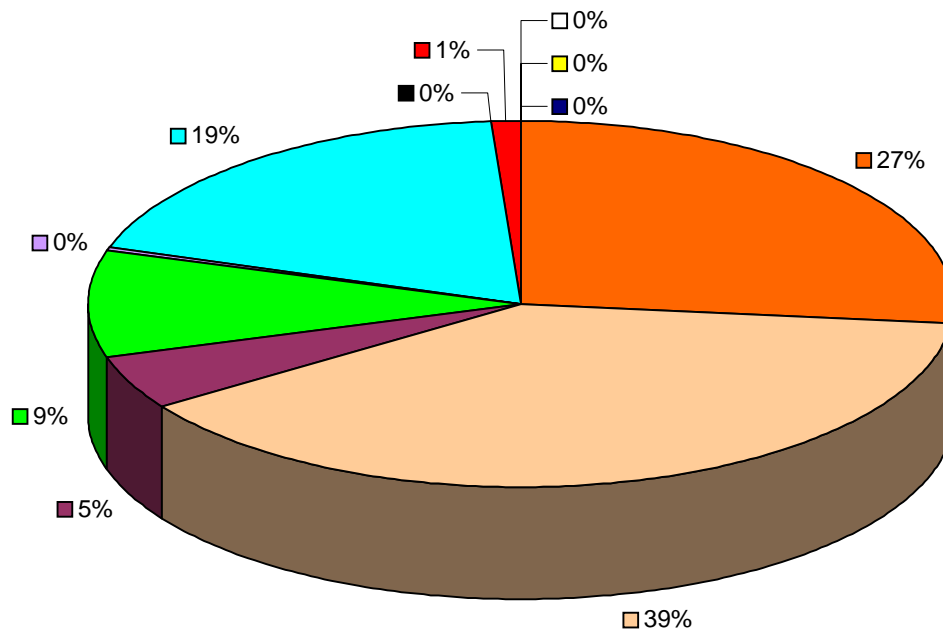


Uso e Ocupação do Solo no Município de Tarrafas

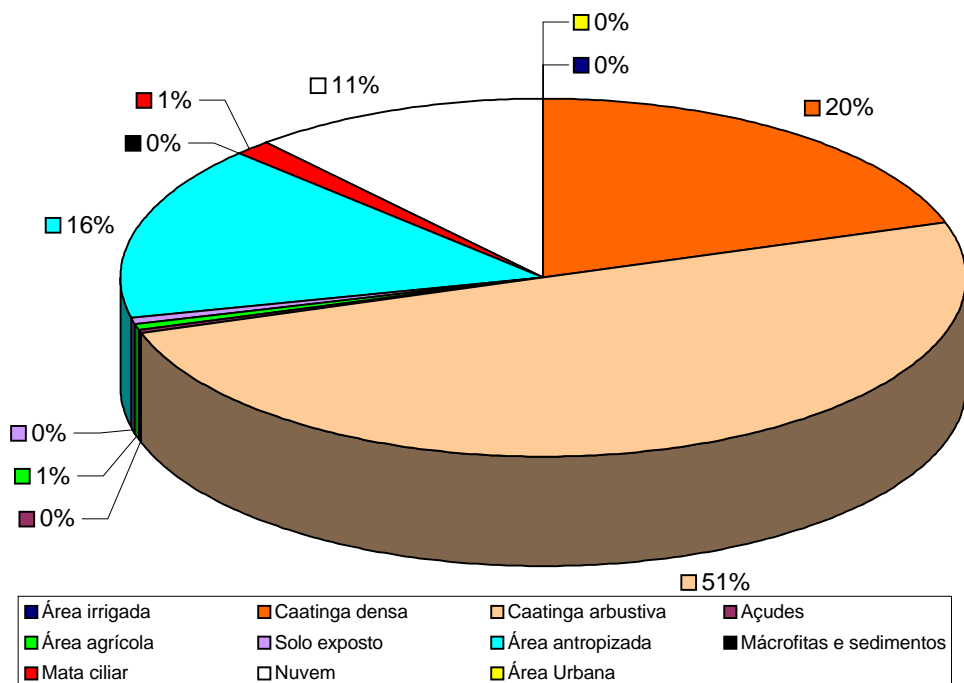


Área irrigada	Caatinga densa	Caatinga arbustiva	Áçudes
Área agrícola	Solo exposto	Área antropizada	Mácrofitas e sedimentos
Mata ciliar	Nuvem		

### Uso e Ocupação do Solo no Município de Quixelô

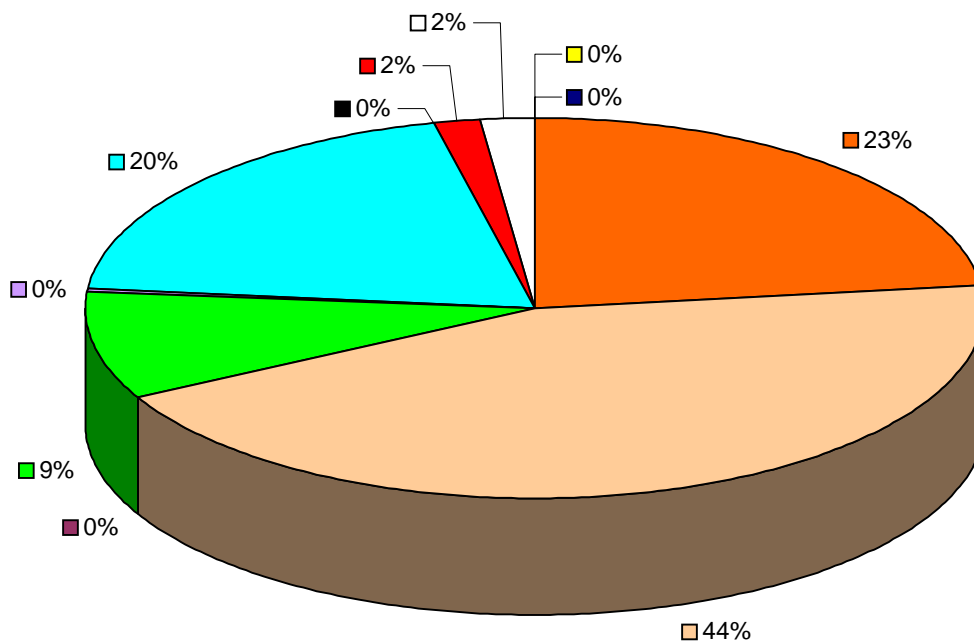


### Uso e Ocupação do Solo no Município de Saboeiro

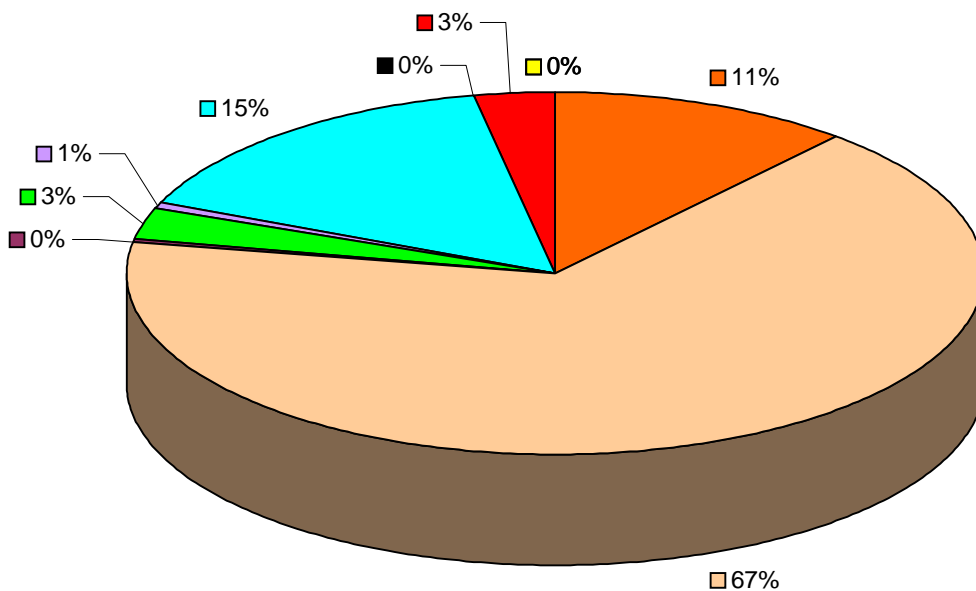




Uso e Ocupação do Solo no Município de Potengi

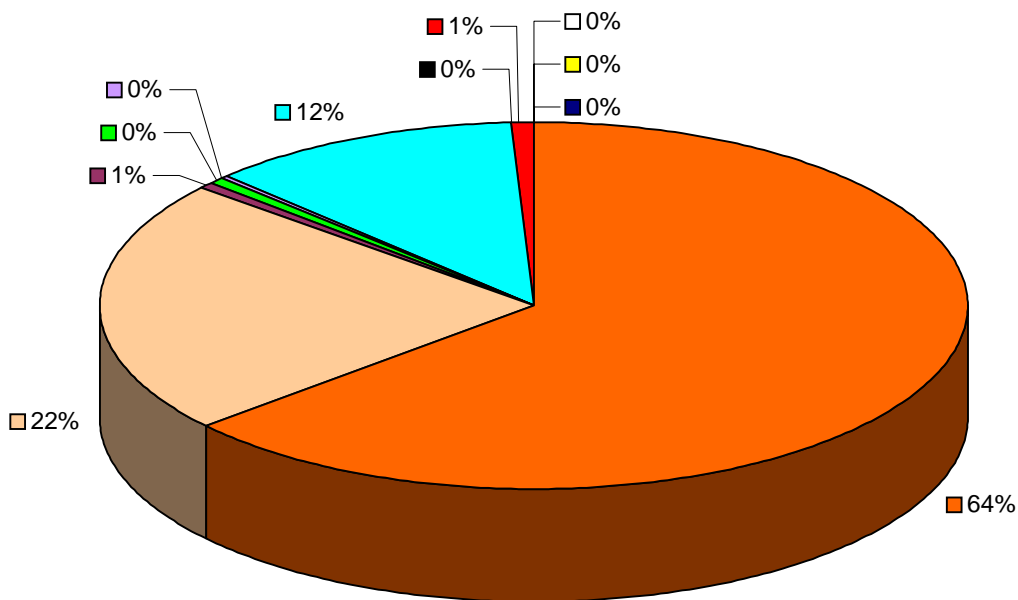


Uso e Ocupação do Solo no Município de Quiterianópolis

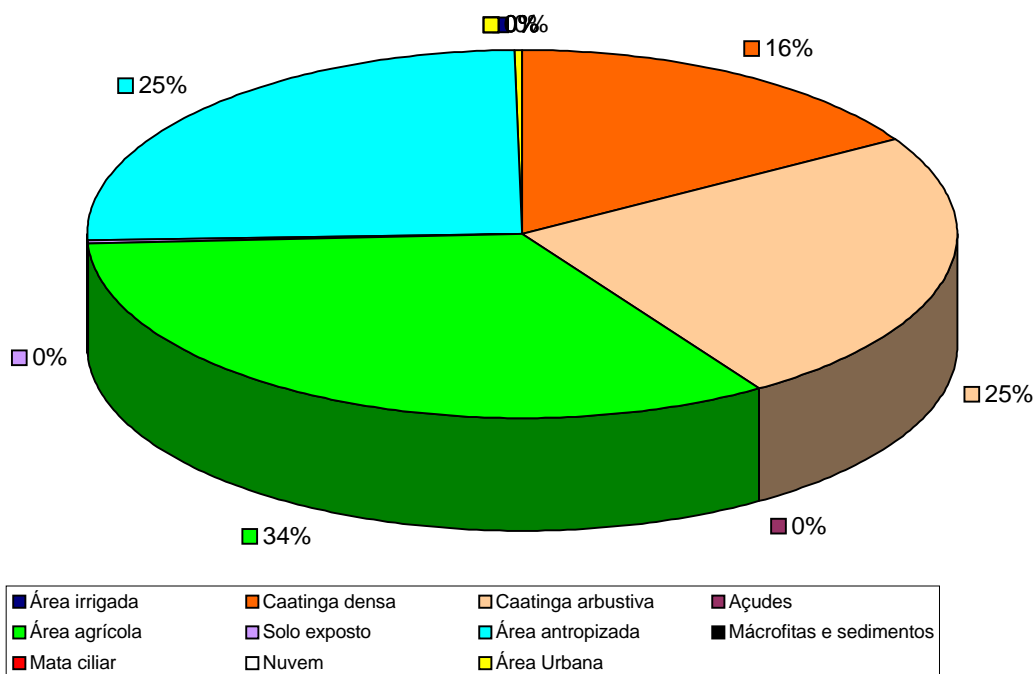


Área irrigada	Caatinga densa	Caatinga arbustiva	Açudes
Área agrícola	Solo exposto	Área antropizada	Mácrofitas e sedimentos
Mata ciliar	Nuvem	Área Urbana	

### Uso e Ocupação do Solo no Município de Pedra Branca



### Uso e Ocupação do Solo no Município de Porteiras



### 2.1.2. Identificação de Áreas Degradadas

As áreas consideradas em processo de degradação são aquelas identificadas nos seguimentos de *solo exposto* e *áreas antropizadas*, ou seja, são áreas que sofreram processo de desmatamento e não são aproveitadas para práticas agrícolas, pelo menos à época em que foram feitas as imagens por satélite.

Quanto ao *solos expostos* verifica-se que a bacia do Jaguaribe tem cerca de 478,42 km<sup>2</sup> de solos em processo de desertificação, representando menos de 0,66 % de sua área total. A maior presença em termos absolutos se dá na sub-bacia do Alto Jaguaribe (195,59 km<sup>2</sup>) representando 0,79 % da área da sub-bacia, enquanto que a maior presença em termos relativos, ocorre na sub-bacia do Banabuiú com 0,87 % (169,26 km<sup>2</sup>). A sub-bacia de menor índice de solos expostos é a do Salgado com apenas 17,82 km<sup>2</sup>, ou cerca de 0,14 % da área da sub-bacia.

A nível de município, o quadro se mostra mais grave nos 12 municípios constantes do Quadro 2.1.2.1, todos apresentando áreas de solo exposto superiores a 10 km<sup>2</sup>, em franco processo de desertificação.

**Quadro 2.1.2.1 – Municípios Mais Afetados Pelo Processo de Desertificação**

Município	Sub-Bacia	Área Total de Solo Exposto (km <sup>2</sup> )	% do Total da Área de Solo Exposto da Bacia
Tauá	Alto Jaguaribe	61,25	12,80
Quixeramobim	Banabuiú	51,09	10,67
Parambu	Alto Jaguaribe	42,19	8,81
Boa Viagem	Banabuiú	22,05	4,60
Quixadá	Banabuiú	21,16	4,42
Aiuaba	Alto Jaguaribe	18,25	3,81
Jaguaribe	Médio Jaguaribe	16,18	3,38
Jaguaretama	Médio Jaguaribe	15,62	3,26
Salitre	Alto Jaguaribe	14,51	3,03
Morada Nova	Banabuiú *	12,03	2,51
Senador Pompeu	Banabuiú	11,74	2,45
Jaguaribara	Médio Jaguaribe	10,08	2,11

\* Maior Parcela da Área Territorial do Município

Conforme se pode depreender do quadro acima, o município de Tauá, na sub-bacia do Alto Jaguaribe, aparece como a região mais crítica com relação ao processo de desertificação, seguido dos municípios de Quixeramobim, Parambu e Boa Viagem. Dada a importância desse processo, procurou-se identificar nesses municípios as regiões mais afetadas pela desertificação, conforme se descreve a seguir.

### a) em Tauá

No município de Tauá se destacam duas regiões onde o processo de desertificação é mais acentuado. A primeira fica situada ao sul da sede municipal, com centro geométrico aproximado segundo as coordenadas UTM 358 km –E e 9.328 km – N, situada entre as localidades de Itapoã e Olaria, configurando-se numa região com ausência de núcleos urbanos, ficando à margem ocidental do Rio Jaguaribe.

A segunda região situa-se a sudoeste da sede municipal, com centro geométrico nas coordenadas 348 km – E e 9.311 km – N na região compreendida entre o Serrote da Garra e o Riacho das Cacimbas, a nordeste do Açude Cococá, configurando-se numa área de solo exposto dentro de uma zona de intensa exploração agrícola. Esta área está apresentada na figura 2.1.2.1.

As demais áreas situam-se ao longo das margens dos riachos Carrapateiras e São Bento, além do Riacho Trici onde, a montante do Açude Trici, aparecem diversas manchas de solo exposto.

### b) em Quixeramobim

No município de Quixeramobim, as principais áreas de solo exposto aparecem na confluência com o município de Madalena, no entorno do Açude São José, no riacho Ipueira, um dos afluentes ao Riacho Pirabibu. As coordenadas UTM aproximadas da área são 463 km – E e 9.449 km – N. A área mais degradada situa-se entre a Serra do Cipó e o Açude São José, próxima às localidades de Santo Antônio, Fazenda Campo Grande e Fazenda Canafistula, conforme está apresentado na figura 2.1.2.2.

Ocorre nessa região um acentuado processo de antropização do solo devido principalmente a presença de extensas áreas agrícolas às margens dos riachos Pirabibu e Caracol.

### c) em Parambu

Em Parambu foram identificadas três regiões críticas onde se desenvolve o processo de desertificação. A primeira fica ao norte da cidade de Parambu, com centro geométrico aproximado nas coordenadas UTM 320 km – E e 9.334 km – N, representada por uma área extremamente antropizada entre os sítios Campo Grande, Santa Clara e no entorno do Córrego do Bálsamo.

A segunda área pode ser representada por um quadrilátero com vértices nas coordenadas 312 km – E e 9.328 km – N; 326 km – E e 9.328 km – N; 312 km – E e 9.317 km – N; 326 km – E e 9.317 km – N. A área apresenta uma intensa exploração agrícola com acentuada presença de solos expostos. O epicentro da área fica nas proximidades do Sítio Serragem, na zona cortada pelo Riacho dos Ferros, inclusive identificada por uma quase total ausência de mata ciliar no mesmo.

Fig. 2.1.2.1: Área de solo exposto em zona de exploração agrícola no município de Tauá

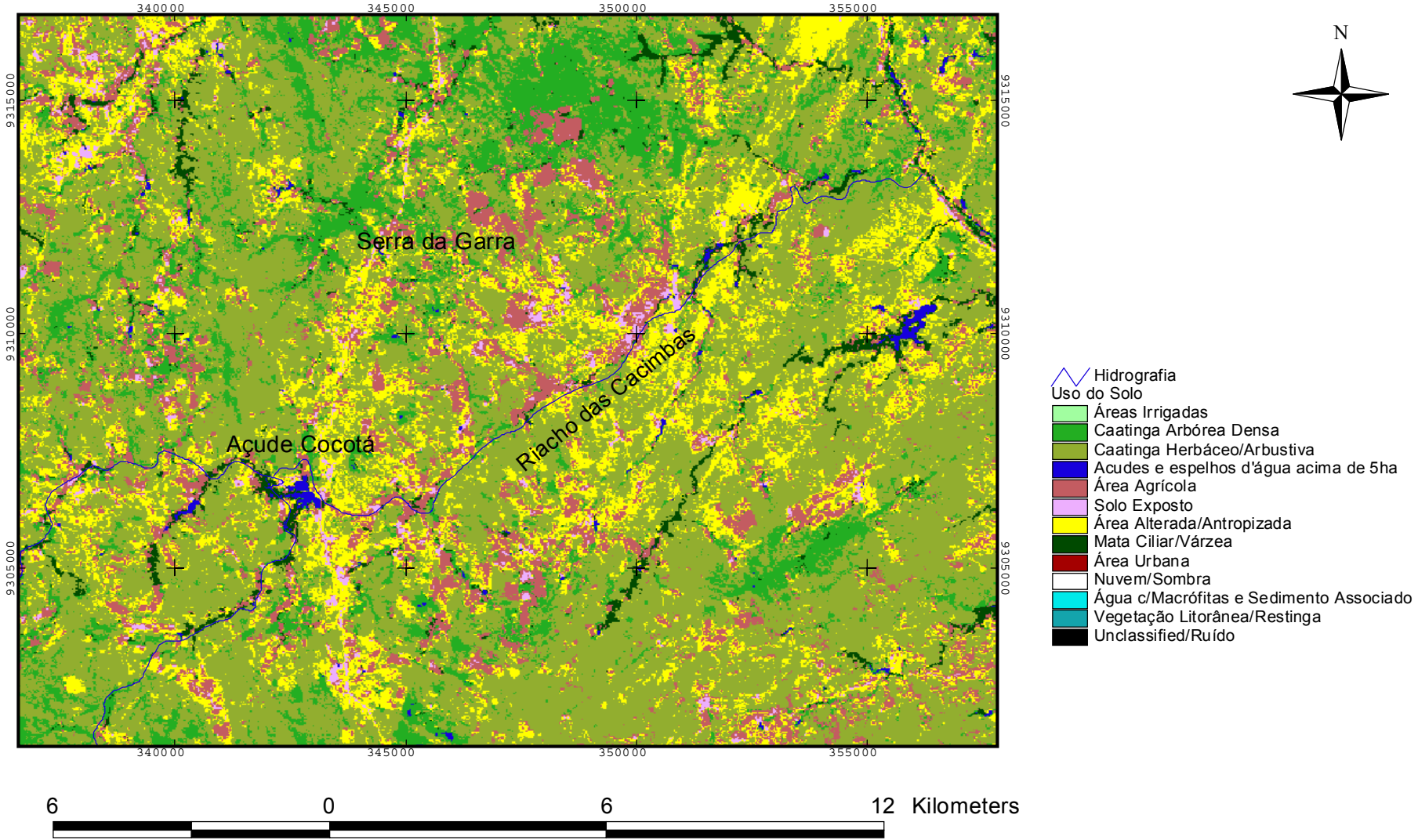
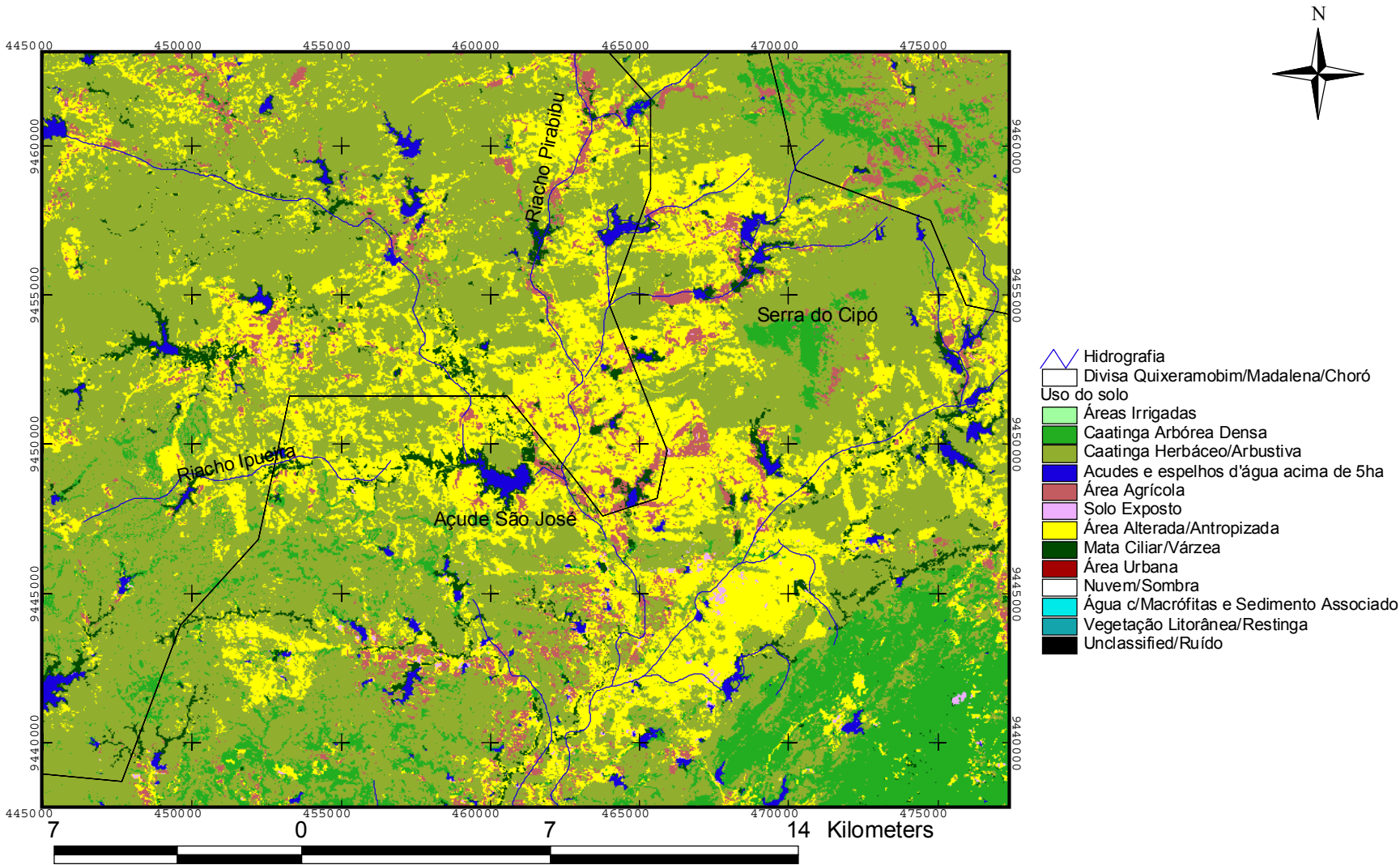


Fig. 2.1.2.2: Área crítica antropizada no município de Quixeramobim



A terceira região afetada localiza-se ao sudoeste da cidade de Parambu, nas coordenadas aproximadas 306 km – E e 9.310 km – N, conforme apresentado na figura 2.1.2.3, próxima às nascentes do Riacho São Francisco na encosta da Serra dos Cariris, provavelmente decorrente de uma exploração agrícola desordenada nas áreas de encosta, na quais normalmente não se obedece os cuidados técnicos recomendados para esta situação, tal como o plantio das culturas seguindo-se as curvas de nível.

### d) em Boa Viagem

Duas regiões críticas são observadas no município de Boa Viagem, sendo a primeira numa área situada a nordeste da cidade de Boa Viagem, com centro geométrico representado pelas coordenadas 424 km – E e 9.440 km – N, conforme apresentado na figura 2.1.2.4, na região formadas pelas localidades de Curimatã, Tocantins, Juazeiro e Jordão.

A segunda região situa-se a sudoeste de Boa Viagem, coordenadas centrais 395 km –E e 9.424 km – N, compreendendo a área formada pelos sítios Passagem Funda, Bela Aliança, Nova Iorque, Árabe e Holanda.

Nas Figuras 2.1.1.5 a 2.1.2.12 são identificadas as regiões mais críticas em termos de antropismo e solo exposto para os demais municípios citados no Quadro 2.1.2.1, ou seja, Quixadá, Aiuaba, Jaguaribe, Jaguaratama, Salitre, Morada Nova, Sen. Pompeu e Jaguaribara.

A identificação dessas áreas degradadas permitirá o futuro estabelecimento de programas preventivos e/ou corretivos do processo de desertificação, evitando-se sua propagação nessas áreas específicas. Seria também recomendável que instituições de pesquisa e extensão ligadas ao poder público e às universidades, adotassem um programa de estudo das relações de causa e efeito do processo de desertificação verificados nessas áreas, procurando identificar as formas de prevenção e correção do processo, que poderiam ser estendidas às demais áreas da bacia e do próprio estado do Ceará.

Em termos de *áreas degradadas por antropização*, isto é, a soma das áreas em processo de desertificação com aquelas degradadas por antropismo, resulta no quadro 2.1.2.2 relativo aos municípios mais críticos da bacia.



Fig. 2.1.2.3: Área antropizada e solo exposto na encosta da Serra dos Cariris Novos, na divisa do município de Parambu com o Piauí

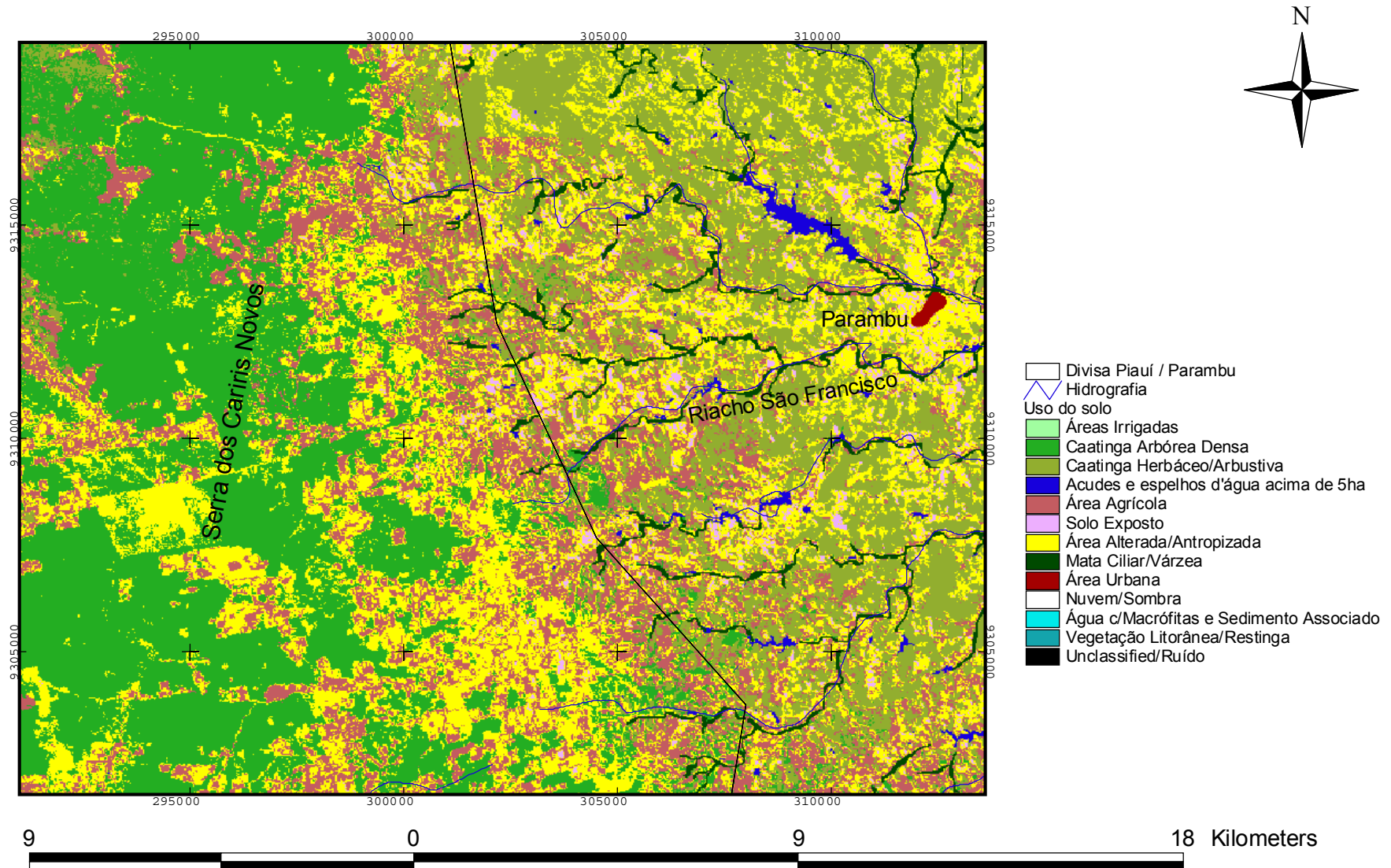


Figura 2.1.2.4: Região crítica antropizada a nordeste da cidade de Boa Viagem

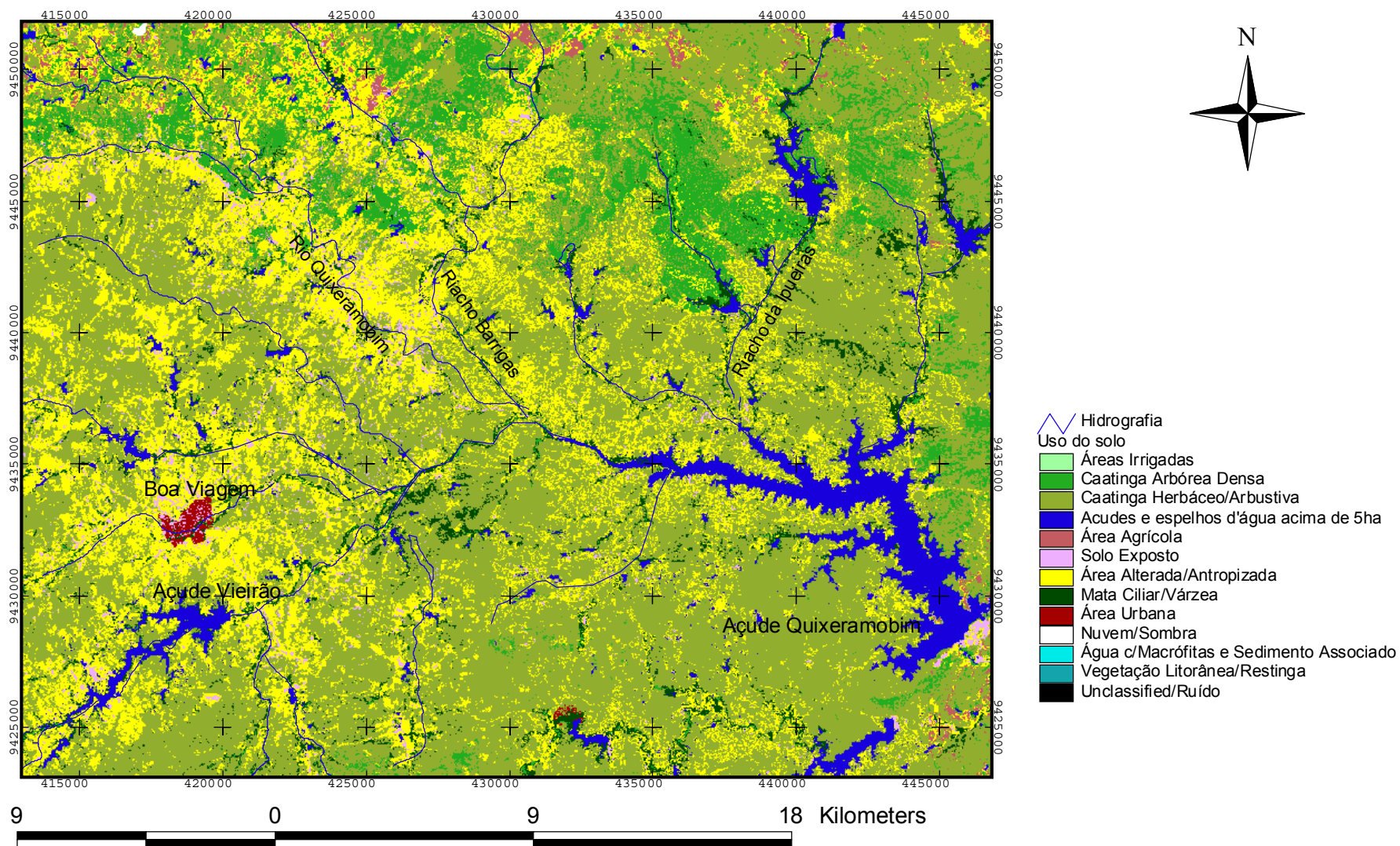
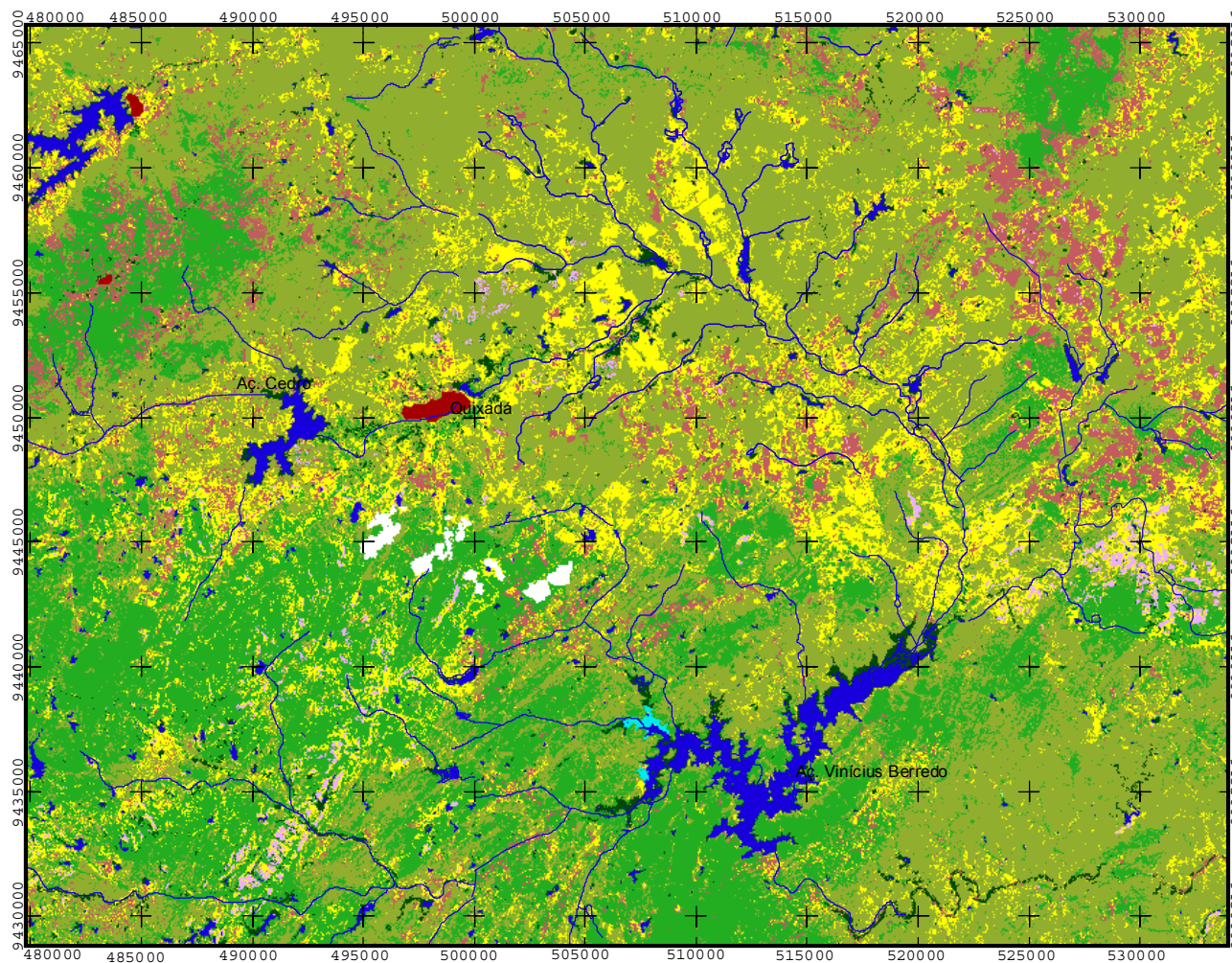


Fig. 2.1.2.5: Regiões críticas antropizadas no município de Quixadá



- hidrografia
- Uso do solo
- Áreas Irrigadas
- Caatinga Arbórea Densa
- Caatinga Herbáceo/Arbustiva
- Acudes e espelhos d'água acima de 5ha
- Área Agrícola
- Solo Exposto
- Área Alterada/Antropizada
- Mata Ciliar/Várzea
- Área Urbana
- Nuvem/Sombra
- Água c/ Macrófitas e Sedimento Associado
- Vegetação Litorânea/Restinga
- Unclassified/Ruído



Fig. 2.1.2.6: Região crítica antropizada ao norte e nordeste da cidade de Aiuaba

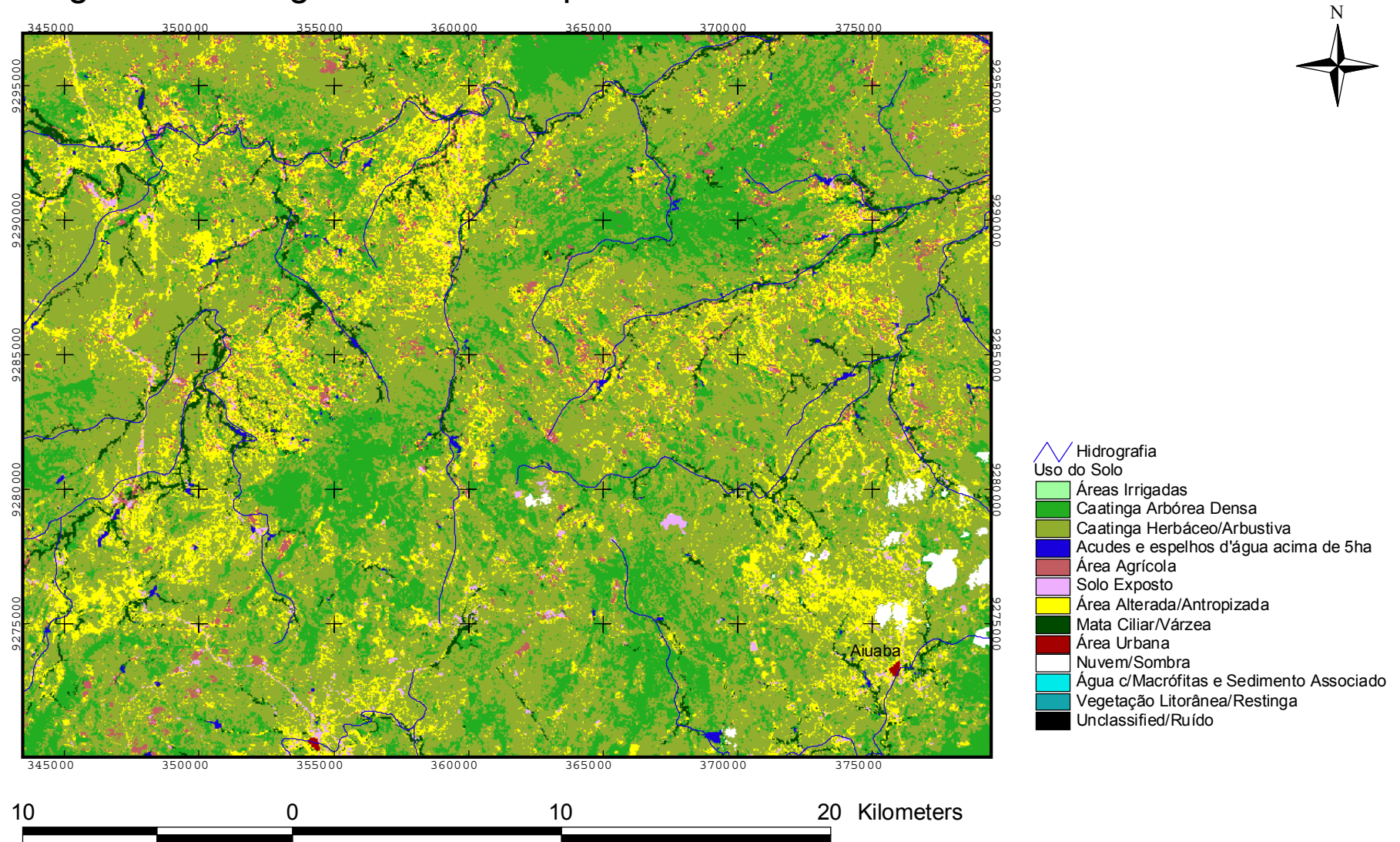


Fig. 2.1.2.7: Região crítica antropizada no município de Jaguaribe

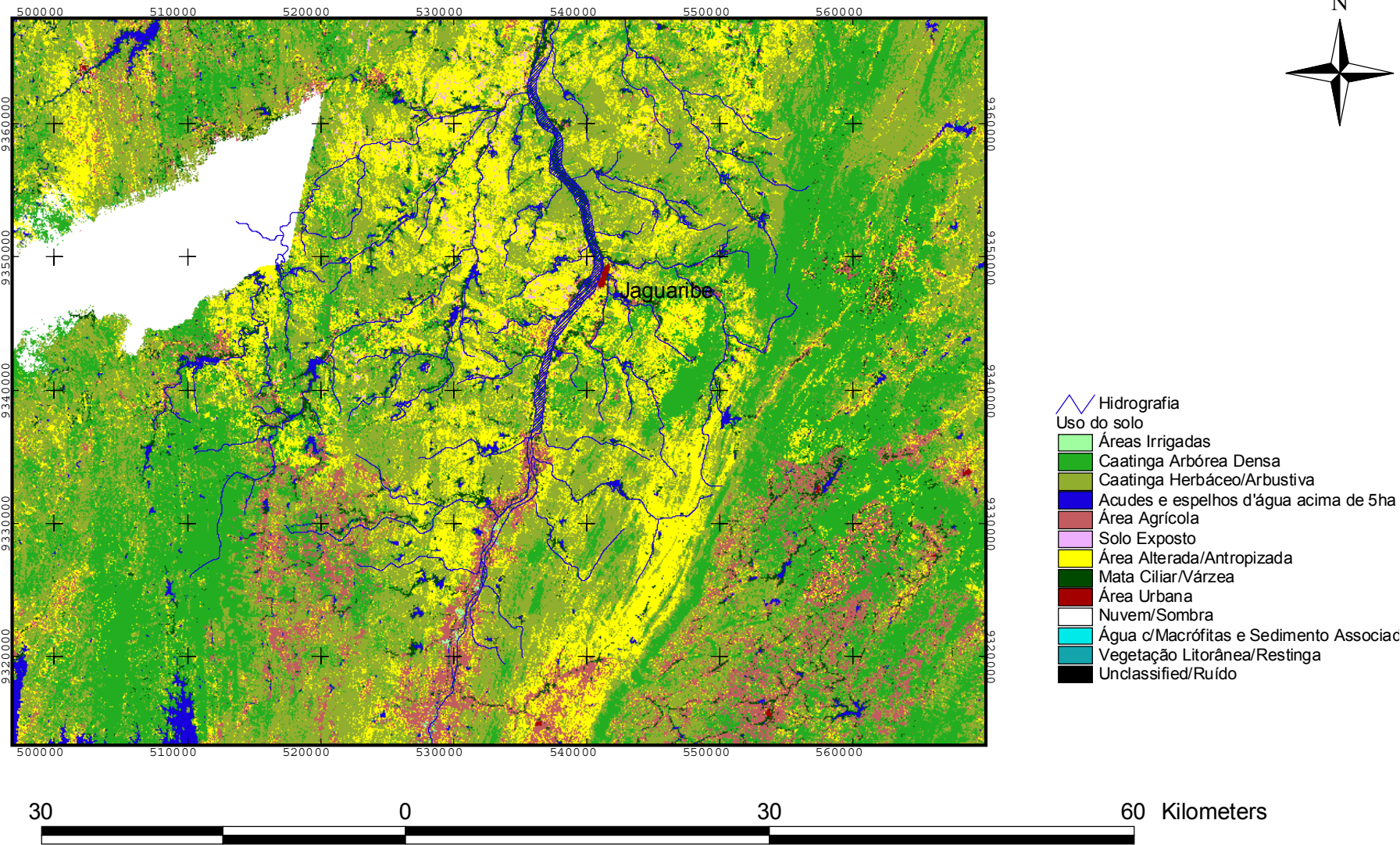


Fig. 2.1.2.8: Região crítica antropizada no município de Jaguaretama ao longo do riacho do Sangue

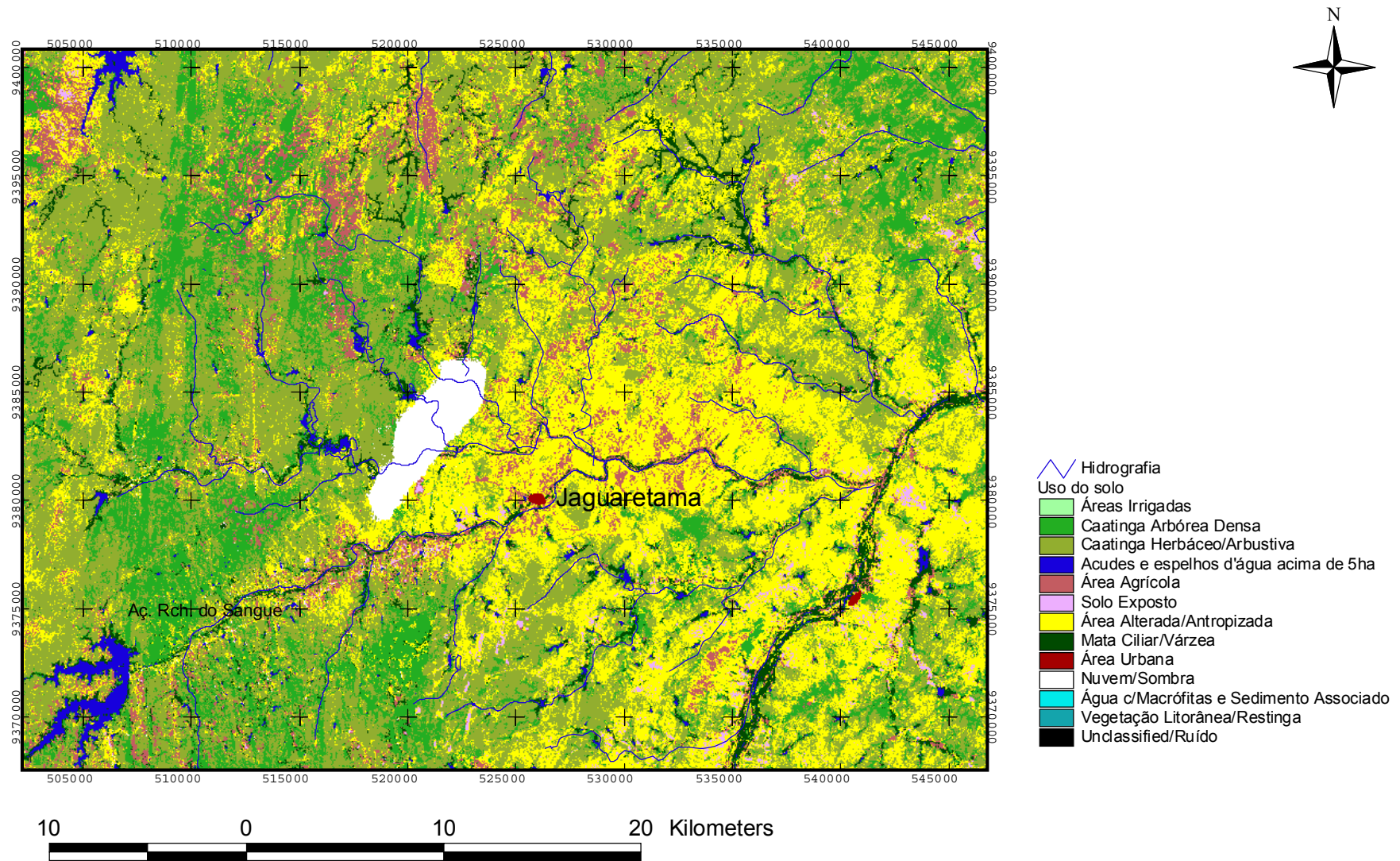
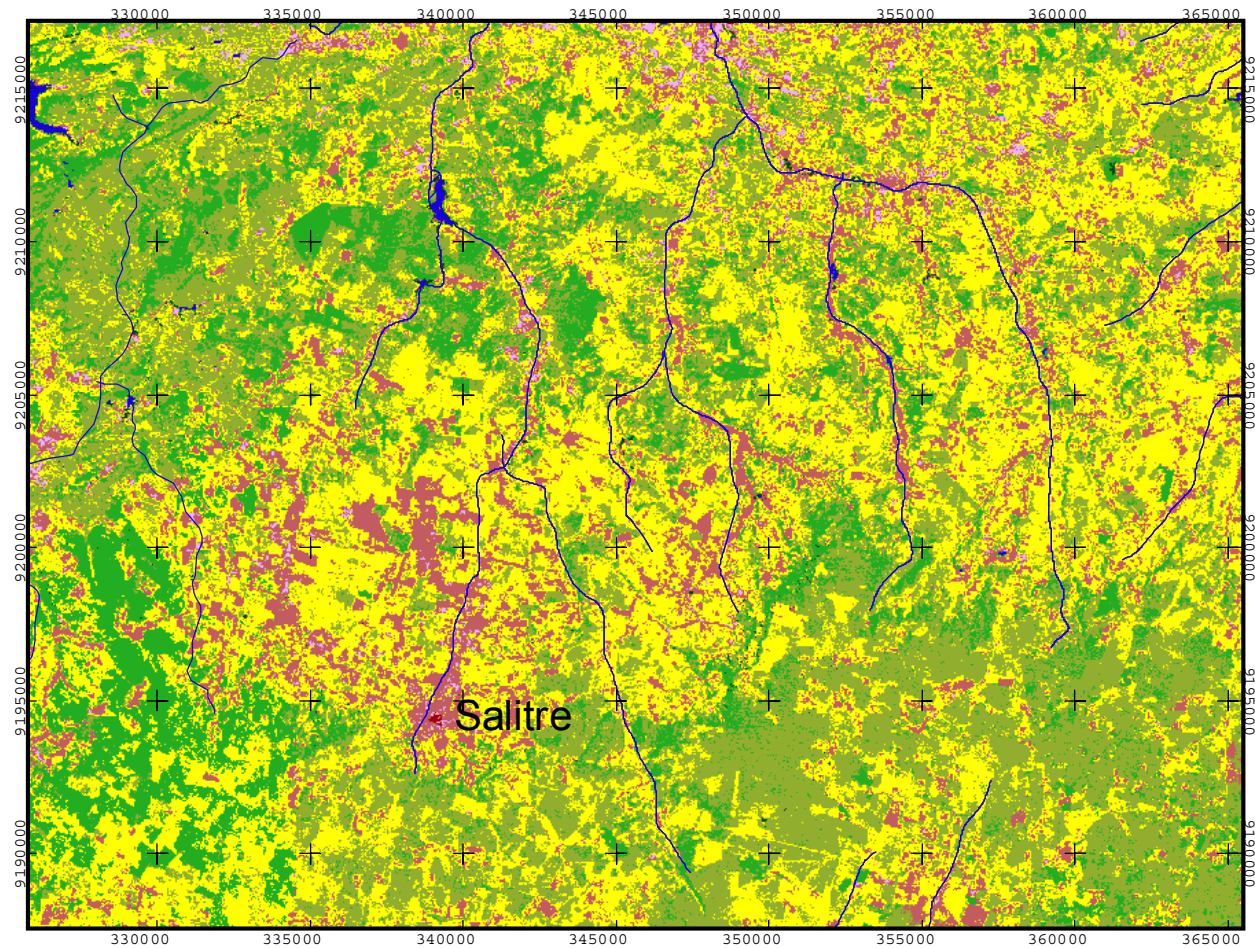


Fig. 2.1.2.9: Regiões críticas antropizadas no município de Salitre



- Hydrografia
- Uso do solo
- Áreas Irrigadas
- Caatinga Arbórea Densa
- Caatinga Herbácea/Arbustiva
- Acudes e espelhos d'água acima de 5ha
- Área Agrícola
- Solo Exposto
- Área Alterada/Antropizada
- Mata Ciliar/Várzea
- Área Urbana
- Nuvem/Sombra
- Água c/ Macrófitas e Sedimento Associado
- Vegetação Litorânea/Restinga
- Unclassified/Ruído

10 0 10 20 Kilometers

Fig. 2.1.2.10: Região crítica antropizada no município de Morada Nova

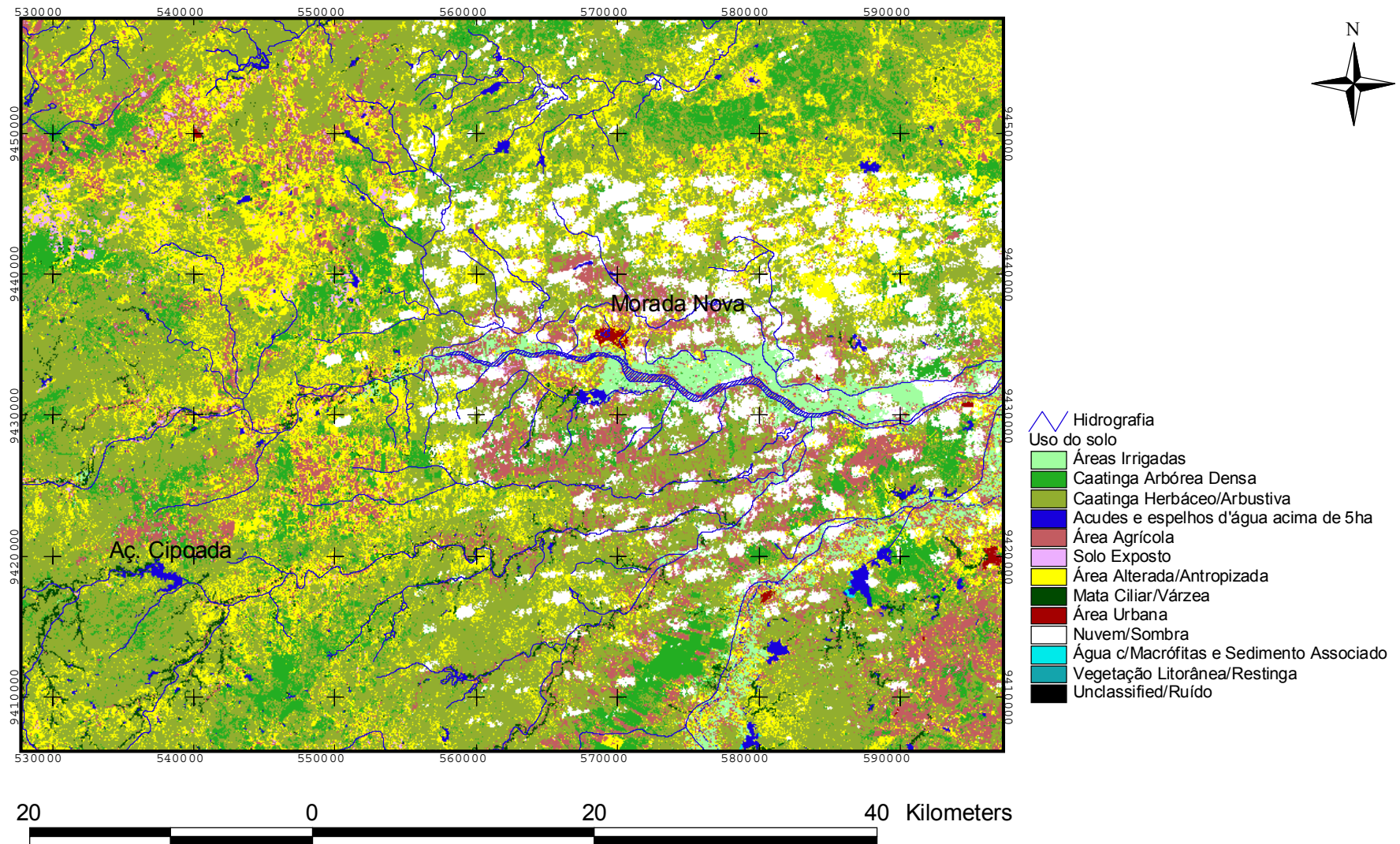
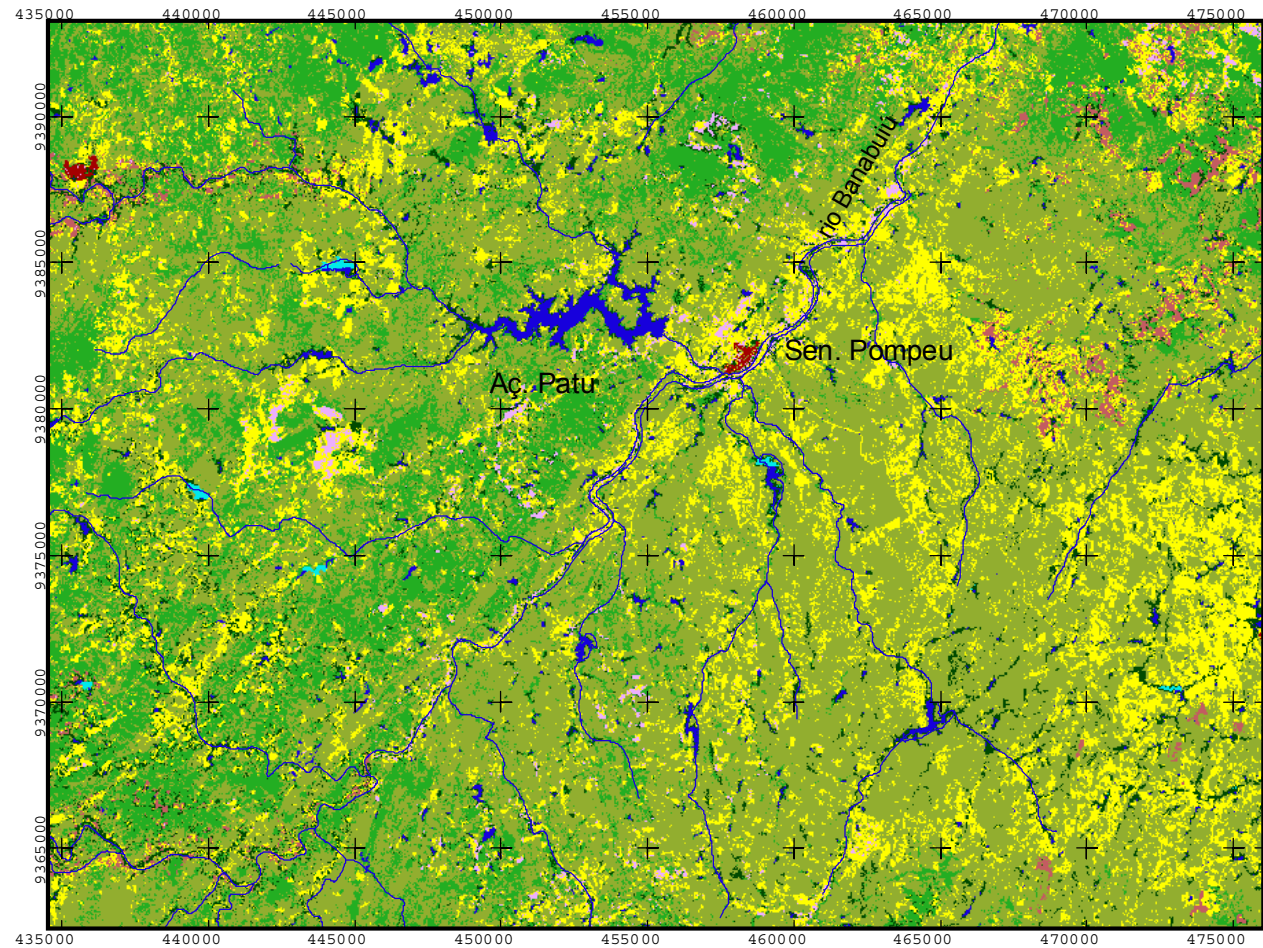




Fig. 2.1.2.11: Região antropizada no município de Sen. Pompeu

















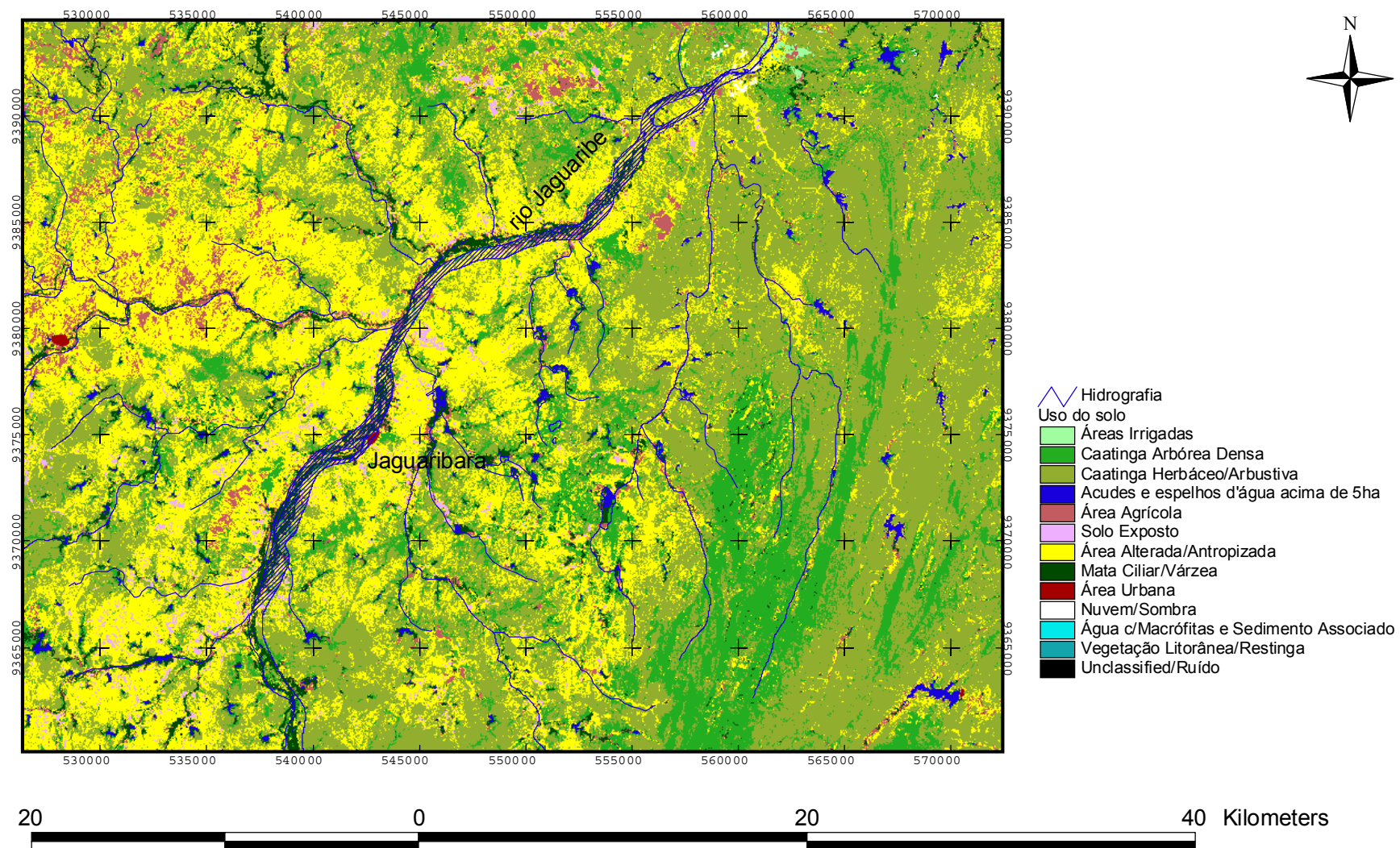
-  Hidrografia
- Uso do solo
-  Áreas Irrigadas
-  Caatinga Arbórea Densa
-  Caatinga Herbácea/Arbustiva
-  Acudes e espelhos d'água acima de 5ha
-  Área Agrícola
-  Solo Exposto
-  Área Alterada/Antropizada
-  Mata Ciliar/Várzea
-  Área Urbana
-  Nuvem/Sombra
-  Água c/Macrófitas e Sedimento Associado
-  Vegetação Litorânea/Restinga
-  Unclassified/Ruído



Fig. 2.1.2.12: Regiões críticas antropizadas no município de Jaguaribara ao longo do rio Jaguaribe



**Quadro 2.1.2.2 – Municípios Mais Degradados por Antropismo**

Município	Sub-Bacia	Área Degradada (km <sup>2</sup> )	% do Território Municipal
Tauá	Alto Jaguaribe	880,25	24,22
Boa Viagem	Banabuiú	579,50	19,89
Quixeramobim	Banabuiú	535,23	16,53
Parambu	Alto Jaguaribe	506,25	22,77
Jaguaretama	Médio Jaguaribe	497,19	27,85
Jaguaribe	Médio Jaguaribe	492,10	29,55
Salitre	Alto Jaguaribe	435,19	40,36
Russas	Baixo Jaguaribe	399,21	26,52
Icó	Alto Jaguaribe	340,28	18,20
Morada Nova	Banabuiú	338,69	16,62
Mombaça	Banabuiú	307,48	13,56
Lavras da Mangabeira	Salgado	257,85	29,72

Novamente se observa que o município de Tauá aparece como região mais crítica com relação à degradação ambiental, em termos absolutos, comprometendo 24% de sua área. Em termos relativos, o município de Salitre apresenta cerca de 40% de sua área territorial em franco processo de degradação, sendo a pior situação observada.

Entretanto, através de uma simples inspeção visual nos Quadros 2.1.2.1 e 2.1.2.2 acima, verifica-se, em termos gerais, que os municípios de **Tauá, Quixeramobim, Boa Viagem e Parambu** se apresentam como as áreas mais críticas de degradação ambiental, requerendo uma atenção especial no planejamento de seu desenvolvimento sustentável, com vistas a evitar o agravamento desta situação que poderia evoluir para um processo acelerado de desertificação, tal como verificado nas áreas aqui descritas. Faz-se necessário prever na fases de Planejamento e Programas de Ação deste Plano de Gerenciamento, medidas mitigadoras do quadro atual de degradação ambiental nestes municípios, sugerindo uma política de desenvolvimento compatível com o estado de exploração atual de seus recursos naturais.

### 2.1.3. Identificação de Reservas Ecológicas, Áreas de Preservação e Unidades de Conservação

Segundo levantamento da Consultora junto a órgãos como a SEMACE e o IBAMA, identificou-se a **Estação Ecológica de Aiuaba** como a única grande área de preservação legalmente estabelecida dentro da Bacia do Jaguaribe.

A Estação Ecológica de Aiuaba foi criada pelo Decreto nº 81.218 publicado no D.O. U. de 16 de janeiro de 1978, tornando de utilidade pública para fins de desapropriação pelo Ministério do Interior – Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA), uma área de 11.525,3427 hectares situados entre os meridianos 40° 20' 00" e 40° 08' 00" longitude oeste e paralelos 06° 35'00" e 06° 46'00" latitude sul, situados no município de Aiuaba-CE, na sub-bacia do Alto Jaguaribe, na região conhecida por Sertão dos Inhamuns.

As coordenadas geográficas do Decreto 81.218, diferem daquelas apresentadas no “folder” da SEMA, que aponta para os meridianos 40° 07'15" e 40° 19'19" e os paralelos 06° 36' 01" e 06° 44' 35" , concordando entretanto numa área de 11.525 ha para a reserva ecológica, provavelmente em função de ajustes com relação à poligonal de desapropriação.

O objetivo da Estação Ecológica de Aiuaba é “ preservar ambientes naturais representativos dos nossos ecossistemas, destinada a servir como infra-estrutura às Universidades para a promoção de estudos ecológicos comparativos entre a situação encontrada nessas áreas protegidas e as áreas vizinhas ocupadas pelo homem”.

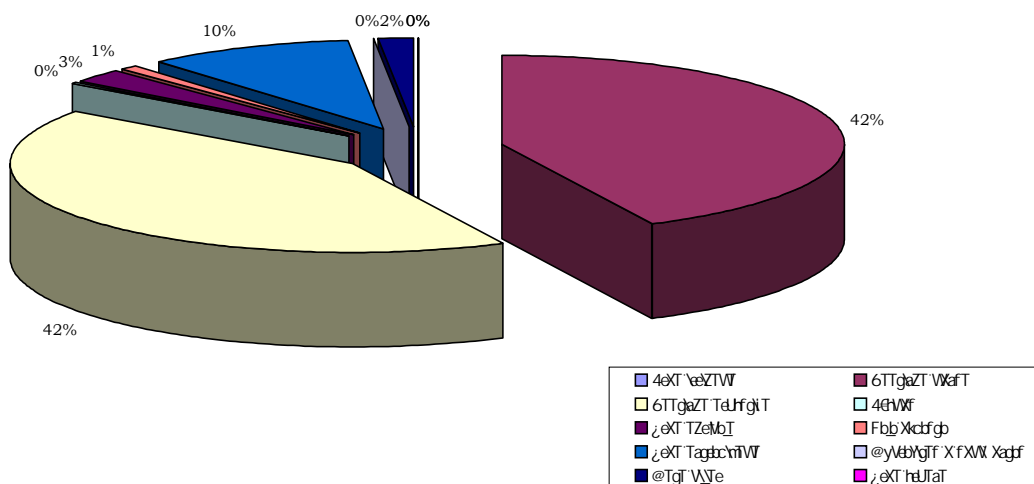
A Estação Ecológica situa-se a cerca de 4 km da sede do município de Aiuaba, que por sua vez dista 604 km de Fortaleza, na região sudoeste do estado, fazendo fronteira com os municípios de Saboeiro, Antonina do Norte, Campos Sales, Arneiroz e Parambu, conforme está apresentado na figura 2.1.3.1. O município tem uma área de 2597 km<sup>2</sup> abrigando uma população de 20.937 habitantes, dos quais 2.620 vivem na área urbana.

Segundo o levantamento pela imagens de satélite, o município de Aiuaba apresentou a seguinte segmentação de uso e ocupação do solo, mostrada no Quadro 2.1.3.1.

**Quadro 2.1.3.1 – Uso e Ocupação do Solo no Município de Aiuaba**

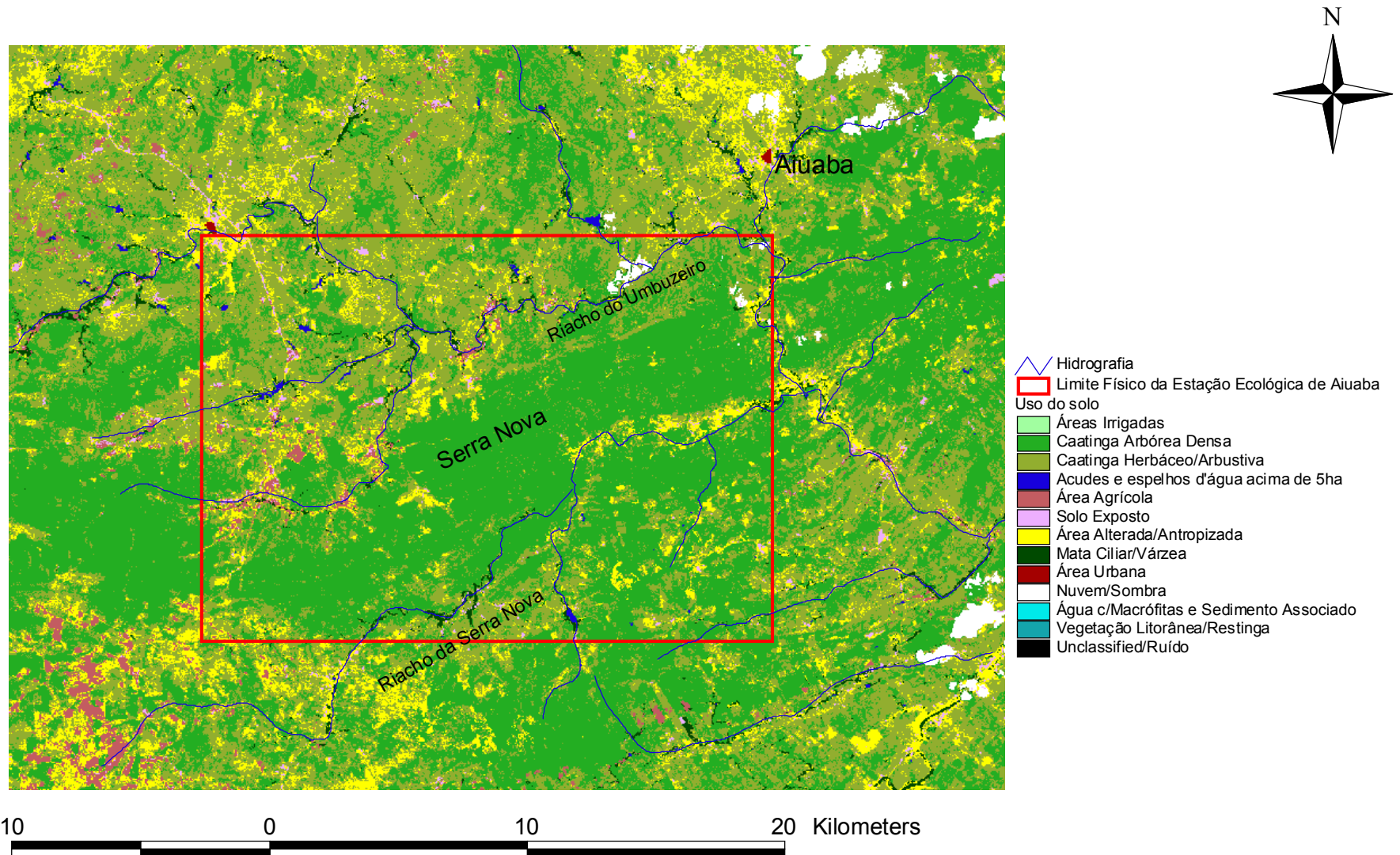
Segmento de Uso	Área Ocupada (km <sup>2</sup> )	% do Território Municipal
Área Irrigada	0,00	0
Caatinga densa	1006,04	42,38
Caatinga arbustiva	987,00	41,58
Açudes	6,64	0,27
Área agrícola	61,40	2,58
Solo exposto	18,25	0,76
Área antropizada	227,03	9,56
Macrófitas e sedimentos	0,00	0
Mata ciliar	41,81	1,76
Área urbana	0,28	0,01

**Uso e Ocupação do Solo no Município de Aiuaba**



Conforme o quadro acima, o município ainda possui cerca de 83,96 % de sua área territorial ocupada por vegetação natural típica do semi-árido. Entretanto, conforme o quadro 2.1.2.1 o município ocupa a sexta posição na classificação dos municípios da bacia do Jaguaribe com maior área de solo exposto em processo de desertificação. A estação ecológica, com 11.525 hectares, ocupa uma área correspondendo a 4,5% do espaço territorial do município.

Figura 2.1.3.1 : Uso do solo na região da Estação Ecológica de Aiuaba



O relevo da região é composto de serras baixas, apresentando-se acidentado em certos trechos e suavemente acidentado ou aplainado em outros. A vegetação predominante é a caatinga arbórea a sub-arbórea densa, que com exceção de algumas roças, não foram alvo de antropismos.

As espécies vegetais mais freqüentes, entre os 360 espécies identificadas, consiste da Aroeira (*Astronium urudenva* Engl); Angico (*Piptadenia macrocarpa* Benth.); Freijorge (*Cordia alliodora* Chan.); Jurema branca (*Pithecolobium dumosun* Benth.); Marmeleiro (*Croton hemiargyreus* Muell. Arg.); Pau d'arco amarelo (*Tabebuia serratifolia* Nicholson), dentre outras.

A fauna é preservada, principalmente devido a distância dos grandes centros urbanos, composta principalmente por numerosas espécies de aves, tendo sido catalogadas 141 espécies agrupadas em 37 famílias, além de uma quantidade enorme de lagartos e primatas tais como o macaco prego e o sagüi.

O regime fluvial da rede de drenagem, tal como na quase totalidade da bacia do Jaguaribe, é intermitente, formada por afluentes ao Rio Jaguaribe, e a região apresenta uma das médias de precipitação mais baixas do estado, variando de 495 a 503 mm anuais de acordo com as informações dos dois postos pluviométricos da região, constantes do Atlas do P.E.R.H.. A precipitação diária prevista para um período de recorrência de 100 anos é de 162 mm/dia para o primeiro posto pluviométrico dentro do município, e de 121,3 mm/dia para o segundo posto. Segundo informações existentes, quando da ocorrência de fortes chuvas, os leitos dos talwegues naturais transbordam promovendo erosão dos mesmos.

A sede da Estação Ecológica de Aiuaba possui uma casa de hóspedes com alojamento para 20 pessoas, constando ainda de refeitório, biblioteca, almoxarifado, laboratórios, escritórios, casa de administrador e zelador. A estação é mantida pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, Superintendência do Ceará.



### 3. ANÁLISE DA SITUAÇÃO DAS MATAS CILIARES

### 3. ANÁLISE DA SITUAÇÃO DAS MATAS CILIARES

#### 3.1. MAPEAMENTO ATUAL DAS MATAS CILIARES

##### 3.1.1. Metodologia:

O mapeamento das matas ciliares foi realizado para os 23 (vinte e três) mais importantes rios da bacia do rio Jaguaribe, os quais podem ser identificados no mapa “esquema hidrográfico da bacia do rio Jaguaribe”.

A seguir estão listados os 23 (vinte e três) rios escolhidos, de acordo com a sub-bacia a que pertencem:

##### 1. Rio Jaguaribe

###### **Alto Jaguaribe:**

2. Riacho das Carrapateiras
3. Riacho das Favelas
4. Riacho Trici
5. Riacho Puiú
6. Riacho Jucá
7. Riacho Condado
8. Riacho Conceição
9. Rio Bastiões
10. Rio Cariús
11. Rio Trussu

###### **Salgado:**

12. Riacho Batateiras
13. Riacho dos Porcos
14. Rio Salgado

###### **Médio Jaguaribe:**

15. Riacho Manuel Lopes
16. Riacho do Sangue
17. Rio Figueiredo

###### **Banabuiú**

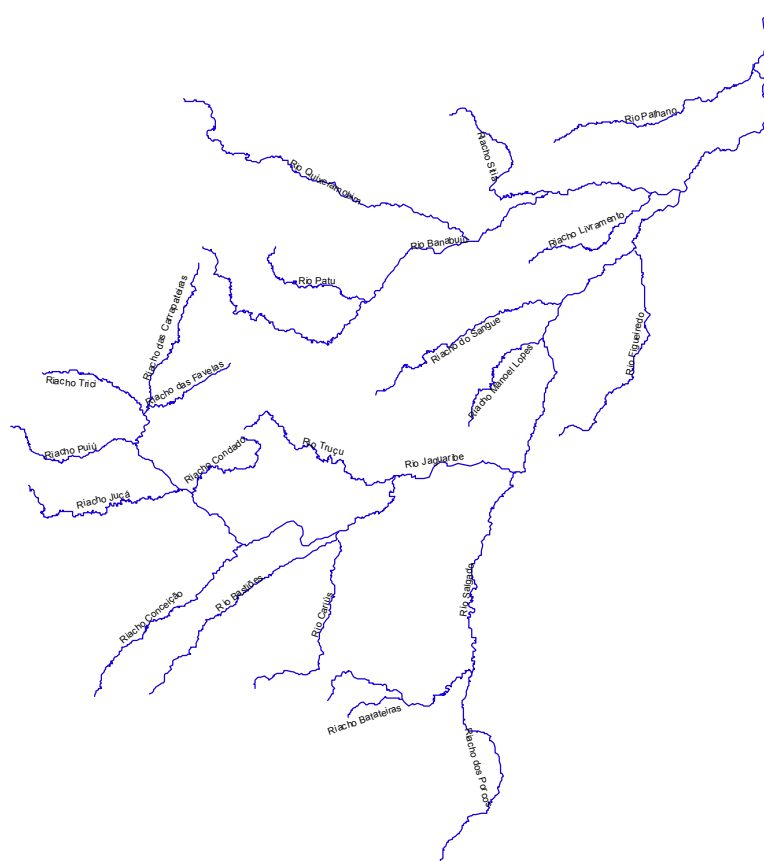
18. Rio Patu
19. Rio Banabuiú
20. Rio Quixeramobim
21. Riacho Sitiá
22. Riacho Livramento

### Baixo Jaguaribe:

#### 23. Rio Palhano

Utilizando-se o *software* de SIG Arcview para a superposição da imagem de uso do solo fornecida pela Intare e do mapa digital da hidrografia da bacia do rio Jaguaribe, base cartográfica na escala 1:250.000, localizou-se os 23 (vinte e três) rios de interesse, calculou-se seus comprimentos e realizou-se o mapeamento das matas ciliares existentes.

Fig. 3.1.1.1: Esquema Hidrográfico da Bacia do Rio Jaguaribe



Nome do Rio	Comprimento (km)
Riacho das Carrapateiras	92
Riacho das Favelas	50
Riacho Condado	72
Riacho Conceição	120
Rio Cariús	109
Riacho dos Porcos	118
Riacho Batateiras	31
Rio Patu	77
Riacho Puiú	79
Rio Salgado	239
Riacho Manoel Lopes	74
Rio Jaguaribe	604
Riacho Sitiá	106
Riacho Juçá	119
Rio Bastiões	131
Rio Truçu	117
Riacho Trici	34
Riacho do Sangue	119
Rio Figueiredo	121
Rio Quixeramobim	194
Riacho Livramento	82
Rio Banabuiú	333
Rio Palhano	121

 Hidrografia



escala 1:3.318.775

Para a análise ambiental das matas ciliares utilizou-se três procedimentos: primeiramente verificou-se qual a extensão do rio que ainda apresenta mata ciliar e calculou-se, em termos percentuais, a extensão de mata ciliar encontrada com relação ao comprimento total dos rios; em seguida, traçou-se um polígono em torno de cada rio, cujo limite foi definido pela distância máxima de 500 metros a partir do rio, a fim de se observar a continuidade e compacidade das extensões de mata ciliar encontradas e de verificar a predominância do tipo de uso do solo próximo às margens, indicando assim as áreas mais críticas ao desmatamento.

Um outro parâmetro utilizado foi o cálculo da espessura média, aproximada, da mata ciliar para cada margem do rio. Isto foi feito calculando-se a metade da relação entre a área de mata ciliar que se encontrava dentro do polígono traçado e a extensão de mata ciliar ao longo do rio, a fim de se verificar a compacidade da mesma. No entanto, cabe alertar que os valores encontrados devem ser analisados de forma qualitativa, permitindo comparar a espessura de mata ciliar entre os rios, não devendo ser analisados de forma isolada e quantitativa.

### 3.1.2. Resultados

Os resultados das observações realizadas no *software* de SIG *Arciew*, conforme descrito no item anterior para cada um dos 23 (vinte e três) rios principais escolhidos, estão apresentados de forma sintética no quadro 3.1.2.1.

Procurou-se chamar atenção para os tipos de uso do solo que se encontram de forma predominante na área delimitada a partir do rio até uma distância máxima de 500 metros, e que são um indicativo de que o rio ou está bem protegido contra o desmatamento ou está vulnerável a este. Além disso, indicou-se pontos de referência como, por exemplo, cidades, açudes e confluências de rios, para facilitar uma visualização espacial das observações feitas.

Vale salientar que algumas análises de extensão da mata ciliar estão prejudicadas pela elevada cobertura de nuvens que aparece em algumas regiões da imagem de uso do solo classificada. Estes casos estão indicados no quadro 3.1.2.1.

### 3.1.3 Conclusões:

#### 3.1.3.1 Situação da Bacia do Alto Jaguaribe:

Ao se estudar a situação da mata ciliar da bacia do alto Jaguaribe nota-se que os rios mais bem protegidos contra o desmatamento são os riachos Jucá e da Conceição, uma vez que, além da mata ciliar existente estar bem preservada, há a presença da mata da caatinga nas proximidades das margens. Logo em seguida, em níveis de proteção, vem o riacho do Condado apresentando também uma excelente cobertura vegetal de caatinga arbórea densa próxima às margens. No entanto, deve-se ter o cuidado de restringir a expansão da cidade de Catarina na direção da nascente deste riacho, posto que o perímetro urbano desta cidade já está a menos de 500 metros do riacho.

Os Riachos Carrapeteiras e o das Favelas são os que se apresentam, em seguida, em melhor situação de proteção da margens. Os mesmos apresentam mata ciliar num bom estado de preservação somente em alguns trechos, predominando no restante áreas antropizadas e solo exposto, em meio a mata ciliar.

Os riachos Trici e Puiú e o rio Trussu já apresentam um estado preocupante de desmatamento das áreas marginais, identificando-se a presença de extensas áreas antropizadas e a mata ciliar existente, na maioria das vezes, não é compacta e nem contínua.

A análise da mata ciliar ao longo dos rios Cariús e Bastiões ficou bastantes prejudicada devido a grande área de cobertura de nuvens que aparece na imagem de uso do solo. Contudo, pode-se concluir que a situação das matas ciliares próxima a nascente do rio Cariús é preocupante, pois nesta região há predominância de áreas agrícolas e antropizadas, o que vem a facilitar a expansão de áreas desmatadas próxima a nascente. Com relação ao rio Bastiões, este é o que se apresenta em pior situação de proteção das margens, uma vez que áreas antropizadas predominam próximas às margens.

O trecho do rio Jaguaribe compreendido nesta sub-bacia apresenta suas margens em situação razoável de conservação, sendo que a área mais crítica com relação ao desmatamento está localizada entre a cidade de Jucás e o açude Orós, onde não existe mata ciliar e as áreas agrícolas e antropizadas predominam nas margens.

### 3.1.3.2 Situação da Bacia do Salgado:

Todos os três principais rios da bacia do Salgado se encontram bastante vulneráveis com relação ao desmatamento, posto que há uma intensa atividade agrícola próximas às margens. O Riacho Batateiras é o que se apresenta em pior situação, existindo mata ciliar somente no trecho entre a cidade de Juazeiro do Norte e a confluência com o rio Salgado. No riacho dos Porcos o problema é o mesmo, pois há extensas áreas agrícolas nas margens desde a nascente até a cidade de Jati. O rio Salgado, apesar de se ter constatado 57% de extensão das matas ciliares ao longo do seu curso, estas não são uma garantia de proteção eficiente ao desmatamento pois são faixas estreitas de matas e muito descontínuas envolvidas por extensas áreas agrícolas.

### 3.1.3.3 Situação da Bacia do Médio Jaguaribe:

Dentre os riachos que compõem esta sub-bacia o que se apresenta em melhor situação é o riacho do Sangue. Sua mata ciliar encontra-se mais bem definida a partir da cidade de Solonópole até o rio Jaguaribe, embora este trecho seja bastante crítico devido a predominância de áreas antropizadas no entorno. Em seguida, o que se apresenta em melhor situação é o riacho Manuel Lopes, o qual possui mata ciliar bem definida próxima a cidade de Nova Floresta e na confluência com o rio Jaguaribe.

O rio Figueiredo é o que apresenta o estado mais crítico de desmatamento, com a mata ciliar aparecendo bem definida somente próximo a cidade de Pereiro. A jusante da cidade de Alto Santo até o rio Jaguaribe é onde se localiza o trecho mais crítico com relação ao desmatamento, com as margens ocupadas por áreas irrigadas e antropizadas.

O trecho do rio Jaguaribe compreendido nesta sub-bacia tem faixas de uso do solo próximo às margens bem distintas. O trecho compreendido entre a cidade de Jaguaribe e o açude Lagoa Barra da Junqueira está com mata ciliar em excelente estado de conservação, apresentando uma espessura bastante considerável. Deve-se, portanto, procurar manter os níveis atuais de preservação da mata ciliar neste trecho, principalmente porque é uma área que irá ficar imediatamente a montante do açude Castanhão, Infelizmente, constata-se que a bacia hidráulica do açude Castanhão irá inundar boa parte desta área preservada.

Por outro lado, nos trechos compreendidos entre a afluição do rio Salgado e a cidade de Jaguaribe, e a jusante do açude Lagoa Barra da Junqueira, a mata ciliar já está bastante desmatada, devido ao significativo avanço de atividades agrícolas próximas às margens, caracterizando-se, pode-se assim dizer, por regiões bastante críticas.

### 3.1.3.4 Situação da Bacia do Banabuiú:

De um modo geral, todos os afluentes do rio Banabuiú se encontram, em termos de proteção das margens, em situação boa, pois mesmos quando não há mata ciliar propriamente dita ao longo do rio, encontram-se áreas de caatinga arbórea densa e herbácea/arbustiva, ou seja vegetação natural, próximas àquelas. As áreas mais críticas ou propensas ao desmatamento nestes rios limitam-se a zonas próximas às cidades, como por exemplo as cidades de Minerolândia, no rio Patu e Quixeramobim, no rio. Quixeramobim e a montante de alguns açude, como por exemplo a montante dos açude São Mateus, rio Quixeramobim, e Pedra Branca, no riacho Sitiá.

O rio Banabuiú também apresenta uma boa condição de suas margens, principalmente no trecho compreendido entre sua nascente e o açude Lagoa do Bonsucesso, apresentando somente alguns pontos localizados de ação de desmatamento, próximos às cidades de Mombaça e Senador Pompeu, e entre Senador Pompeu e o açude Banabuiú

Por outro lado, as margens do rio Banabuiú estão totalmente desmatadas no trecho final do rio, a partir do açude Bonsucesso até o rio Jaguaribe. Esta área é bastante crítica devido a intensa atividade agrícola que se desenvolve na região

### 3.1.3.5 Situação da Bacia do Baixo Jaguaribe:

A bacia do baixo Jaguaribe é a que está em pior situação de desmatamento das margens com relação às outras sub-bacias. No rio Palhano, só está preservado o trecho de rio compreendido entre o açude St. Antônio de Russas e a cidade de Pedras. No rio Jaguaribe a situação é bem pior, com total ausência de matas ciliares e o desmatamento provocado por atividades agrícolas e antrópicas.

Infelizmente uma parte considerável desta sub-bacia está encoberta por nuvens na imagem de uso do solo, e portanto, prejudicou a avaliação da mata ciliar em alguns trechos. Contudo, pode-se afirmar que a tendência de desmatamento na região é tão elevada, que, provavelmente, a área encoberta por nuvens não deve apresentar um cenário diferente do observado nas outras regiões da sub-bacia.



# Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe



## VOLUME 4 - Estudos Ambientais

QUADRO N° 3.1.2.1 – Síntese da avaliação da extensão das matas ciliares ao longo dos principais rios da bacia do rio Jaguaribe

Rio	Extensão de mata ciliar ao longo do rio (Km)	% de extensão da mata ciliar/ extensão do rio	Largura média da mata ciliar em cada margem do rio (m)	Observações (*)
<b>Alto Jaguaribe</b>				
Riacho das Carrapateiras	60	65	81	<ol style="list-style-type: none"><li>1. A avaliação da mata ciliar no próximo a nascente ficou prejudicada pois parte está encoberta por nuvens, no entanto, percebe-se claramente a predominância de caatinga arbórea densa na região adjacente.</li><li>2. Há presença considerável de área antropizadas no trecho compreendido entre os açude Barra Nova e Várzea do Boi.</li><li>3. A jusante do açude Várzea do Boi a mata ciliar se apresenta em ótimo estado de conservação</li></ol>
Riacho das Favelas	35	69	50	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Na região próxima a nascente do riacho há grande predominância da caatinga arbórea densa próxima às margens.</li><li>2. A jusante do açude Barreiros percebe-se um avanço de áreas antropizadas sobre as margens do rio.</li><li>3. A jusante do açude Favelas há presença significativa de áreas agrícolas e antropizadas próximo às margens, tornando-se a mata ciliar mais vigorosa somente a medida que se aproxima da confluência com o riacho Carrapateiras.</li></ol>
Riacho Trici	14	42	61	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Apesar da mata ciliar se estender ao longo de 42% da extensão do rio, aquela é muito descontínua e de largura estreita.</li><li>2. Há presença significativa de área antropizadas no trecho compreendido entre a cidade de Santa Tereza e o açude Trici.</li></ol>
Riacho Puiú	67	85	45	<ol style="list-style-type: none"><li>1. A mata ciliar no trecho alto do riacho se apresenta bastante estreita, sendo, no entanto, bastante contínua.</li><li>2. No trecho compreendido entre a cidade de Parambu e a confluência com o rio Jaguaribe, áreas antropizadas dividem o espaço com a vegetação da caatinga.</li></ol>
Riacho Jucá	99	83	55	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Ao longo de todo o rio há predominância de vegetação caatinga herbáceo/arbustiva.</li><li>2. Observa-se somente um trecho mais crítico, no qual há predominância de área antropizado, localizado próximo ao açude Areias.</li><li>3. Na maior parte de sua extensão, a mata ciliar encontra-se contínua e compacta</li></ol>

# Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe



## VOLUME 4 - Estudos Ambientais

QUADRO N° 3.1.2.1 – Síntese da avaliação da extensão das matas ciliares ao longo dos principais rios da bacia do rio Jaguaribe

Riacho Condado	38	53	44	<ol style="list-style-type: none"><li>1. No trecho próximo a nascente há mata ciliar e caatinga arbórea densa predominantes, no entanto, a cidade de Catarina encontra-se bem próximo a nascente.</li><li>2. Ao longo dos trechos médios e baixo do riacho há algumas áreas bem definidas de solo exposto e área antropizada</li><li>3. A mata ciliar se apresenta bastante esparsa, se concentrando somente nos trechos próximos ao açude Sabiá</li></ol>
Riacho da Conceição	67	56	51	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Da nascente até o açude Poço da Pedra, e principalmente a montante deste, há algumas áreas de solo exposto, área agrícola e área antropizada</li><li>2. Próximo a cidade de Antonina do Norte, encontram-se áreas antropizadas bem definidas ao longo do riacho.</li><li>3. No trecho baixo do riacho há também áreas antropizadas bem definidas próximas às margens, apesar de existir mata ciliar no trecho.</li><li>4. A mata ciliar se apresenta predominantemente descontínua e esparsa ao longo do riacho</li></ol>
Rio Bastiões	56	43	62	<ol style="list-style-type: none"><li>1. No trecho compreendido entre a nascente e a cidade de Terrafas predominam áreas antropizadas ao longo das margens.</li><li>2. A mata ciliar é esparsa e descontínua ao longo da maior parte do rio, apresentando-se contínua e compacta somente entre o açude Lagoa de Dentro e a cidade de Terrafas.</li><li>3. A cobertura de nuvens, que se estende ao longo de 21% da extensão total do rio, encobre totalmente o trecho compreendido entre as cidades de Terrafas e Cariús, prejudicando a análise nesta região.</li></ol>
Rio Cariús	5	5	57	<ol style="list-style-type: none"><li>1. A avaliação da mata ciliar neste rio ficou bastante prejudicada pois o trecho que começa aproximadamente, na cidade de Farias Brito e vai até a confluência com o rio Bastiões está totalmente encoberto por nuvens.</li><li>2. Na região alta do rio existe predominância de áreas agrícolas e antrópicas.</li></ol>
Rio Truçu	35	30	65	<ol style="list-style-type: none"><li>1. A mata ciliar se apresenta de forma estrita e descontínua</li><li>2. Há muitas áreas antropizadas no trecho compreendido entre o açude Truçu e a confluência com o rio Jaguaribe.</li></ol>

# Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe



## VOLUME 4 - Estudos Ambientais

**QUADRO N° 3.1.2.1 – Síntese da avaliação da extensão das matas ciliares ao longo dos principais rios da bacia do rio Jaguaribe**

Rio Jaguaribe	138	47	55	<ol style="list-style-type: none"> <li>No trecho compreendido entre o açude Trici e a cidade de Saboeiro a mata ciliar se encontra bem definida com poucos trechos de descontinuidade, sendo os trechos mais críticos localizados próximos às cidade de Tauá, Arneiroz e Saboeiro nos quais predominam áreas antropizadas.</li> <li>Dentro do perímetro urbano de Tauá, a mata ciliar se encontra em ótimo estado de conservação.</li> <li>No trecho compreendido entre as cidades de Saboeiro e Jucás há uma grande área encoberta por nuvens o que prejudicou a análise deste trecho.</li> <li>No trecho compreendido entre a cidade de Jucás e o açude Orós não existe mata ciliar, predominando áreas agrícolas, irrigadas e antropizadas.</li> </ol>
<b>Salgado</b>				
Riacho Batateiras	6	20	123	<ol style="list-style-type: none"> <li>A mata ciliar observada concentra-se principalmente no trecho compreendido entre a cidade de Juazeiro do Norte e a confluência com o rio Salgado.</li> <li>Ao longo de todo os 80% restantes de extensão do rio há predominância expressiva de áreas irrigadas e de uso agrícola.</li> </ol>
Riacho dos Porcos	63	53	61	<ol style="list-style-type: none"> <li>No trecho compreendido entre a nascente do riacho e a cidade de Jati, observa-se uma grande predominância de área agrícolas.</li> <li>No trecho compreendido entre a cidade de Milagres e o desague no rio Salgado há uma maior predominância de vegetação do tipo caatinga arbórea densa e herbáceo arbustiva.</li> </ol>
Rio Salgado	136	57	68	<ol style="list-style-type: none"> <li>Apesar da mata ciliar se apresentar ao longo de 57% da extensão do rio, aquela não constitui uma faixa de largura considerável, além de ser bastante descontinua, predominando áreas agrícolas e antropizadas ao longo de todo o rio.</li> </ol>
<b>Médio Jaguaribe</b>				
Riacho Manuel Lopes	42	56	94	<ol style="list-style-type: none"> <li>A mata ciliar se apresenta ao longo do rio esparsa, com alguma continuidade.</li> <li>Nos trechos compreendidos entre a nascente e a cidade de Nova Floresta, e no trecho baixo do rio há predominância de área antropizadas.</li> </ol>
Riacho do Sangue	79	66	90	<ol style="list-style-type: none"> <li>A mata ciliar se apresenta ao longo do rio bastante descontinua e esparsa.</li> <li>Nos trechos compreendidos entre a cidade de Dep. Irapuan Pinheiro e a cidade de Solonópole, e a cidade de Jaguaribama até a confluência com o rio Jaguaribe há expressiva predominância de áreas antropizadas, embora neste trecho a mata ciliar está bem delimitada.</li> </ol>

# Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe



## VOLUME 4 - Estudos Ambientais

QUADRO N° 3.1.2.1 – Síntese da avaliação da extensão das matas ciliares ao longo dos principais rios da bacia do rio Jaguaribe

Rio Figueiredo	16	13	146	<ol style="list-style-type: none"><li>1. A região próxima a nascente está bastante desprotegida, pois predominam áreas antropizadas.</li><li>2. No trecho compreendido entre o açude Novo e a cidade de Pereiro é onde aparece mata ciliar e caatinga arbórea densa protegendo as margens, contudo há uma presença significativa de área agrícola no entorno da cidade de Pereiro</li><li>3. Ao longo do rio a mata ciliar apresenta-se bastante fragmentada, não constituindo trechos identificáveis de mata ao longo das margens. Por isso, o valor encontrado para a largura média da mata ciliar, neste caso, está incoerente.</li><li>4. A jusante da cidade de Iracema as margens estão protegidas por caatinga herbáceo/arbusiva, observado-se um aumento progressivo de áreas antropizadas até a cidade de Alto Santo.</li><li>5. No trecho compreendido entre a cidade de Alto Santo e a confluência com o rio Jaguaribe não existe mata ciliar, predominando áreas irrigadas e antropizadas, e aparecendo um pouco de caatinga herbáceo/abusiva.</li></ol>
Rio Jaguaribe	90	50	151	<ol style="list-style-type: none"><li>1. No trecho compreendido entre o rio Salgado e a cidade de Mapuá há predominância de áreas agrícolas próximas às margens, com alguns trechos de mata ciliar bastante dispersos.</li><li>2. No trecho compreendido entre a cidade de Mapuá e a cidade de Jaguaribe, a mata ciliar se apresenta descontínua, predominando áreas antropizadas</li><li>3. No trecho compreendido entre a cidade de Jaguaribe e o açude Lagoa Barra da Junqueira, a mata ciliar se apresenta espessa e contínua, com a presença de algumas áreas antropizadas, principalmente próximo a cidade de Jaguaribara</li><li>4. No trecho compreendido entre o açude Lagoa Barra da Junqueira até a confluência com o rio Jaguaribe, praticamente não existe mata ciliar, predominando áreas agrícolas próximas às margens.</li></ol>

# Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe



## VOLUME 4 - Estudos Ambientais

**QUADRO N° 3.1.2.1 – Síntese da avaliação da extensão das matas ciliares ao longo dos principais rios da bacia do rio Jaguaribe**

Banabuiú				
Rio Patu	36	47	80	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. No trecho compreendido entre a nascente do rio e a montante da cidade Minerolândia, as margens estão protegidas por caatinga arbórea densa</li> <li>2. Em torno da cidade de Minerolândia, tanto a montante como a jusante da cidade, existe mata ciliar bem definida ao longo do rio, no entanto nota-se algumas áreas agrícolas representativas.</li> <li>3. Entre o açude Timbaúba e o rio Banabuiú, a mata ciliar é bastante descontínua, com presença predominante de áreas antropizadas próximas às margens.</li> </ol>
Rio Quixeramobim	51	26	77	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. No trecho compreendido entre a nascente do rio e a cidade de Monsenhor Tabosa não existe ciliar, sendo as margens do rio protegida pela caatinga arbórea densa.</li> <li>2. No trecho compreendido entre a cidade de Monsenhor Tabosa e o açude São Mateus há áreas antropizadas ao longo do rio, encontrando-se a mata ciliar esparsa e descontínua.</li> <li>3. No trecho compreendido entre a cidade de Quixeramobim e o açude Banabuiú a mata ciliar se configura da mesma forma, esparsa e descontínua, dividindo o espaço com áreas antropizadas e caatinga herbáceo/arbusiva.</li> </ol>
Riacho Sitiá	44	42	78	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. A nascente do riacho está protegida por caatinga herbáceo/arbusiva.</li> <li>2. No trecho compreendido entre os açude Flora e Pedra Branca, há uma presença considerável de áreas antropizadas próximas às margens e a mata ciliar se constitui descontínua e esparsa.</li> <li>3. A jusante do açude Pedra Branca as margens encontram-se mais bem protegidas com presença de mata ciliar, compactada e contínua, e caatinga herbáceo/arbusiva. Áreas antropizadas e agrícolas somente aparecerão nas proximidades da confluência com o rio Banabuiú</li> </ol>
Riacho Livramento	39	48	68	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. A nascente está protegida por mata ciliar contínua e caatinga herbáceo/arbusiva.</li> <li>2. Na região a montante do açude Poço do Barro há áreas antropizadas consideráveis dividindo o espaço com a caatinga.</li> <li>3. A jusante do açude Poço do Barro, a mata ciliar encontra-se bem definida, compactada e contínua com áreas agrícolas em torno.</li> <li>4. À aproximadamente 10 Km da confluência com o rio Banabuiú, a mata ciliar não existe, predominando áreas agrícolas.</li> </ol>

# Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe



## VOLUME 4 - Estudos Ambientais

QUADRO N° 3.1.2.1 – Síntese da avaliação da extensão das matas ciliares ao longo dos principais rios da bacia do rio Jaguaribe

Rio Banabuiú	175	53	72	<ol style="list-style-type: none"><li>1. A nascente do rio está protegida por caatinga arbórea densa.</li><li>2. No trecho compreendido entre a cidade de Santa Cruz do Banabuiú e o açude Caiçara, há mata ciliar descontínua e presença significativa de áreas antropizadas.</li><li>3. Ao atravessar o perímetro urbano da cidade de Mombaça o rio ainda apresenta mata ciliar, no entanto, existente áreas de solo exposto e urbana próximas às margens.</li><li>4. A jusante da cidade de Mombaça, a mata ciliar se encontra densa e contínua, se tornando esparsa e descontínua a medida que se afasta da cidade.</li><li>5. Próximo a cidade de Senador Pompeu áreas antropizadas tornam-se bastante significativas</li><li>6. No trecho compreendido entre a cidade de Senador Pompeu e o açude Banabuiú há predominância de áreas antropizadas, com a mata ciliar descontínua e esparsa.</li><li>7. A jusante do açude Banabuiú, mata ciliar torna-se mais densa e contínua, se estendendo até o açude Lagoa do Bonsucesso. A medida que se afasta do açude Banabuiú aumento a quantidade de áreas antropizadas e irrigadas.</li><li>8. No trecho compreendido entre o açude Lagoa do Bonsucesso, passando pela cidade de Morada Nova, até a confluência com o rio Jaguaribe não existe mata ciliar, predominando tipicamente áreas agrícolas e irrigadas.</li></ol>
<b>Baixo Jaguaribe</b>				
Rio Palhano	32	26	87	<ol style="list-style-type: none"><li>1. No trecho compreendido entre a nascente e o açude St. Antônio de Russas, a mata ciliar é inexpressiva, predominando áreas antropizadas</li><li>2. No trecho compreendido entre o açude st. Antônio de Russas e a cidade de Pedras existe mata ciliar contínua e densa, com predominância de áreas antropizadas envolta.</li><li>3. No trecho compreendido entre as cidade de Pedras e Palhano e mata ciliar praticamente não existe.</li><li>4. A jusante de Palhano as análises ficaram prejudicadas devido a cobertura de nuvens</li></ol>

# Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe



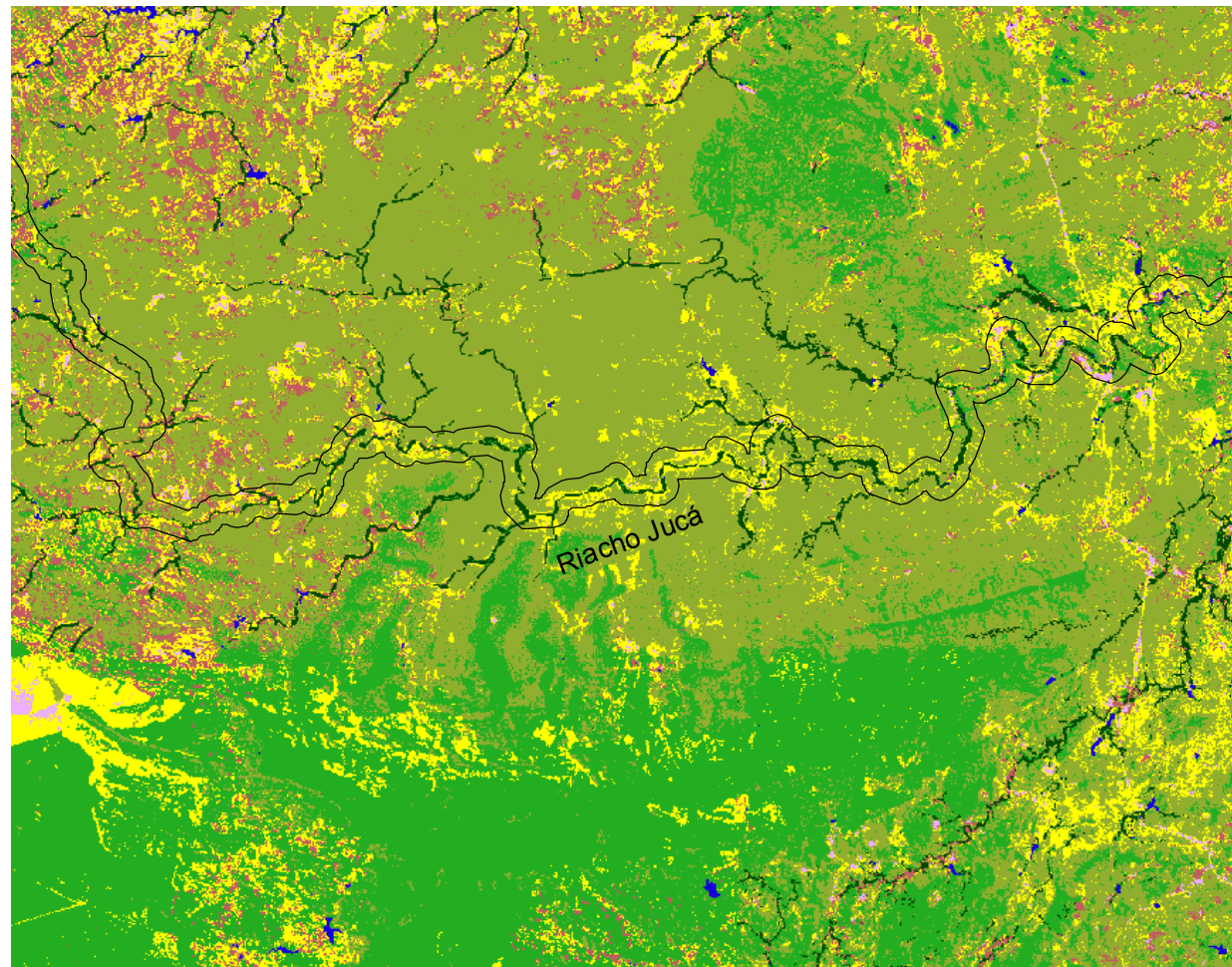
## VOLUME 4 - Estudos Ambientais

QUADRO N° 3.1.2.1 – Síntese da avaliação da extensão das matas ciliares ao longo dos principais rios da bacia do rio Jaguaribe

Rio Jaguaribe	3	2	71	<ol style="list-style-type: none"><li>1. A mata ciliar, praticamente, não existe ao longo de todo baixo Jaguaribe, aparecendo somente num curto trecho a jusante da cidade de Aracati.</li><li>2. No trecho compreendido entre as cidade de Limoeiro do Norte e Russas as margens estão totalmente desprotegidas, predominando áreas irrigadas, agrícolas e antropizadas.</li><li>3. No trecho compreendido entre as cidades de Russas e Aracati há uma extensa área coberta por nuvens, o que inviabilizou a análise desta área</li><li>4. No trecho compreendido entre as cidade de Aracati e Fortim existe mata ciliar inexpressiva com predominância de áreas antropizadas</li></ol>
Rio Jaguaribe (toda extensão)	231	604	92	<ol style="list-style-type: none"><li>1. O trecho no qual a mata ciliar se encontra em melhor estado de preservação está na bacia do Alto Jaguaribe. Nesta, a área mais criativa de desmatamento se concentra entre a cidade de Jucás e o açude Orós.</li><li>2. Na bacia do médio Jaguaribe é notório o grande avanço do desmatamento das margens, principalmente devido a atividades agrícolas próximos às margens. O único trecho nesta bacia no qual a mata ciliar se apresenta preservada é entre a cidade de Jaguaribe e o açude Lagoa Barra da Junqueira.</li><li>3. A bacia do baixo Jaguaribe é a que se apresenta em estado mais crítico com relação ao desmatamento, uma vez que atividades agrícolas e antrópicas predominam ao longo das margens em toda a bacia e o trecho de mata ciliar é insignificante.</li></ol>

(\*) Estas observações foram realizadas sobre a área delimitada pela distância máxima de 500 metros a partir do traçado da hidrografia

Fig. 3.1.3.1.1: Bacia do Alto Jaguaribe: Excelente estado de conservação das matas ciliares no riacho Juca



- Polígono a 500m do rio
- Uso do Solo
- Áreas Irrigadas
- Caatinga Arbórea Densa
- Caatinga Herbáceo/Arbustiva
- Acudes e espelhos d'água acima de 5ha
- Área Agrícola
- Solo Exposto
- Área Alterada/Antropizada
- Mata Ciliar/Várzea
- Área Urbana
- Nuvem/Sombra
- Água c/Macrófitas e Sedimento Associado
- Unclassified/Ruído

10 0 10 20 Kilometers



Fig. 3.3.3.1.2: Bacia do Alto Jaguaribe: Trecho crítico de desmatamento das margens no rio Truçú e no rio Jaguaribe

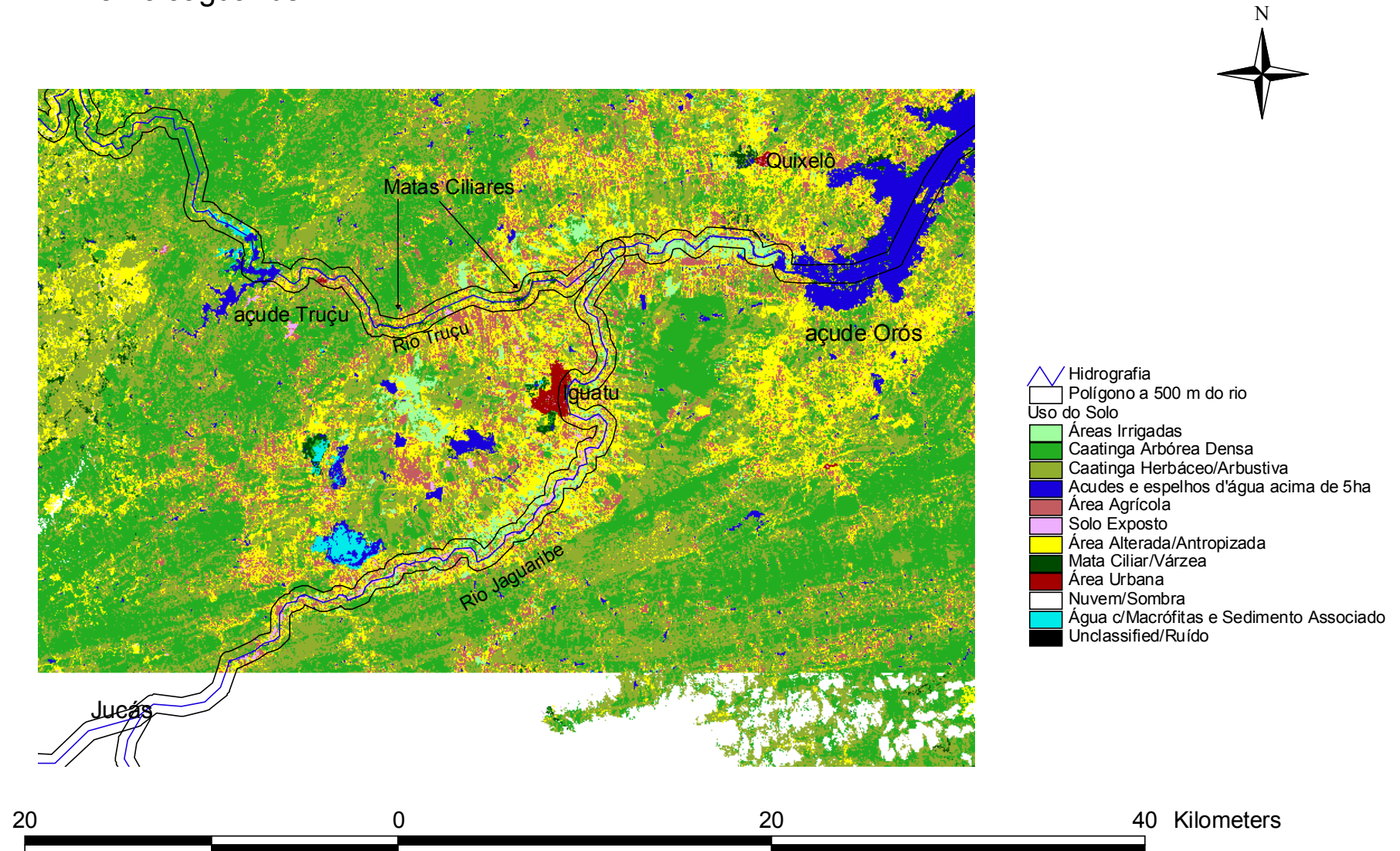
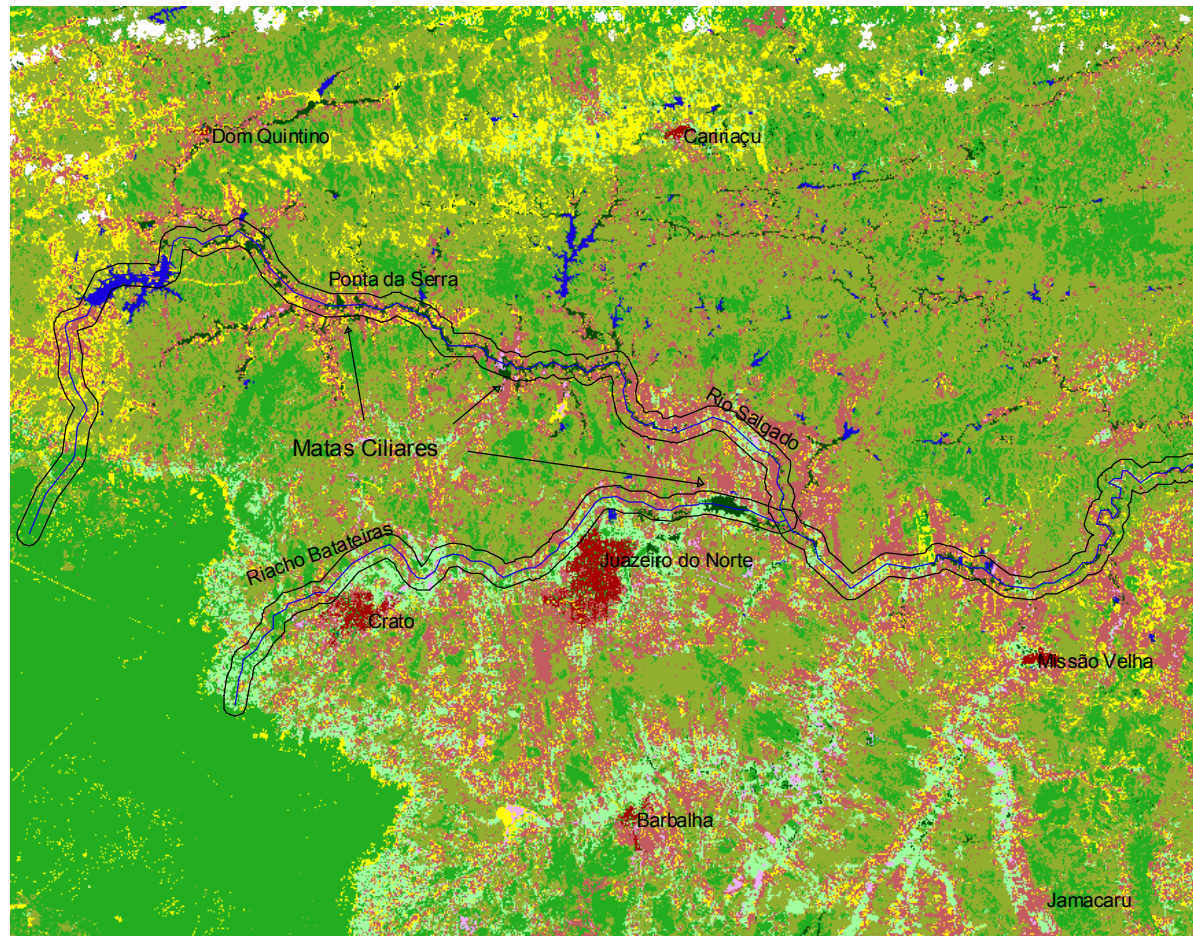


Fig. 3.1.3.2.1: Bacia do Salgado - Desmatamento no riacho Batateiras e trech de mata ciliar preservado no rio Salgado



- Hidrografia
- Polígono a 500m do rio
- Uso do Solo
- Áreas Irrigadas
- Caatinga Arbórea Densa
- Caatinga Herbácea/Arbustiva
- Acudes e espelhos d'água acima de 5ha
- Área Agrícola
- Solo Exposto
- Área Alterada/Antropizada
- Mata Ciliar/Várzea
- Área Urbana
- Nuvem/Sombra
- Água c/ Macrófitas e Sedimento Associado
- Unclassified/Ruído



Fig. 3.1.3.2.2: Bacia do Salgado - Mata ciliar descontínua e estreita no rio Salgado

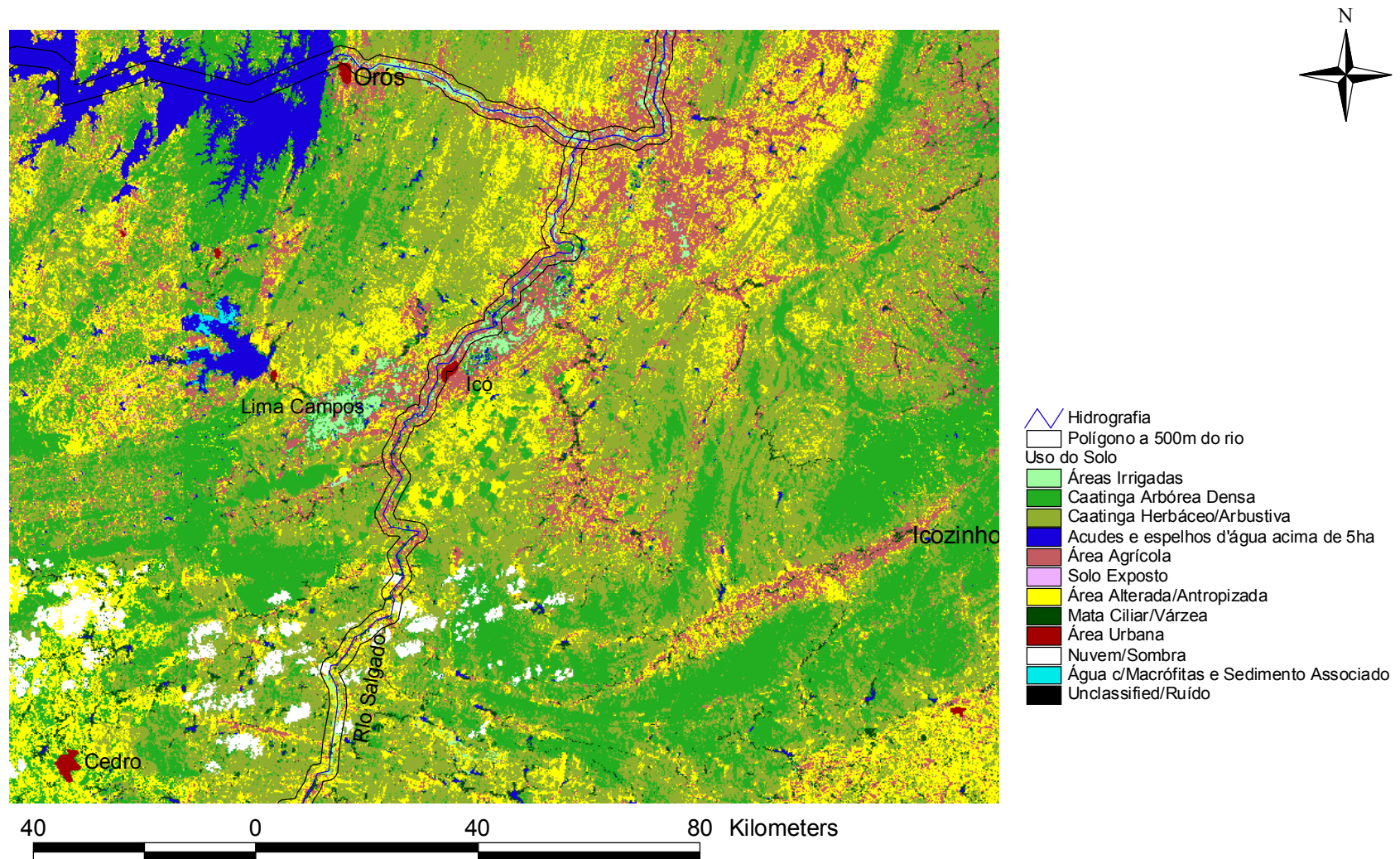
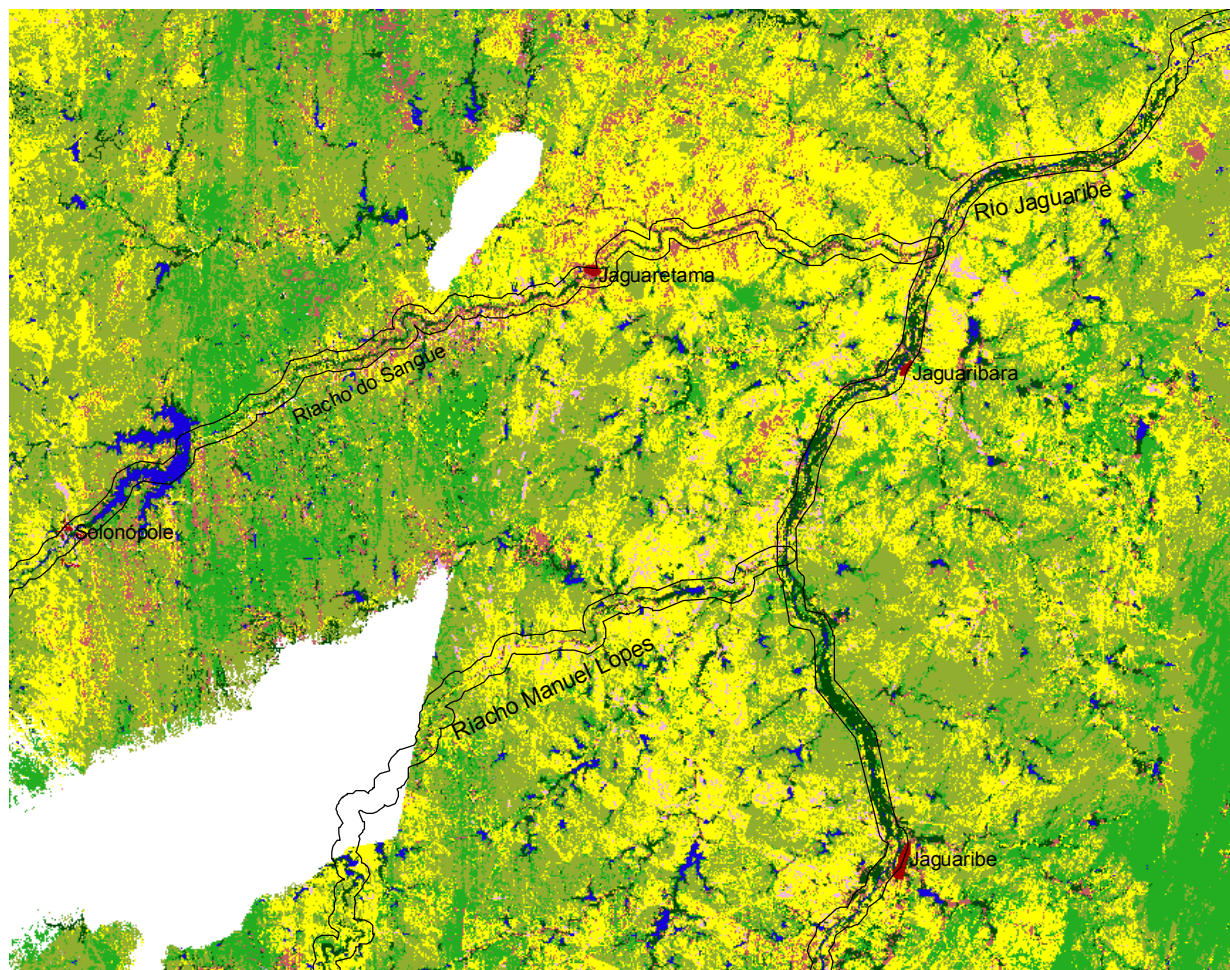


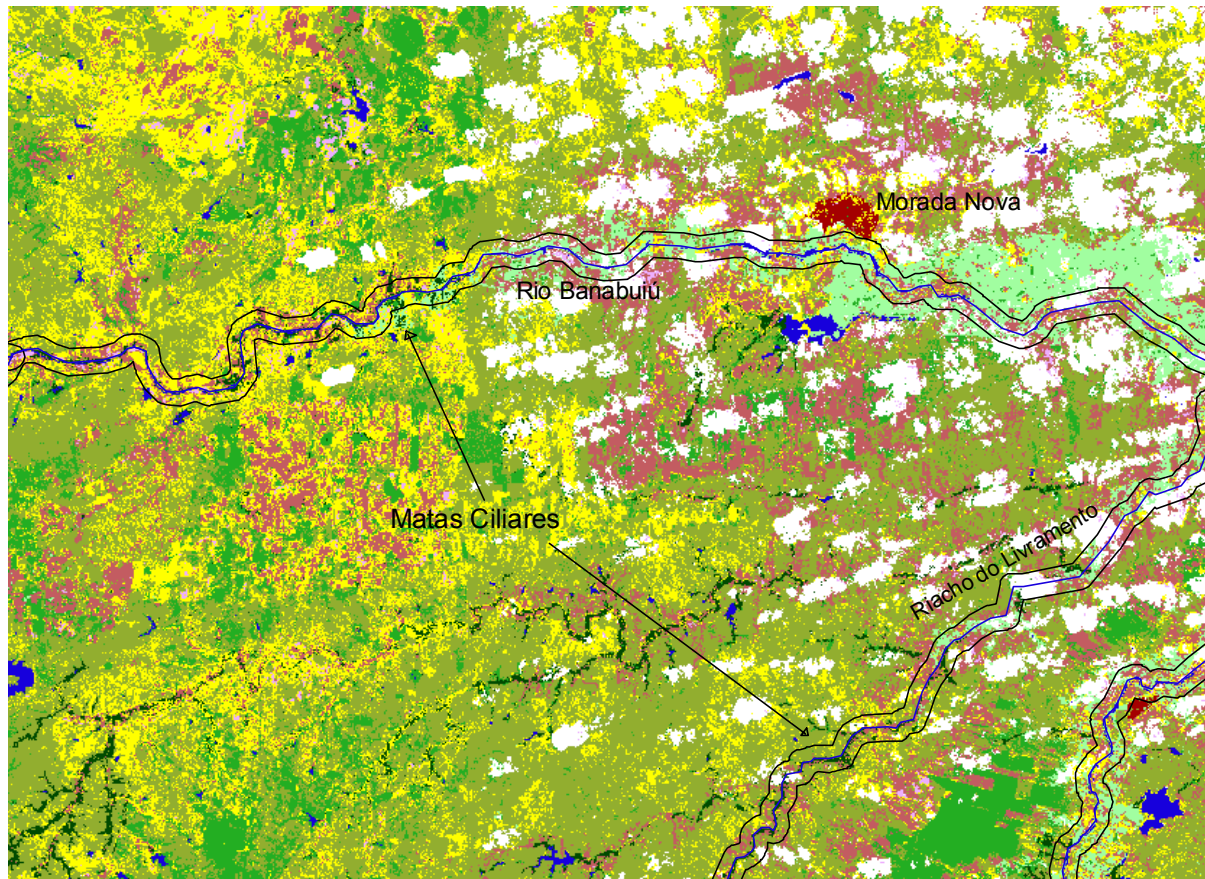
Fig. 3.1.3.3: Bacia do Médio Jaguaribe - Trechos de mata ciliar em boa situação de conservação



- Polígono a 500m do rio
- Uso do Solo
- Áreas Irrigadas
- Caatinga Arbórea Densa
- Caatinga Herbácea/Arbustiva
- Acudes e espelhos d'água acima de 5ha
- Área Agrícola
- Solo Exposto
- Área Alterada/Antropizada
- Mata Ciliar/Várzea
- Área Urbana
- Nuvem/Sombra
- Água c/Macrófitas e Sedimento Associado
- Unclassified/Ruído

20 0 20 40 Kilometers

Fig. 3.1.3.4: Bacia do Banabuiú - Trecho mais crítico de desmatamento das matas ciliares


















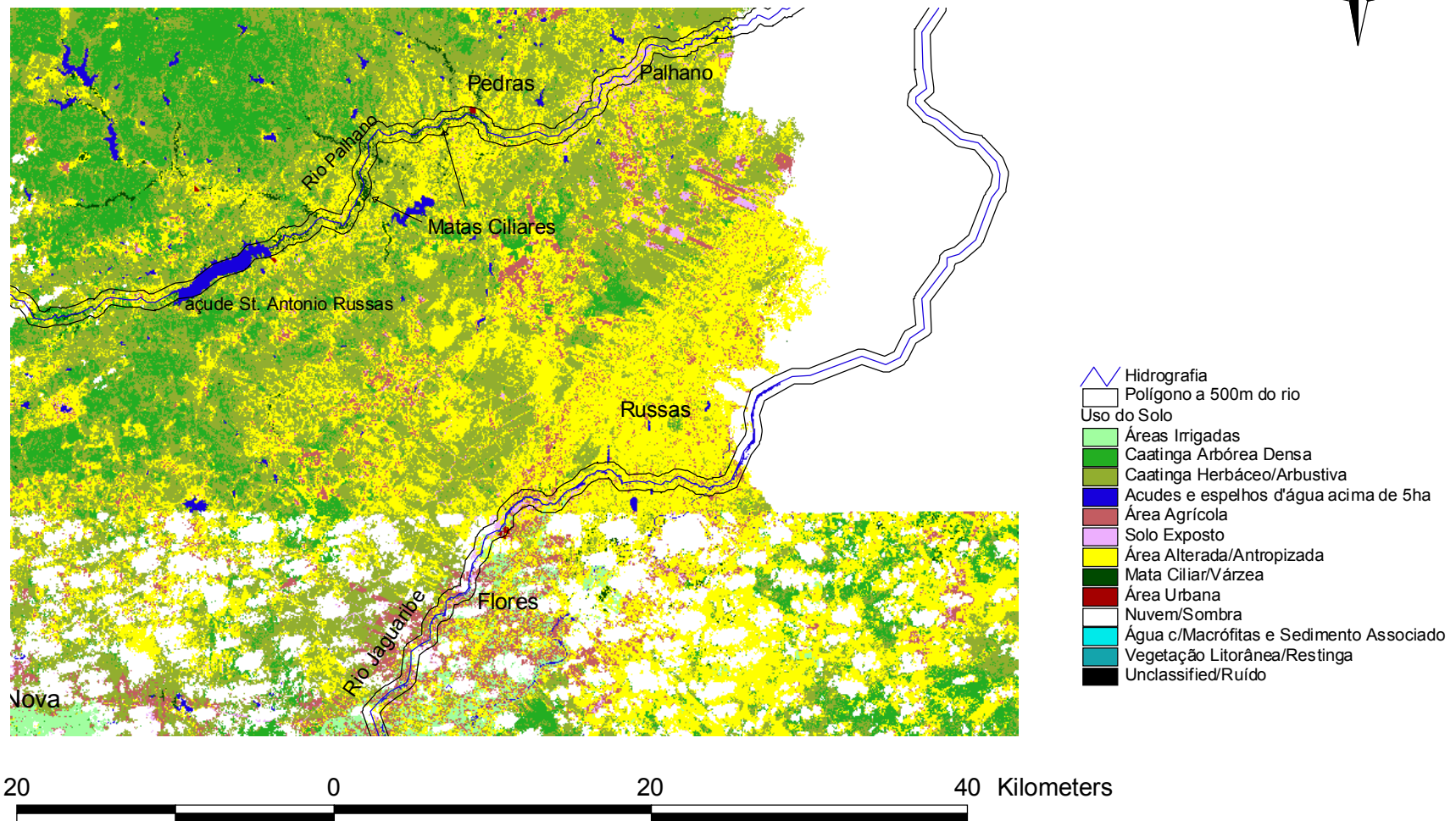
-  Hidrografia
-  Polígono a 500m do rio
- Uso do Solo
-  Áreas Irrigadas
-  Caatinga Arbórea Densa
-  Caatinga Herbáceo/Arbustiva
-  Acudes e espelhos d'água acima de 5ha
-  Área Agrícola
-  Solo Exposto
-  Área Alterada/Antropizada
-  Mata Ciliar/Várzea
-  Área Urbana
-  Nuvem/Sombra
-  Água c/Macrófitas e Sedimento Associado
-  Vegetação Litorânea/Restinga
-  Unclassified/Ruído



Fig. 3.1.3.5: Bacia do Baixo Jaguaribe - Matas ciliares no rio Palhano e trecho crítico de desmatamento no rio Jaguaribe



### 4. ANÁLISE DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

## 4. ANÁLISE DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

### 4.1. BASES TEÓRICAS PARA ANÁLISE

#### 4.1.1. Conceitos de Limnologia

Em virtude da especificidade do tema de análise da qualidade da água em rios e reservatórios, que requer uma base teórica mínima em *limnologia*, isto é, a ciência que estuda as águas interiores e seus organismos, principalmente do ponto de vista ecológico, considerou-se adequado apresentar-se aqui alguns conceitos desta ciência, mormente no que concerne aos lagos e reservatórios superficiais, de forma a nivelar o leitor deste relatório, independentemente de sua formação técnica, com os conceitos básicos necessários ao entendimento das questões a serem discutidas nas avaliações posteriores da qualidade da água dos reservatórios da bacia. Uma discussão mais profunda dos conceitos pode ser encontrada na bibliografia especializada, recomendando-se o texto do livro da ABRH – Hidrologia Ambiental, de autoria do prof. Vicente da Paula Queiroz Nogueira, do qual se transcreveu literalmente a maior parte dos conceitos aqui apresentados.

Os açudes e lagos interiores definem-se como *habitats lênticos*, diferindo substancialmente dos rios e estuários – *habitats lóticos*, em função principalmente da escala temporal-espacial com que ocorrem os fenômenos, acarretando que os processos físicos, químicos e biológicos apresentam características, intensidades e importâncias bem distintas.

Nos rios, a dominância das velocidades longitudinais torna desprezível a influência dos fenômenos que ocorrem nas direções vertical e transversal, ensejando a que os fatos e eventos de maior importância ecológica estejam diretamente ligados ao transporte longitudinal e à sucessão espacial das comunidades ao longo do curso d'água.

Já nos lagos e reservatórios, predominam os efeitos do seu tamanho e profundidade acarretando que as vazões afluentes e defluentes sejam, como regra geral, funções de força de importância muito reduzida. Assim, nos lagos e reservatórios, é possível que a análise dos fenômenos físicos, químicos e biológicos, bem como suas complexas interações possam ser feitas apenas considerando-se sua variabilidade na dimensão vertical, sem a necessidade de se levar em conta a natureza mais detalhada de sua hidrodinâmica.



A distinção básica entre lagos, de origem natural, e reservatórios superficiais (açudes), construídos a partir da intervenção humana nos cursos d'água, se dá através da controlabilidade das vazões defluentes, pois enquanto que a forma de defluência dos lagos

naturais é via de regra por transbordamento superficial, nos açudes a água é retirada a partir de vários níveis, e mais comumente das profundidades maiores como é o caso das galerias e tomadas d'água em barragens.

Também a limnologia física dos reservatórios artificiais é bem distinta da dos lagos naturais. Correntes de densidade que ocorrem dentro dos açudes podem carrear sedimentos que se depositam em áreas que em outros tempos, anteriores à construção do açude, eram varridas pelo escoamento dos rios. Os padrões de *estratificação* térmica e química, particularmente nas proximidades das barragens, também são marcadamente diferentes das ocorrências em corpos naturais.

Em função dos diversos fenômenos ocorrentes em um reservatório e quanto ao tipo de organismos que o habitam, os açudes podem ser divididos em três regiões, em permanente interação de matéria e energia, mas nitidamente diferenciadas: a *região litoral*, a *região profunda* e a *região pelágica*. As regiões litoral e profunda constituem a *zona bentônica* do açude, isto é, a zona onde são sentidos os efeitos do fundo do lago.

A *região litoral* é a zona de transição entre os ecossistemas terrestre e lacustre. Esta região é bem iluminada e geralmente habitada por plantas aquáticas (macrófitas) com raízes, que fornecem o necessário suporte para vários outros organismos. Os bentos litorâneos são bastante diversificados e com alta produção, bastante distintos dos bentos nas áreas mais profundas.

A *região profunda* corresponde à parte central do fundo do lago, caracterizada mais por processos de decomposição do que de produção de matéria orgânica. Normalmente o teor de oxigênio dissolvido é bastante escasso ou inexistente, ocorrendo abundância de gases como o metano e dióxido de carbono. A região profunda não consegue sustentar o crescimento de vegetais superiores e freqüentemente, nem mesmo de algas.

A *região pelágica*, também chamada região limnética, corresponde à zona central mais interior, onde os efeitos das margens e do fundo diminuem de importância. Essa zona é o habitat do *plâncton*, um conjunto de animais invertebrados muito pequenos (zooplâncton) e de algas (fitoplâncton) que se locomovem passivamente com as flutuações das correntes. Os peixes (nécton) são também muito freqüentes nessa região.

O processo de absorção da luz solar no interior de um lago permite que se classifiquem as regiões dos mesmos em *zonas eufóticas*, ou simplesmente *fótica*, definida como aquela região do lago contada desde a superfície até a profundidade na qual 99 % da luz solar incidente desaparece, e em *zona afótica* caracterizada pela ausência da luz solar.

Na zona eufótica predominam os organismos produtores, responsáveis pela síntese dos alimentos, e os organismos consumidores. É na zona eufótica que a energia do sol é utilizada para transformar materiais inorgânicos ( fosfatos, nitratos, silicatos, etc.) e o dióxido de carbono em matéria orgânica nova, pelo processo denominado *fotosíntese*, que é uma das formas de produção primária, sendo essencial como fonte de energia para as diversas cadeias alimentares nos ecossistemas lacustres.

Na zona afótica predominam os decompositores, particularmente as bactérias, que tem a tarefa de mineralizar a matéria orgânica existente. Ocorre nesta zona a reciclagem dos nutrientes, possibilitando que os elementos mineralizados se tornem novamente disponíveis para os organismos.

Outra forma de se classificar as regiões de um lago natural ou reservatório artificial é a partir das conseqüências do fenômeno de *estratificação térmica*. Esse fenômeno, de fundamental importância para a organização e o funcionamento dos ecossistemas lacustres, consiste no aquecimento diferenciado do corpo do lago, ao longo de sua profundidade. Essa diferença de temperaturas provoca uma conseqüente diferença de densidade, estabelecendo três regiões distintas: uma superficial de maior temperatura e de menor densidade, denominada *epilímnio*; uma profunda, de menor temperatura e maior densidade, denominada *hipolímnio*; e uma região intermediária chamada de *metalímnio*. O plano horizontal que delimita o epilímnio do hipolímnio é denominado *termoclina*, servindo de indicador do gradiente de temperatura aí existente.

Entre os fatores físicos característicos dos reservatórios, que interagem com os fatores meteorológicos e edáficos para determinar a natureza do lago como um ambiente e, em consequência, a de seus habitantes, estão o *índice de desenvolvimento das margens* – *IDM* – que relaciona o comprimento total ( $L$ ) das margens ao comprimento da circunferência de um círculo com área igual à da superfície do lago ( $A_s$ ) pela expressão:

$$IDM = \frac{L}{2 \sqrt{\pi A_s}}$$

Cujo menor valor possível seria 1,0 correspondendo a um lago exatamente circular. A importância deste parâmetro é que quanto maior for, maior será o desenvolvimento das margens e maior será a produção trófica do mesmo, devido a elevada produtividade nas águas rasas da região litorânea.

Outro parâmetro importante é o *tempo de residência* ou tempo de retenção hidráulica, que é indicativo do intervalo de tempo em que uma determinada massa de água permanece no lago ou reservatório desde a sua chegada até a sua saída. Ele também pode ser entendido como o tempo necessário para se esvaziar um reservatório, ao qual cessam todas as afluições e com vazão constante igual à vazão afluyente suprimida. O tempo de residência relaciona o volume do lago ( $V$ ) à vazão afluyente ( $Q_{ent}$ ) pela expressão:

$$tr = \frac{V}{Q_{ent}}$$

Entretanto, a equação acima representa uma condição teórica média, servindo de indicador das condições gerais de um dado reservatório, para fins comparativos. As atividades químicas e biológicas que ocorrem nos reservatórios dependem entretanto do *tempo de residência efetivo*, que é variável e subordinado às condições reais das descargas de entrada e saída.

Nos reservatórios, o *tempo de residência efetivo*, cujo controle está subordinado às suas regras de operação, afeta diretamente, dentre outros, os seguintes processos:

- a) reciclagem e acúmulo de nutrientes no sedimento e na água;
- b) crescimento sustentado do fitoplâncton, que requer tempo de residência de 2 a 3 semanas;
- c) crescimento e desenvolvimento de macrófitas aquáticas;

- d) concentração e acúmulo de elementos químicos no reservatório;
- e) o próprio estado trófico do reservatório.

Aprofundando a questão dos conceitos inerentes aos processos físicos, químicos e biológicos que se verificam nos lagos e reservatórios artificiais, transcreve-se a seguir alguns parágrafos selecionados do texto do prof. Vicente de Paula Queiróz Nogueira, para melhor esclarecimento dos aspectos envolvidos naqueles processos.

- a) com relação à estratificação:

A estratificação constitui-se basicamente em um acomodamento de camadas de fluido, ao longo da direção vertical, em decorrência de gradientes de densidade. Esse gradientes são provocados por gradientes de temperatura, de concentração de sólidos dissolvidos e de sólidos em suspensão. Como Conseqüência, a duração e o período da estratificação dependem diretamente das condições climáticas. A estratificação térmica nos lagos é o resultado do balanço de calor entre a água armazenada e as contribuições externas.

Como os processos de aquecimento e resfriamento ocorrem em uma camada superficial relativamente fina, se não houver mistura vertical para destruir o gradiente de calor, logo à superfície, ocorrerá estratificação térmica. As funções de força naturais que influem diretamente na estratificação térmica são os ventos e as precipitações.

- b) com relação ao transporte e à mistura

Os processos de transporte e mistura nos lagos e reservatórios estão intimamente ligados aos fenômenos da estratificação térmica ou de densidade. Nos reservatórios completamente misturados, o escoamento dá-se de forma assemelhada ao escoamento nos rios, apenas a velocidades bastante reduzidas. Já nos reservatórios estratificados a distribuição de velocidade depende das características da estratificação. As águas afluentes, por contribuição natural ou artificial, têm a tendência de buscarem e se moverem em uma camada de fluido de densidade semelhante à sua própria. Ao atingir a profundidade de equilíbrio o escoamento se espalha lateralmente. A essas correntes dá-se o nome de *correntes de densidade*.

A defluência de um reservatório pode se dar, dentre várias formas, através de uma única tomada, de tomadas de alturas diversas e por vertedouros. A variação da qualidade da água defluente depende diretamente da altura que ela é retirada. Assim é que torres para abastecimento de água com tomadas em alturas diversas podem tanto retirar *águas epilimnéticas*, com alto teor de oxigênio, proveniente das camadas superiores, ou *águas anóxicas* a partir do hipolímnio.

c) com relação à dispersão e mistura

O grau de mistura vertical no interior de um reservatório é fator determinante da existência ou não de estratificação, isto é, a ausência de dispersão vertical é que possibilita a permanência da estratificação.

Em trabalho recente desenvolvido pela COGERH em 30 reservatórios do Estado do Ceará (ASSIS et al., 1999)<sup>2</sup>, para os quais foram realizadas medições de temperatura, condutividade e oxigênio dissolvido ao longo de perfis verticais, observou-se que a condutividade apresentava perfil uniforme mesmo para variações significativas na temperatura. Este fato associado a números de Richardson (Ri) elevados, parâmetro este que caracteriza o processo de estratificação, concluiu-se que os reservatórios do Ceará têm a tendência a comportar-se de forma estratificada durante o dia, porém misturando-se a noite, o que caracteriza um comportamento não estratificado para os reservatórios da região.

d) com relação à classificação trófica dos reservatórios

As mudanças químicas e biológicas que ao longo do tempo ocorrem nos reservatórios, são provocadas pelo aporte de elementos nutrientes por tributários, por escoamento superficial direto e pelas águas das chuvas. A introdução destes nutrientes coloca em movimento uma cadeia de eventos que, em boa parte, dependem da estrutura térmica do lago tanto para determinação de sua intensidade como para sua localização temporal e espacial. Essa cadeia de eventos pode provocar, a longo prazo, o inevitável acúmulo de nutrientes tornando até os lagos mais cristalinos em um corpo poluído. Para isso basta que o aporte seja superior às retiradas.

---

<sup>2</sup> SOUZA FILHO, F.A. de; PAULINO, W.; SOUZA, A. B.; PORTO, M. *Breve Diagnóstico da Qualidade das Águas dos Reservatórios no Estado do Ceará*. Artigo a ser apresentado no XIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 1999.

No caso de lagos (açudes ou lagoas naturais) com tempo de residência bastante prolongados, os alimentos são mantidos ou acumulados através de uma circulação fechada pelos vários níveis tróficos. Esse conceito de *comunidade fechada* admite que a produtividade de um lago seja medida pela fotossíntese da matéria orgânica. A classificação dos lagos de acordo com essa produtividade é feita em lagos *oligotróficos*, *mesotróficos* e *eutróficos*.

Os lagos *oligotróficos* são geralmente profundos, com hipolímnio grande e bem definido. São pobres em matéria orgânica e nutrientes, tanto em suspensão como no fundo. A disponibilidade de plâncton é bastante limitada. Suas águas são claras com altos teores de oxigênio dissolvido.

Os lagos *eutróficos* apresentam alto nível de produtividade quando comparados com os níveis naturais ordinários. São ricos em matéria orgânica e elementos minerais tanto em suspensão como na região bentônica. Neste lagos praticamente não há oxigênio dissolvido na região hipolimnética. Crescimento desordenado e explosivo de algas ocorre com freqüência.

Os lagos *mesotróficos*, de produtividade média, representam um estado intermediário nessa seqüência temporal de vida dos lagos.

### e) com relação ao processo de eutrofização

A palavra *eutrofização* significa, em grego, bem-nutrido. Não é portanto sinônimo ou equivalente de poluição. Ela apenas denota o processo natural ou artificial de adição de nutrientes aos corpos d'água e os efeitos resultantes dessa adição. A eutrofização é assim parte do processo natural de envelhecimento dos lagos que ocorreria independentemente das atividades do homem. Entretanto, a eutrofização prematura dos lagos está efetivamente associada a um processo de poluição.

A eutrofização corresponde a um processo de fertilização progressiva causado pela introdução de nutrientes limitantes como o fósforo e o nitrogênio. Se todos os elementos químicos formadores dos seres vivos estiverem presentes na água, a biomassa crescerá até que um deles se torne limitante. Daí em diante será esse fator limitante que determinará a quantidade de biomassa presente e não os outros elementos que existem em excesso.

Um dos aspectos mais característicos do fenômeno da eutrofização nos lagos e reservatórios é o crescimento exagerado de organismos aquáticos autotróficos, particularmente as algas planctônicas (fitoplâncton) e ervas aquáticas (as macrófitas). Essa produção fitoplanctônica acentuada provoca entre outras, as seguintes conseqüências:

- complicações com a água destinada ao abastecimento, causando odor e sabor desagradáveis, podendo ainda provocar o entupimento dos filtros das ETA's por algas filamentosas;
- interferências com a utilização recreacional do lago ou reservatório, com o aparecimento de tapetes de algas, tornando-as muito túrbidas;
- variações substanciais, ao longo do dia, da concentração de oxigênio dissolvido, podendo resultar em anoxia noturna com a conseqüente morte de peixes;
- deposição de algas mortas no fundo do lago gerando uma demanda bentônica de oxigênio que, por sua vez, diminui substancialmente a concentração de oxigênio no hipolímnio;
- crescimento excessivo de macrófitas aquáticas causando interferências diversas no corpo do reservatório, com prejuízo à navegação, aeração, etc.

#### 4.1.2. Enquadramento e Classificação da Água para Usos na Irrigação

Com o mesmo objetivo que foram apresentadas as bases conceituais de limnologia para dar suporte teórico às discussões das análises da qualidade da água e do enquadramento dos recursos hídricos, apresenta-se aqui um sumário conceitual a respeito do enquadramento dos recursos hídricos e da qualidade da água para irrigação, em parte com a transcrição de alguns trechos do prof. Suetônio Mota, de seu livro "Preservação de Recursos Hídricos", editado pela Universidade Federal do Ceará.

As águas são classificadas pela exigência de limites máximos de impureza que a mesma pode conter para cada um de seus usos. Quando estes limites são estabelecidos por organismos oficiais, são chamados de *padrões de qualidade*. Os organismos públicos podem estabelecer critérios ou condições a serem atendidos pelos mananciais em função dos usos aos quais os mesmos se destinam. Nesses casos é feita uma *classificação das águas* sendo então, para cada classe, definidos os usos a que se destina e os critérios ou condições a serem observadas.

Por outro lado, os órgãos podem também estabelecer limites de impurezas a serem observados na água, após sua retirada dos mananciais e passagem por um processo de tratamento previamente ao consumo humano. Nesse caso a fixação dos limites de impurezas após este tratamento denomina-se *padrões de potabilidade*. Interessa-nos, no presente Plano de Gerenciamento, o enquadramento das águas brutas tão somente quanto aos seus *padrões de qualidade*.

A primeira classificação das águas no Brasil foi estabelecida através da Portaria GM/ 0013 de 15 de janeiro de 1976, do Ministério do Interior, através da qual foram definidas quatro classes para as águas interiores do país. Uma nova classificação foi estabelecida pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, através da Resolução nº 20, de 18 de julho de 1986, em vigência presentemente.

A nova classificação estabeleceu 5 classes para *águas doces* (Classes: *especial*, 1, 2, 3 e 4), definidas como aquelas com salinidade inferior a 0,5 ‰ (por mil); 2 classes para *águas salinas* (Classes 5 e 6), definida como possuindo salinidade superior a 30 ‰; mais 2 classes para *águas salobras* (Classes 7 e 8) com salinidade intermediária entre aqueles limites.

Com base no levantamento sanitário dos recursos hídricos e, sobretudo, após definir-se para que usos se destinarão os mesmos, procede-se ao seu *enquadramento*. De acordo com a Resolução nº 20/1986 do CONAMA, o enquadramento consiste no “*estabelecimento do nível de qualidade (Classe) a ser alcançada e/ou mantido em um segmento de corpo d’ água ao longo do tempo*”.

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. Em alguns casos, as características do manancial já se enquadram na classe para a qual foi definido. Em outros há necessidade de que seja definido um programa de controle da poluição, visando reduzir a carga poluidora lançada no recurso hídrico, de modo que ele se enquadre na classe estabelecida.

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 sua classe, possibilitando assim, os usos previamente definidos para ele.

A Resolução do CONAMA faz as seguintes considerações com relação ao enquadramento de recursos hídricos:

- o corpo de água que, na data de enquadramento, apresentar condição em desacordo com a sua classe, ou seja, qualidade inferior à estabelecida, será objeto de providências com prazo determinado visando sua recuperação, excetuados os parâmetros que excedam aos limites devidos às *condições naturais*;
- o enquadramento das águas federais na classificação será procedido pela SEMA, ouvidos o Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas – CEEIBH e outras entidades públicas ou privadas interessadas;



- o enquadramento de águas estaduais será efetuado pelo órgão estadual competente, ouvidas outras entidades públicas ou privadas interessadas;
- os órgãos competentes definirão as condições específicas de qualidade dos corpos de água intermitentes;
- os corpos de água já enquadrados na legislação anterior, na data da publicação desta Resolução, serão objetos de reestudo a fim de a ela se adaptarem;
- *enquanto não forem feitos os enquadramentos*, as águas doces serão consideradas Classe 2, as salinas Classe 5, e as salobras Classe 7, porém, aquelas enquadradas na legislação anterior permanecerão na mesma classe até o enquadramento;
- os programas de acompanhamento da condição dos corpos d' água seguirão normas e procedimentos a serem estabelecidas pelo CONAMA.

Em função das águas brutas da Bacia do Jaguaribe serem demandadas principalmente para seu uso agrícola, destacando-se o *uso na irrigação*, é conveniente apresentar aqui algumas considerações quanto às suas exigências para este uso. A Resolução do CONAMA faz referência às águas destinadas à irrigação, quando define as classes 1, 2 e 3: as águas de classe 1 podem ser destinadas à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; as águas classe 2 podem ser usadas na irrigação de hortaliças e plantas frutíferas; as águas de classe 3 podem destinar-se à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras.

A limitação de outros parâmetros a que devem obedecer as águas destinadas a irrigação permite que se faça sua classificação do ponto de vista do uso agrícola. São eles:

a) conteúdo de sais solúveis

A presença de sais na água, acima de determinados teores, pode causar problemas de salinização do solo e afetar o crescimento das plantas. Este conteúdo é , geralmente expresso pela Condutividade Elétrica (CE) da água. Sendo a água pura um isolante elétrico, quanto maior for a sua condutividade elétrica, mais íons estarão presentes no líquido, aumentando portanto o risco de salinidade.

O Quadro 4.1.2.1 extraído da U.S. Salinity Laboratory Staff – U.S.D.A Agriculture Handbook n° 60, apresenta uma classificação da água para irrigação quanto à salinidade, em função da CE e do teor de sólidos dissolvidos totais, utilizado pelo DNOCS na classificação das águas para irrigação.

**Quadro 4.1.2.1 – Classificação de Águas para Irrigação Quanto à Salinidade**

Classificação Tipológica da Água	Sólidos Dissolvidos Totais (mg/l)	Condutividade Elétrica ( $\mu\text{mho/cm}$ a 25 °C)	Perigo de Salinidade	Classificação
Pode ser usada p/ irrigação da maior parte das culturas e solos	até 500	até 250	Baixo	C1
Pode ser usada sempre que houver um grau moderado de lixiviação ou plantas com moderada tolerância aos sais	500 – 1000	250 – 750	Médio	C2
Não pode ser usada em solos com deficiência de drenagem. Requer práticas especiais p/ uso.	1000 – 2000	750 – 2250	Alto	C3
Não apropriada para irrigações sob condições normais	2000 – 5000	2250 - 5000	Muito Alto	C4

b) relação de adsorção de sódio

Águas com alto teor de sódio podem alterar a estrutura dos solos, resultando numa diminuição de sua permeabilidade, com reflexos sobre a drenagem e influenciando na salinidade dos mesmos. A qualidade da água com relação ao sódio é avaliada através de um índice chamado Relação de Adsorção do Sódio, expresso pela equação:

$$RAS = \frac{C_{Na}}{\sqrt{(C_{Ca} + C_{Mg})} / \sqrt{2}}$$

Onde  $C_{Na}$ ,  $C_{Ca}$  e  $C_{Mg}$ , indicam as concentrações de sódio, cálcio e magnésio em mg/l. O Quadro 4.1.2.2 extraído da mesma referência, indica os risco de diminuição da permeabilidade do solo em função da RAS.

**Quadro 4.1.2.2 – Risco de Diminuição da Permeabilidade em Função da RAS**

Relação de Adsorção de Sódio (RAS)	Risco de Diminuição de Permeabilidade	Classificação
$RAS < 18,87 - 4,44 \log CE$	Baixo Perigo de Sódio	S1
$18,87 - 4,44 \log CE < RAS < 31,31 - 6,66 \log CE$	Médio Perigo de Sódio	S2
$31,31 - 6,66 \log CE < RAS < 43,75 - 8,87 \log CE$	Alto Perigo de Sódio	S3
$RAS > 43,75 - 8,87 \log CE$	Muito Alto Perigo de Sódio	S4

## 4.2. QUALIDADE E NÍVEIS DE SALINIDADE DAS ÁGUAS DOS AÇUDES

### 4.2.1. Considerações Gerais

Dentre os principais açudes de importância estratégica para o gerenciamento das águas da Bacia do Jaguaribe, só foi possível obter-se dados para realização da análise da qualidade de suas águas nos nove reservatórios seguintes:

- a) Açude Orós;
- b) Açude Lima Campos;
- c) Açude Arrojado Lisboa (Banabuiú);
- d) Açude Quixeramobim;
- e) Açude Vinícius Berredo (Pedra Branca);
- f) Açude Cedro;
- g) Açude Patu;
- h) Açude Riacho do Sangue;
- i) Açude Quixabinha.

Foram obtidas análises de amostras da água de alguns outros pequenos reservatórios, tais como os apresentados no quadro resumo geral das fichas de ensaio dos anexos, porém dada a exiguidade de informações, não foi possível se tecer uma análise adequada dos mesmos.

Assim, com relação à investigação do potencial de salinização e da qualidade das águas dos reservatórios da bacia do Jaguaribe que pudessem ser devidamente comprovadas quer através de análises laboratoriais em amostras de água dos reservatórios, quer através de medidas em campo da condutividade elétrica “in situ” de suas águas, ficaram restritas aos nove açudes supracitados como se descreve nos tópicos seguintes.

Diante da falta de dados generalizados sobre a condutividade elétrica das águas da grande maioria dos açudes da bacia do Jaguaribe, a melhor alternativa que restou para identificar os açudes com potencial para salinização de suas águas, foi através do exame da característica pedológica de sua bacia hidrográfica e, sobretudo, dos solos presentes na bacia hidráulica dos reservatórios.

A metodologia empregada constou da superposição de um mapa potamográfico da bacia do Jaguaribe, no qual constava todos os reservatórios de interesse para o Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia, com o Mapa Exploratório – Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará, na escala 1:600.000, datado de 1972, originário dos convênios entre o Ministério da Agricultura/Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária/Divisão de Pesquisa Pedológica e do Ministério do Interior/SUDENE/Departamento de Recursos Naturais/Divisão de Agrologia, publicado pela SUDENE.

Este mapa se constitui até a presente data no melhor estudo disponível sobre o reconhecimento de solos do Estado do Ceará, servindo perfeitamente para identificar os reservatórios que se situam em solos com tendência para salinização de suas águas. Dessa forma, foi elaborado o Quadro 4.2.1.1 que mostra os açudes cuja bacia hidráulica se encontra assente em solos eminentemente solódicos ou solidizados que possuem esta tendência.

A presença de determinado açude no Quadro 4.2.1.1 não implica necessariamente que suas águas sejam salinizadas, exceto nos casos comprovadamente verificados através de medidas da condutividade elétrica de suas águas, como é o caso do Açude Cedro e Quixeramobim. Entretanto a presença do reservatório no citado quadro sugere uma potencialidade para sofrer processo de salinização de suas águas por conta da característica pedológica do solo de sua bacia.

### 4.2.1.1 - Identificação de Açudes Situados Sobre Solos com Potencial para Salinização das Águas do Reservatório

Açude	Legenda	Tipo de Solo
Canafistula	NC5	Bruno não Cálcico, em que aparecem(+Planosol solódico) ou (+Solonetz solodizado)
Cipoadá	Re20	Solos Litólicos Eutróficos
Fogareiro	NC14	Bruno não Cálcico, em que aparecem(+Planosol solódico) ou (+Solonetz solodizado)
Joaquim Távora	Red10	Solos Litólicos Eutróficos e Distróficos
Lima Campos	V6	Vertisol + Solonetz solodizado
Nobre	NC12	Bruno não Cálcico, em que aparecem(+Planosol solódico) ou (+Solonetz solodizado)
Poço do Barro	Re20	Solos Litólicos Eutróficos
Quixeramobim	NC14	Bruno não Cálcico, em que aparecem(+Planosol solódico) ou (+Solonetz solodizado)
Riacho dos Tanques	PL5	Planosol Solódico + Podzólico Vermelho + Solo Litólicos Eutróficos
Riacho Verde	NC12	Bruno não Cálcico, em que aparecem(+Planosol solódico) ou (+Solonetz solodizado)
Sto. Antônio de Russas	PL6	Planosol Solódico +Solonetz Solodizado + Solos Litólicos Eutróficos
Várzea do Boi	PL7	Planosol Solódico +Solonetz Solodizado + Solos Litólicos Eutróficos
Vinícius Berredo	PL6	Planosol Solódico +Solonetz Solodizado + Solos Litólicos Eutróficos
Favelas	NC3	Bruno não Cálcico, em que aparecem(+Planosol solódico) ou (+Solonetz solodizado)
Riacho do Sangue	NC11	Bruno não Cálcico, em que aparecem(+Planosol solódico) ou (+Solonetz solodizado)
Cedro	NC9	Bruno não Cálcico, em que aparecem(+Planosol solódico) ou (+Solonetz solodizado)
Banabuiú	NC14	Bruno não Cálcico, em que aparecem(+Planosol solódico) ou (+Solonetz solodizado)

Entretanto, sabe-se que a salinização depende de outros fatores tão importantes quanto as características pedológicas da bacia, tais como a *freqüência de sangria* do reservatório; *liberação de água* através de descarga de fundo ou galerias; *processos de degradação ambiental da bacia* com carreamento de sólidos e sais em suspensão para dentro do reservatório; *processos de eutrofização*; etc. O estudo completo do processo exige ações de investigação de campo que estão fora do escopo do presente Plano de Gerenciamento, ficando como tarefa a ser sugerida dentro dos Programas de Ação para o gerenciamento futuro da bacia.

A seguir apresenta-se a descrição do estudo da qualidade das águas para cada um dos nove reservatórios estratégicos para os quais se obteve análises de amostras de suas águas.

### 4.2.1.1. O Açude Orós

O Açude Orós é o maior reservatório estratégico atualmente em operação na Bacia do Jaguaribe. Barra o Rio Jaguaribe no município de Orós, possui capacidade máxima de armazenamento de  $1.940 \text{ hm}^3$  para a cota do sangradouro igual a 199,50 m, um volume morto de  $16,87 \text{ hm}^3$ , e a cota da tomada d'água é 169,00 metros. A bacia de drenagem do Orós corresponde a  $24.583 \text{ km}^2$ , a área superficial do lago na cota do sangradouro é de  $199,20 \text{ km}^2$ . Segundo dados do P.E.R.H., o volume regularizado mensal para um nível de garantia de 90 % é  $22,15 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Uma de suas características singulares é que o Orós alimenta gravitariamente o Açude Lima Campos a partir de um túnel seguido por canal com soleira na cota 185,00 m. Esta condição restringe a operação ótima do açude entre a cota 185,00, correspondendo a um volume de  $351,34 \text{ hm}^3$  e a cota de sangria, para não prejudicar os vazanteiros de montante nem os irrigantes do perímetro Orós-Lima Campos. A tomada d'água principal alimenta um túnel de 5,36 m de diâmetro, em cuja extremidade de jusante foi instalada uma válvula de descarga do tipo jato-ôco de 1,5 m de diâmetro.

Os ensaios realizados em amostras do Açude Orós datam de fev/92, abr/92, jun/92, ago/92, jan/95 e mai/95. Com relação à qualidade da água para irrigação, levando-se em conta apenas os parâmetros *Condutividade Elétrica – CE*, *Razão de Adsorção de Sódio*, e *Sólidos Dissolvidos*, o Quadro 4.2.1.1.1 mostra o comportamento destes parâmetros sobre os quais se discute a seguir.

**Quadro 4.2.1.1.1 – Parâmetros de Qualidade de Água para Irrigação do Açude Orós**

Data de Referência	Amostra Coletada à Superfície do Lago				Amostra Coletada na Válvula da Tomada d'água			
	Parâmetro de Análise				Parâmetro de Análise			
	CE a 25 °C (µmho/cm)	RAS	Sólidos Dissolvidos (mg/l)	Classific. do DNOCS	CE a 25 °C (µmho/cm)	RAS	Sólidos Dissolvidos (mg/l)	Classific. do DNOCS
Fev/92	407,4	1,55	260,7	c2s1				
Abr/Mai/92	263	1,33	263	c2s1	386	1,45	259	c2s1
Jun/92	392,8	1,4	251,4	c2s1	403,6	1,2	257,9	c2s1
Ago/92	385,9	1,4	247	c2s1	427,1	1,4	273,4	c2s1
Jan/95	390		231	c2s1				
Mai/95	280		183	c2s1				

A conclusão óbvia que se infere do quadro acima é que as águas do açude se classificam como c2s1 – médio perigo de salinidade, baixo perigo de sodicidade, em todas as análises realizadas. Outras importantes conclusões que se pode tirar do Quadro 4.2.1.1.1 são:

- a condutividade elétrica, diretamente proporcional ao grau de salinidade, é mais baixa exatamente durante os períodos da quadra chuvosa (abr/92 e mai/95) elevando-se após a passagem das chuvas quando diminui o aporte natural de águas dos tributários ao açude;
- verifica-se que nos meses de janeiro/95 e fevereiro/92, os valores da condutividade elétrica foram semelhantes, correspondendo ainda ao início da estação chuvosa. De qualquer forma, verifica-se que a condutividade elétrica durante o período de estiagem, permanece acima do patamar máximo desejado de 300 µmho/cm, recomendado para abastecimento humano de acordo com a OMS;
- as amostras retiradas da tomada d'água do açude, correspondendo às águas mais profundas do lago, se revelaram ligeiramente mais salgadas do que as águas coletadas na zona superficial do lago. Observe-se que o recorde registrado de salinidade é justamente da amostra de ago/92, retirada da válvula dispersora do açude;
- aparentemente, pelos resultados, o teor de sólidos dissolvidos varia muito pouco ficando em torno de uma média de 254 mg/l, independentemente da época ou da profundidade, bem abaixo dos 500 mg/l recomendados para classificação das águas na Classe 2. A exceção verificada para o mês de maio/95 quando o teor de sólidos dissolvidos caiu para 183 mg/l, pode ser justificada pelo aporte de vazão da bacia de drenagem.

Outros parâmetros de qualidade da água determinados em jan/95 e mai/95, são mostrados no Quadro 4.2.1.1.2, relativos a classificação das águas para efeito de enquadramento. Entretanto, convém ressaltar que estas duas amostras não podem traduzir com fidelidade o *comportamento de longo termo* do reservatório, uma vez que a própria natureza dos parâmetros é de extrema mutabilidade, variando em função das cargas de poluição afluentes durante determinado período de tempo.

**Quadro 4.2.1.1.2 – Parâmetros Globais de Qualidade de Água do Açude Orós**

Parâmetro	Unidade	Data de Referência	
		Janeiro/95	Mai/95
Cloretos	Mg/l	49,6	31,4
Ferro Total	Mg/l	4,0	3,5
Nitrato	Mg/l	não determinado	não determinado
Nitrito	Mg/l	não determinado	não determinado
DBO <sub>5</sub>	Mg/l	2,1	não determinado
Coliformes Totais	NMP/100m l	24000	24000
Coliformes Fecais	NMP/100m l	24000	930
Oxigênio Dissolvido	Mg/l	8,0	5,1

Analisando-se os resultados do Quadro 4.2.1.1.2, conclui-se que não seria possível se fazer o enquadramento do açude em nenhuma das classes segundo a Resolução n° 20 do CONAMA, em virtude da ausência de dados quanto aos teores de nitritos e nitratos e da demanda orgânica para a amostra de maio/95.

Entretanto, depreende-se facilmente que os teores de ferro e coliformes totais estão bem elevados em relação àqueles recomendados para a Classe 2. Porém, convém lembrar que o processo de enquadramento não é feito com base nas características atuais ou de momento do corpo hídrico, mas nas condições desejadas segundo os usos a que se destina. Assim sendo, o objetivo a ser alcançado é que os parâmetros físico-químicos das águas do Açude Orós atendam as exigências da Classe 2, pois seu uso prioritário na condição de água bruta é o abastecimento humano, principalmente do Médio e Baixo Jaguaribe, devido ao carácter perenizador do Orós recarregando os aluviões destas sub-bacias, e da Região Metropolitana

de Fortaleza, através do Canal do Trabalhador. Em segundo plano o açude Orós atende aos projetos de irrigação a jusante.



As análises feitas por imagem de satélite não identificaram presença de sedimentos ou macrófitas sobre a superfície do espelho d'água do reservatório, pelo menos no período em que as mesmas foram tiradas (julho/96), indicando que as águas do açude Orós não se encontram em processo aparente de eutrofização.

Este fato pode ser facilmente explicado pela renovação das águas mais profundas em função das fortes liberações de vazão pela tomada d'água para suprimento aos perímetros irrigados de jusante. Recorde-se que no ano de 1994, o reservatório ficou com pouco mais de 2 % de sua capacidade devido a liberação de água para a irrigação dos perímetros de jusante e principalmente para o abastecimento de Fortaleza através do Canal do Trabalhador, o que se conclui por uma considerável renovação das águas do reservatório.

A operação do açude passou a ser de responsabilidade da COGERH a partir da mesma época, tendo sido adequadamente equacionada a problemática dos volumes de liberação, contando com a participação efetiva das comunidades interessadas no uso das águas do açude através dos núcleos de formação dos Comitês de Bacias, ou Comissões de Usuários. Louve-se o empenho das equipes técnicas e direção da Companhia no planejamento e operação bem sucedidas dos reservatórios, não obstante as limitações de recursos e pessoal, para gerir as águas superficiais de todo o Estado do Ceará.

#### 4.2.1.2. O Açude Lima Campos

O Açude Lima Campos é suprido diretamente pelo açude Orós, além da própria contribuição de sua modesta bacia de drenagem com 371 km<sup>2</sup>, que entretanto não teria capacidade para suprir a água necessária aos perímetros de Irrigação Icó-Lima Campos com cerca de 2214 ha irrigados. O açude tem capacidade de acumulação de 63,65 hm<sup>3</sup> e volume morto de 0,86 hm<sup>3</sup>. O açude barra o Riacho São João no município de Lima Campos.

Os dados disponíveis para análise dizem respeito somente aos dados de qualidade de água para irrigação levantados pelo DNOCS em 1992. O Quadro 4.2.1.2.1 apresenta os resultados.

### Quadro 4.2.1.2.1 – Parâmetros de Qualidade de Água p/ Irrigação do Açude Lima Campos

Data de Referência	Amostra Coletada à Superfície do Lago				Amostra Coletada no Canal da Tomada d'Água			
	Parâmetro de Análise				Parâmetro de Análise			
	CE a 25 °C (µmho/cm)	RAS	Sólidos Dissolvidos (mg/l)	Classific. do DNOCS	CE a 25 °C (µmho/cm)	RAS	Sólidos Dissolvidos (mg/l)	Classific. do DNOCS
Fev/92	423,1	1,72	270,7	c2s1	403,3	2,85	258,3	c2s1
Mai/92	419	1,24	281	c2s1	423	1,16	283	c2s1
Jun/92	478,2	1,3	306,1	c2s1	453,6	1,4	290,3	c2s1
Ago/92					431,3	1,5	276,0	c2s1

Os resultados do Quadro 4.2.1.2.1 acima podem ser comparados com aqueles do quadro 4.2.1.1.2 relativos aos dados do açude Orós, chegando-se facilmente às seguintes conclusões:

- todos os parâmetros de condutividade elétrica e sólidos em suspensão são superiores àqueles verificados no açude Orós para a mesma época. Isto pode ser justificado pelo fato de que as águas afluentes ao açude Lima Campos, derivadas da cota 185,00 do túnel de ligação entre os dois reservatórios, provêm de águas profundas do açude Orós, tendo inclusive sofrido provável poluição pelos vazanteiros ao longo do canal de acesso;
- apesar de possuir em todos os casos, uma salinidade elevada, revelada pela condutividade elétrica acima de 400 µmhos/cm, as águas do açude Lima Campos são do tipo c2s1 do tipo apropriada para irrigação;
- o teor de sólidos em suspensão, embora ligeiramente mais elevados que o do Orós, mantém-se abaixo do limite de 500 mg/l, adequada para classificação na Classe 2;

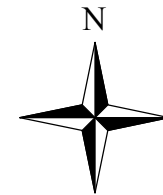
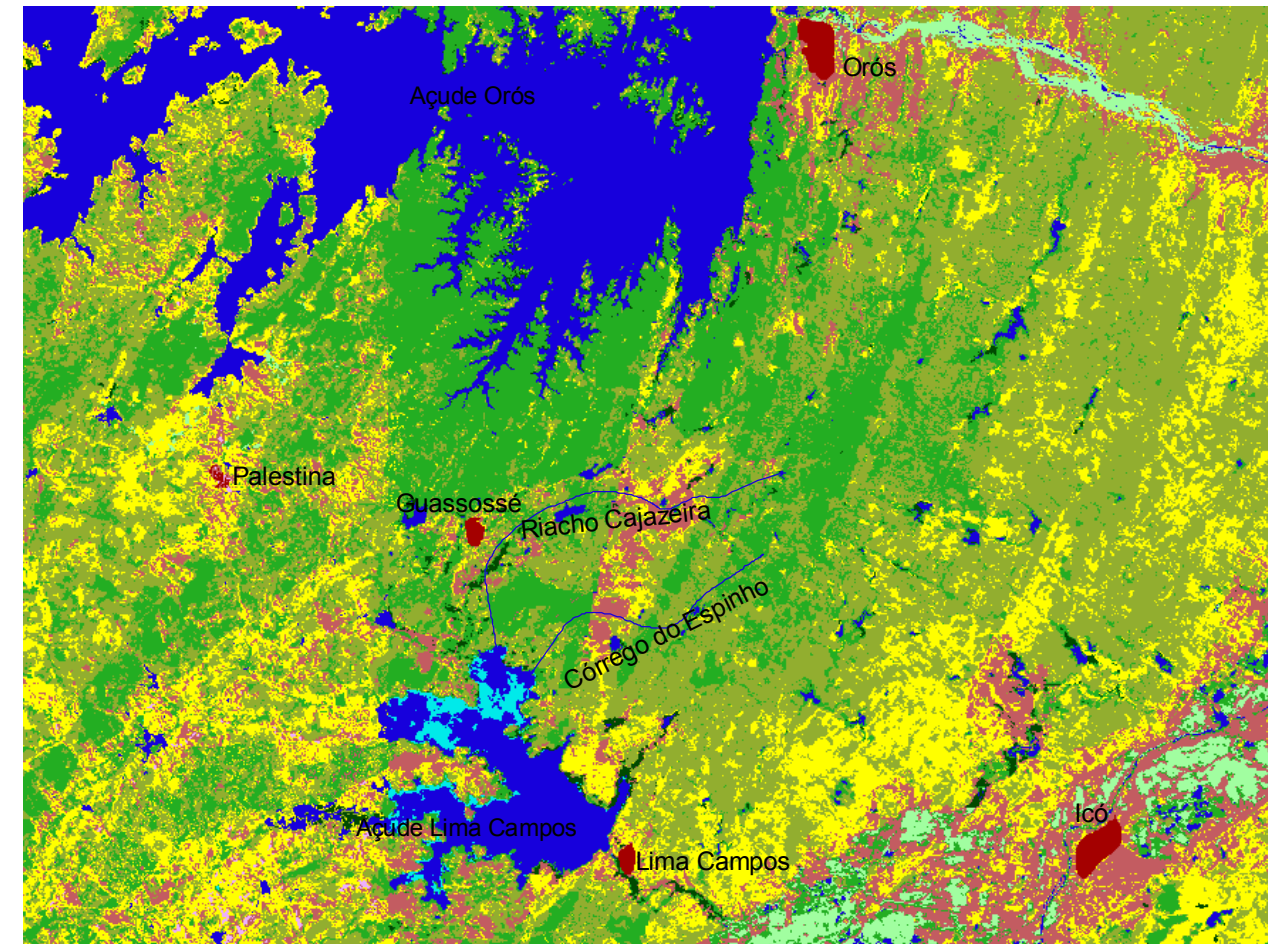
As imagens de satélite LANDSAT, de julho/96, revelaram que o Açude Lima Campos encontrava-se com 16,86 % de sua área superficial encoberta por macrófitas e sedimentos, indicando assim o processo de eutrofização de suas águas. Isto seria de esperar, pois o açude Lima Campos é o herdeiro de apreciável quantidade de nutrientes transportado do açude Orós pelo túnel de ligação entre os dois reservatórios, e, supondo-se uma estratificação plausível das águas do Orós, o açude Lima Campos recebe as águas de maior densidade do açude Orós devido a cota da soleira do túnel ser 14,5 metros abaixo da cota do sangradouro deste último.















De fato, analisando-se a interpretação das imagens de satélite LANDSAT na região compreendida entre as bacias hidráulicas dos açudes Orós e Lima Campos, conforme está apresentado na figura 4.2.1.2.1, nota-se que a presença de macrófitas ou sedimentos na bacia hidráulica do Lima Campos concentra-se na região litorânea norte do açude, e não na região pelágica, aproximadamente onde o açude recebe os tributários do Córrego da Espinha e Riacho Cajazeira, exatamente por onde entram as águas provenientes do Orós.

Assim sendo, especiais cuidados deverão ser tomados com relação à prevenção da eutrofização das águas do açude Lima Campos, que provavelmente só não se acentuaram ainda devido à contínua demanda de água liberada para o perímetro irrigado de jusante, permitindo uma renovação e período de detenção mais curto neste açude, impedindo a proliferação acentuada do fitoplâncton, que requer pelo menos 2 a 3 semanas de tempo efetivo de residência para seu crescimento sustentado, conforme discutido anteriormente.

A SEMACE realizou recentemente uma análise da qualidade das águas do Açude Lima Campos para duas amostras, tendo sido a primeira (Amostra 1) coletada no riacho afluente ao açude, e a segunda coletada no canal de saída que atende ao abastecimento da cidade de Lima Campos. Os resultados apresentados no Quadro 4.2.1.2.2 mostram diferentes resultados para as amostras coletadas no mesmo dia 09/09/98, sendo que a amostra 1 (riacho) não se enquadra no padrão da Classe 2 da Resolução nº 20 do CONAMA, e a amostra 2 (canal de jusante) fica dentro dos limites exigidos por essa resolução, segundo o próprio laudo final da análise.

Fig. 4.2.1.2.1: Região compreendida entre as bacias hidráulicas dos açudes Orós e Lima Campos



-  Hidrografia
- Uso do Solo
-  Áreas Irrigadas
-  Caatinga Arbórea Densa
-  Caatinga Herbácea/Arbustiva
-  Acudes e espelhos d'água acima de 5ha
-  Área Agrícola
-  Solo Exposto
-  Área Alterada/Antropizada
-  Mata Ciliar/Várzea
-  Área Urbana
-  Nuvem/Sombra
-  Água c/Macrófitas e Sedimento Associado
-  Vegetação Litorânea/Restinga
-  Unclassified/Ruído



**Quadro 4.2.1.2.2 – Resultados da Análise em Duas Amostras de Águas Superficiais do Açude Lima Campos, em 09/09/98**

Análise Química	Resultado Amostra 1	Resultado Amostra 2	Padrão CONAMA
Amônia	0,005	0.001	0,02 mg/l
Cloreto	52,74	36,65	250 mg/l
Cor	200	64	75
DBO <sub>5</sub>	> 5,0	2,2	< 5,0 mg/l
Fosfato	-	-	0,025 mg/l
Nitrato	0,5	0,25	10 mg/l
Nitrito	0,003	0.005	1,0 mg/l
NMP de Coliformes Fecais	> 16.000	20	-
NMP de Coliformes Totais	-	-	-
Oxigênio Dissolvido	3,67	9,1	> 5,0 mg/l
Ph	7,32	7,53	6 a 9
Sólidos Totais	190	140	-
Turbidez	9,7	3,9	100

Se tomarmos por base os resultados das análises das amostras apresentadas no Quadro 4.2.1.2.2, verifica-se, pelo menos aparentemente, que o açude exerce efeito depurador da qualidade das águas afluentes ao mesmo, em virtude do processo de diluição e do tempo de retenção hidráulica das águas afluentes. Ressalte-se que conforme informações da Divisão de Análises e Pesquisas da SEMACE, as águas do açude abastecem diretamente à cidade de Lima Campos sem nenhum tipo de tratamento prévio.

### 4.2.1.3. O Açude Arrojado Lisboa (Banabuiú)

O Açude Banabuiú, oficialmente denominado Açude Arrojado Lisboa, tem uma capacidade de acumulação de 1.700 hm<sup>3</sup> para um sangradouro com cota da soleira igual a 143,5 m. A bacia hidrográfica drena uma área de 14.931 km<sup>2</sup>, sendo o segundo maior reservatório artificial atualmente em operação no estado do Ceará. O volume morto é de 12 hm<sup>3</sup>, e a cota da soleira da tomada d'água é 92,50 m, implicando numa altura de 51 metros de acumulação acima da cota da tomada d'água.

O índice IDM é 12,2 segundo a área superficial e o perímetro determinados a partir das imagens de satélite de julho/96. O tempo de residência das águas, calculado em função do volume afluente anual médio, é de 120 semanas, podendo ser considerado muito elevado, muito embora haja a tendência de todos os açudes no semi-árido, com regime de rios intermitentes, apresentarem um tempo de residência bem elevado em relação aos reservatórios de clima temperado, com regime de rios perenes.

O Quadro 4.2.1.3.1 apresenta os resultados de análise da qualidade da água do açude, segundo o DNOCS, efetuados em 1992.

**Quadro 4.2.1.3.1 – Parâmetros de Qualidade de Água p/ Irrigação do Açude Banabuiú**

Data de Referência	Amostra Coletada à Superfície do Lago				Amostra Coletada na Válvula de Saída			
	Parâmetro de Análise				Parâmetro de Análise			
	CE a 25 °C (µmho/cm)	RAS	Sólidos Dissolvidos (mg/l)	Classific. do DNOCS	CE a 25 °C (µmho/cm)	RAS	Sólidos Dissolvidos (mg/l)	Classific. Do DNOCS
Fev/92					656,7	2,09	420,3	c2s1
Abr/92	571	2,6	383	c2s1	603	1,92	404	c2s1
Jul/92	463,1	2,1	296,4	c2s1	483,5	2,1	309,4	c2s1

As conclusões inferidas do Quadro 4.2.1.3.1 são semelhantes àquelas provenientes da análise das amostras do Açude Orós, ou seja:

- as amostras coletadas na válvula de saída apresentam maior salinidade do que as amostras coletadas à superfície do lago;
- as águas do Banabuiú são do tipo c2s1, segundo seu uso para irrigação, classificação esta que lhe confere uma boa qualidade como água para irrigação;
- com relação ao consumo humano, as águas apresentam uma salinidade, indiretamente representada pela sua condutividade elétrica, superior ao limite desejado de 300 µmhos/cm, e o teor de sólidos dissolvidos é também elevado, muito embora inferior ao limite recomendado de 500 mg/l;

- observando-se a seqüência de valores de condutividade elétrica para o ano de 1992, das amostras coletadas junto à válvula de saída, verifica-se que os níveis de concentração de sais começam altos no início da quadra chuvosa e vão paulatinamente se reduzindo até o menor valor observado ao fim da mesma. Provavelmente a partir do fim do aporte das chuvas, começa novamente a aumentar a concentração de sais.

O Açude Banabuiú não apresentou nas imagens de satélite de julho/96, presença de macrófitas ou sedimentos, conforme está apresentado na figura 4.2.1.3.1, certamente em função da renovação acentuada das suas águas em função da liberação para perenização do trecho de jusante do Rio Banabuiú e atendimento aos perímetros irrigados de jusante.

#### 4.2.1.4. Açudes Patu e Riacho do Sangue

Os açudes Patu e Riacho do sangue têm em comum para a presente análise, o fato de terem sido alvo de uma pesquisa por parte do IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis, em convênio com o governo alemão através do GTZ – Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit e a GOPA – Gesellschaft für Organization, Planung und Ausbildung, além da participação do DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas e da CEDAP – Companhia de Desenvolvimento Agrário e de Pesca, visando o levantamento limnológico de 7 reservatórios no Estado do Ceará, como parte do programa PAPEC – Projeto Aproveitamento dos Açudes Públicos do Estado do Ceará, situados em diferentes municípios e regiões do estado, visando “subsidiar a elaboração de um diagnóstico, aliado às determinações de características físicas, químicas e biológicas da água, para servir de modelo aos demais açudes do Estado do Ceará, que estejam localizados em regiões de características semelhantes”.

Esse estudo apresentou resultados de bom nível para a análise da qualidade da água destes reservatórios, que somado aos resultados dos ensaios de qualidade da água para irrigação realizados pelo DNOCS no ano de 1992, permitiram o estabelecimento de importantes conclusões sobre o estado limnológico dos reservatórios.

O Açude Patu, apresentado na figura 4.2.1.4.1, tem uma capacidade de acumulação de 71,83 hm<sup>3</sup> e um volume morto de 0,33 hm<sup>3</sup>, drenando uma bacia hidrográfica de 1.012 km<sup>2</sup>, permitindo a regularização de uma vazão mensal de 863 l/s para uma garantia de 90%. Situa-se no município de Senador Pompeu, barrando o Rio Patu.

O Açude Riacho do Sangue, apresentado na figura 4.2.1.4.2, por sua vez ,acumula cerca de 61.42 hm<sup>3</sup> com volume morto de 6,94 hm<sup>3</sup>, drenando uma bacia hidrográfica de 1.334 km<sup>2</sup> e regularizando 770 l/s nas mesmas condições que o Açude Patu. Situa-se no município de Solonópole, barrando o Riacho do Sangue.



Fig. 4.2.1.3.1: Açude Arrojado Lisboa nas imagens de satélite de julho/96

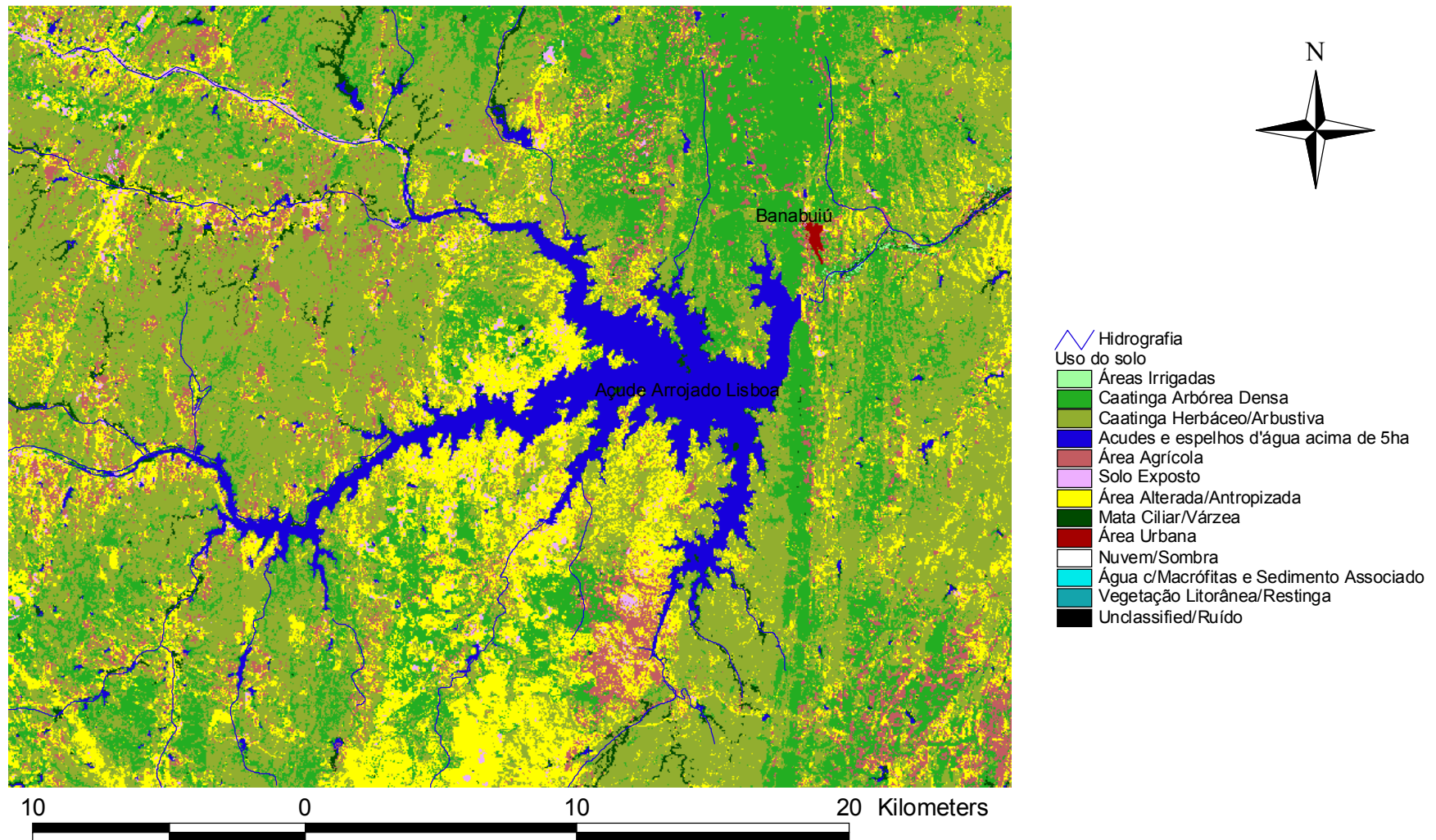
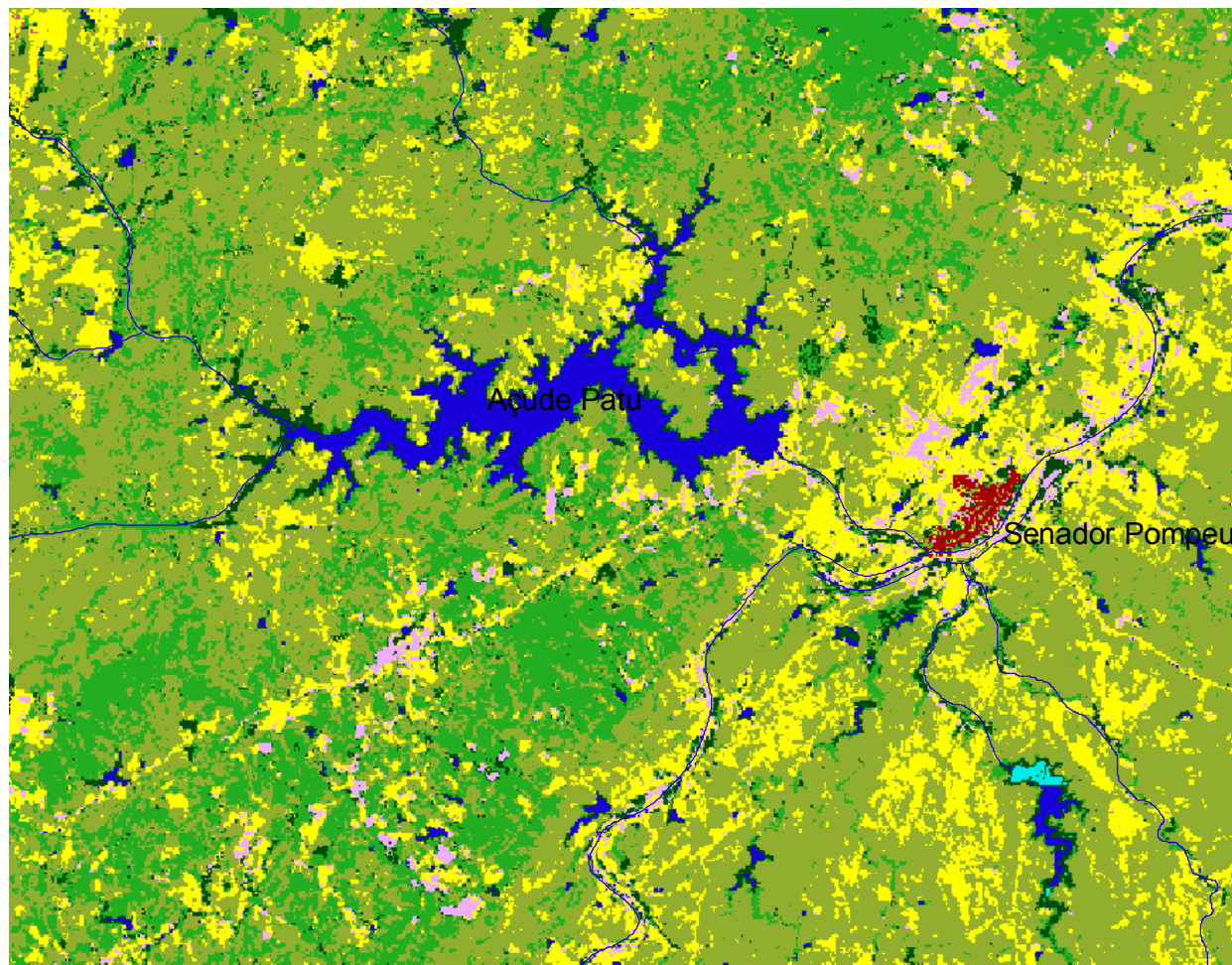


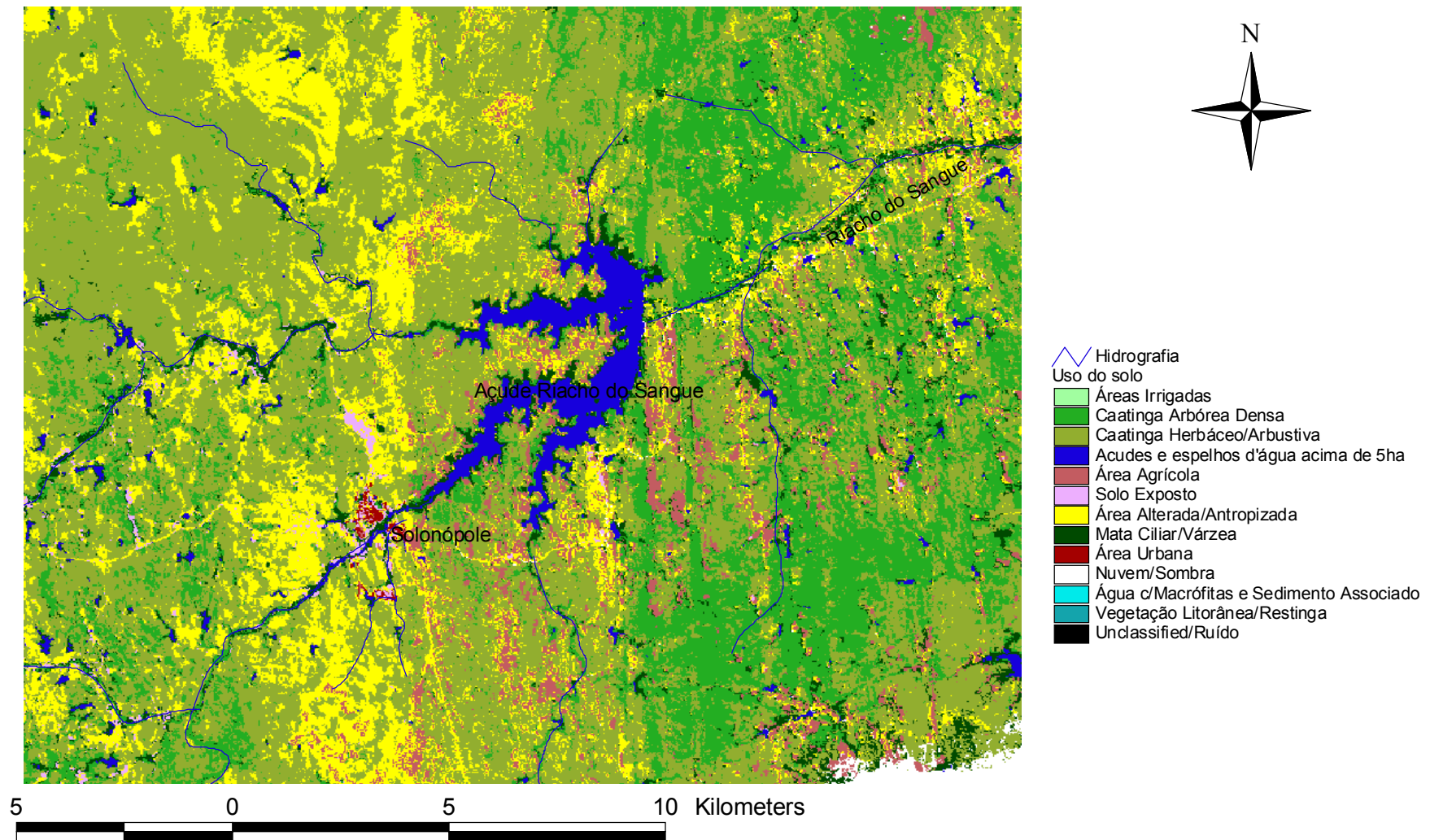
Fig. 4.2.1.4.1: Açude Patu nas imagens de satélite de julho/96



- Hydrografia
- Uso do solo
- Áreas Irrigadas
- Caatinga Arbórea Densa
- Caatinga Herbácea/Arbustiva
- Acudes e espelhos d'água acima de 5ha
- Área Agrícola
- Solo Exposto
- Área Alterada/Antropizada
- Mata Ciliar/Várzea
- Área Urbana
- Nuvem/Sombra
- Água c/Macrófitas e Sedimento Associado
- Vegetação Litorânea/Restinga
- Unclassified/Ruído

5 0 5 10 Kilometers

Fig. 4.2.1.4.2: Açude Riacho do Sangue nas imagens de satélite de julho/96



A coleta de amostras para análises laboratoriais referentes ao estudo do IBAMA/GTZ ocorreram nas seguintes datas e seqüências ao longo do dia:

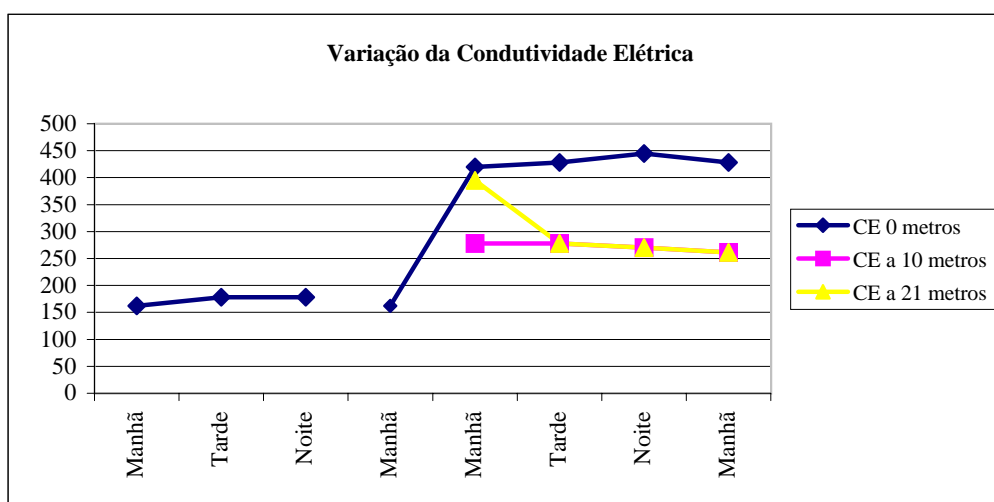
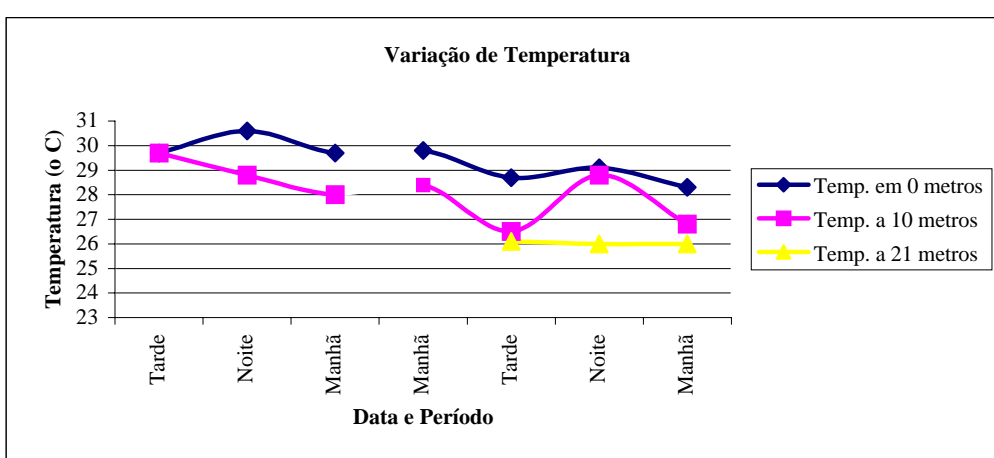
- Açude Patu: 09/11/93 – manhã e tarde  
24/03/94 e 25/03/95 – manhã, tarde, noite e manhã  
22/06/94 e 23/06/94 - manhã, tarde e noite e manhã
- Açude Riacho do Sangue: 10/11/93 e 11/11/93 – noite e manhã  
23/03/94 – manhã e tarde  
23/06/94 – manhã e tarde

Ressalte-se a importância desse estudo que foi o único conseguido na pesquisa da Consultora junto aos órgãos públicos, em que foram registradas as variações dos parâmetros ao longo dos períodos do dia, sendo assim de enorme valia para a análise do processo de estratificação térmica dos reservatórios.

Dentre as diversas análises do estudo levado a cabo pelo IBAMA/GTZ, destaca-se inicialmente as variações diárias, por turno, dos parâmetros indicativos da densidade do fluido como a temperatura e a condutividade elétrica, sendo que esta última mede indiretamente a salinidade. Os Quadros 4.2.1.4.1 e 4.2.1.4.2 e suas figuras associadas, mostram como variam esses parâmetros nos açudes Patu e Riacho do Sangue, respectivamente.

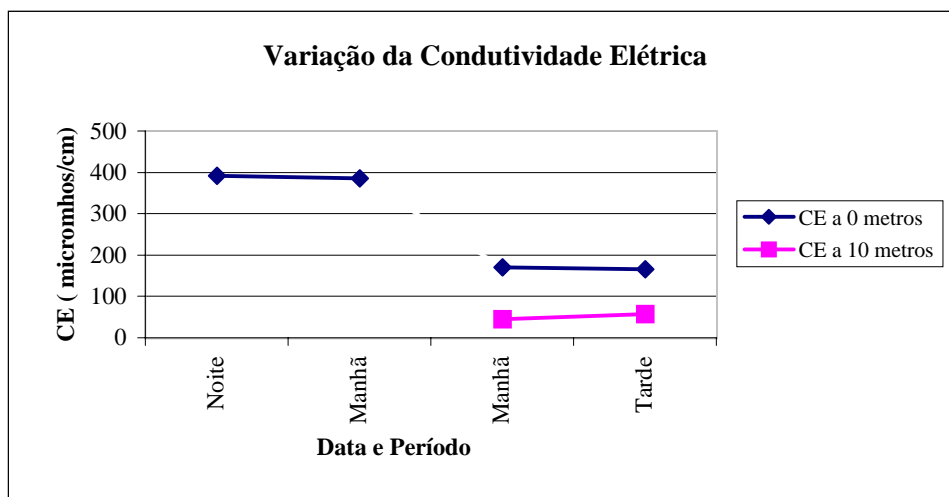
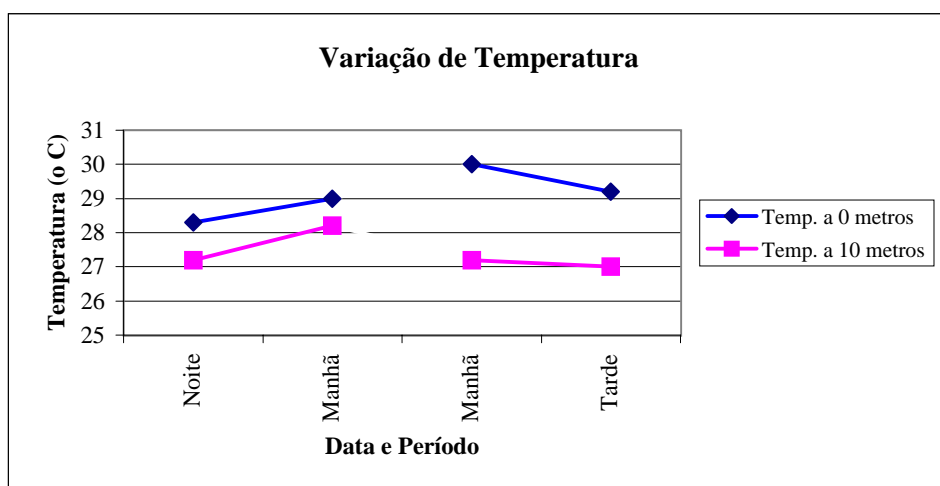
Quadro 4.2.1.4.1: Resultados de Análises de Água no Açude Patu (fonte:IBAMA)

Açude Patu		Temperatura (°C)			Condutividade Elétrica (mho/cm)		
		Profundidade			Profundidade		
Dia	Período	0m	10m	21m	0m	10m	21m
24/03/94	Manhã	29,7	29,7		162		
24/03/94	Tarde	30,6	28,8		178		
24/03/94	Noite	29,7	28,0		178		
25/03/94	Manhã	29,8	28,4		162		
22/06/94	Manhã	28,7	26,5	26,1	420	278	395
22/06/94	Tarde	29,1	28,8	26,0	428	278	278
22/06/94	Noite	28,3	26,8	26,0	445	270	270
23/06/94	Manhã	28,1	26,7	25,9	428	261	261



Quadro 4.2.1.4.2: Resultados de Análises de Água no Açude Riacho do Sangue (fonte:IBAMA)

Açude		Temperatura (°C)		Condutiv. Elétrica (mmho/cm)	
Riacho do Sangue		Profundidade		Profundidade	
Dia	Período	0m	10m	0m	10m
10/11/93	Noite	28,3	27,2	392	
	Manhã	29	28,2	386	
23/0694	Manhã	30	27,2	170	45
	Tarde	29,2	27	165	57



Analisando-se nos quadros supracitados, observa-se que há contradição entre os valores medidos de condutividade elétrica nas diversas profundidades nesses dois açudes para esse estudo do IBAMA/GTZ, em relação àqueles medidos pelo DNOCS relativos a amostras colhidas na superfície do lago e nas tomadas d` água dos açudes.

O Quadro 4.2.1.4.3 mostra o resumo das fichas dos ensaios de qualidade da água para irrigação efetuados no Açude Patu em 1992. Note-se na comparação com os dados apresentados no Quadro 4.2.1.4.1 oriundos do estudo do IBAMA/GTZ, que os valores de condutividade elétrica na superfície do açude, para o mês de junho/94 são semelhantes aos observados no estudo do DNOCS para os meses de abril/92 e julho/92, aparentemente conservando uma homogeneidade sazonal, independentemente das diferenças entre os índices pluviométricos verificados naqueles anos.

Entretanto, quase todos os ensaios de condutividade elétrica realizados nas amostras coletadas nas tomadas de água dos açudes segundo o estudo do DNOCS, apresentaram valores superiores àqueles observados à superfície dos reservatórios, o que não acontece com os dados apresentados pelo IBAMA/GTZ.

**Quadro 4.2.1.4.3 – Parâmetros de Qualidade de Água p/ Irrigação do Açude Patu**

Data de Referência	Amostra Coletada à Superfície do Lago				Amostra Coletada na Válvula de Saída			
	Parâmetro de Análise				Parâmetro de Análise			
	CE a 25 °C (µmho/cm)	RAS	Sólidos Dissolvidos (mg/l)	Classific. do DNOCS	CE a 25 °C (µmho/cm)	RAS	Sólidos Dissolvidos (mg/l)	Classific. do DNOCS
Fev/92	564,1	1,96	361	C2s1	664,1	2,00	425	c2s1
Abr/92	444	1,81	297	c2s1	458	1,21	307	c2s1
Jul/92	458,3	1,6	293,3	c2s1	556,9	2,3	356,4	c2s1

Aparentemente a explicação para esse fato de natureza contraditória estaria na zona da bacia hidráulica onde foram coletadas as amostras. É possível que haja uma outra estratificação por zona, que só poderia ser confirmada caso houvessem informações precisas quanto aos locais de coleta das amostras e suas respectivas profundidades. Essas zonas estariam afeitas às diferentes características entre as regiões bentônicas do lago e a região pelágica. De qualquer forma, os resultados apresentados no estudo do DNOCS são perfeitamente lógicos, dentro do esperado para os respectivos locais de coleta das amostras, isto é, as águas mais densas, e portanto de menor temperatura e maior salinidade, tendem a ficar mais próximas ao fundo do lago, ocasionando que as amostras coletadas nas tomadas d`água apresentem maior salinidade que as amostras coletadas junto à superfície do lago.

### 4.2.1.5. Açude Vinícius Berredo (Pedras Brancas)

O Açude Pedras Brancas, apresentado na figura 4.2.1.5.1, oficialmente denominado Açude Vinícius Berredo, denominação esta que não encontra fácil aceitação popular, localiza-se no município de Quixadá, barrando o Riacho Sitiá, possuindo uma capacidade de acumulação de 434,05 hm<sup>3</sup>, drenando uma bacia hidrográfica de 1.787 km<sup>2</sup>, e regularizando uma vazão mensal de 3,259 m<sup>3</sup>/s para um nível de garantia de 90%. É o terceiro maior açude em operação atualmente na Bacia do Jaguaribe.

Apesar de sua importância regional, somente três resultados de amostras constam nas fichas de análise de qualidade de água do estudo do DNOCS, sendo uma amostra relativa ao mês de fevereiro/92 e duas amostras coletadas no mês de julho/92. O Quadro 4.2.1.5.1 apresenta os resultados da análises.

**Quadro 4.2.1.5.1 – Parâmetros de Qualidade de Água p/ Irrigação do Açude Pedras Brancas**

Data de Referência	Amostra Coletada à Superfície do Lago				Amostra Coletada na Válvula de Saída			
	Parâmetro de Análise				Parâmetro de Análise			
	CE a 25 °C (µmho/cm)	RAS	Sólidos Dissolvidos (mg/l)	Classific. do DNOCS	CE a 25 °C (µmho/cm)	RAS	Sólidos Dissolvidos (mg/l)	Classific. do DNOCS
Fev/92	923.6	2.66	592.8	c3s1				
Jul/92	785.7	3.5	502.8	c2s1	800	1.4	512	c2s1

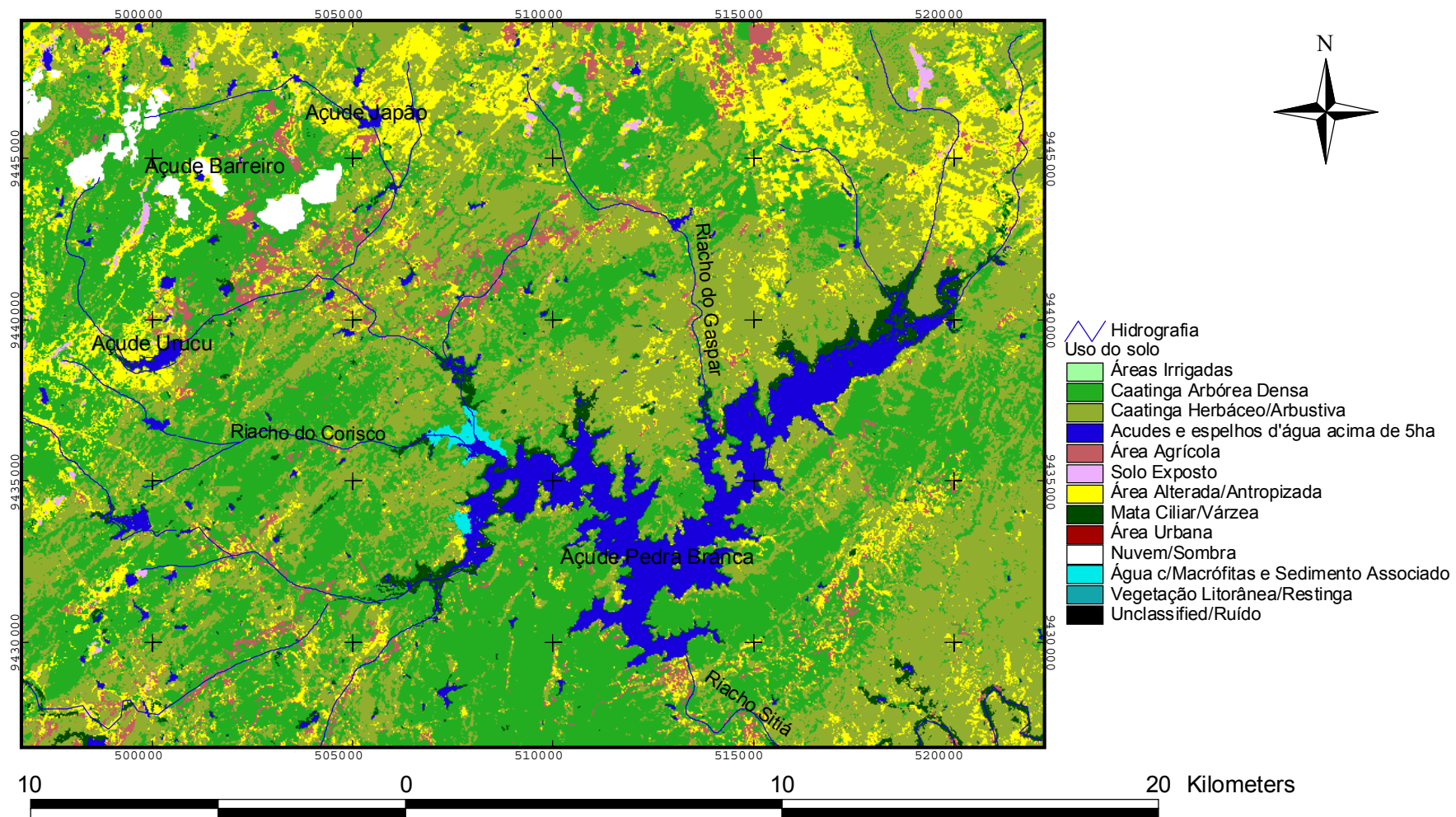
Os resultados do quadro acima apontam para uma alta salinidade de suas águas, tendo inclusive a amostra de fevereiro/92 sido classificada como c3s1, significando alta propensão à salinização. Esta questão do alto teor de sais aparece como uma característica pedológica regional dos reservatórios situados na região dos municípios de Quixadá e Quixeramobim, pois índices mais elevados ainda de salinidade foram observados nos açudes do Cedro e Quixeramobim, tal como se apresenta no item seguinte. É uma função portanto da presença abundante de rochas calcáreas, tais como as formadoras dos monólitos.

O Açude Pedras Brancas aparece nas imagens de satélite de julho/96 com cerca de 11,75 % de sua bacia hidráulica coberta por sedimentos e/ou macrófitas. Verifica-se que esta região eutrofizada da bacia hidráulica fica distante da barragem, na região noroeste do açude, numa zona classificada como litorânea, no braço que recebe águas provenientes dos pequenos açudes denominados Paraná, Barreiro, Sergipe e Japão, próximos à região da Serra Branca.



A área eutrofizada fica na confluência da bacia hidráulica com o Riacho do Carisco e os afluentes norte da citada área. Uma provável explicação para este processo de eutrofização localizado dentro da bacia hidráulica do Açude Pedras Brancas, poderia ser a presença de destacáveis áreas agrícolas com centro geométrico aproximado pelas coordenadas UTM 508 km – E e 9.441 km – N, na região dos sítios Montreal, Douro e São Paulo, que provavelmente carregam sedimentos e considerável aporte de nutrientes através do Riacho do Carisco para dentro do açude, em função das práticas agrícolas normalmente exercidas sem a devida preocupação com o controle ambiental, como por exemplo o uso abusivo de fertilizantes e defensivos agrícolas.

Fig. 4.2.1.5.1: Açude Pedras Brancas nas imagens de satélite de julho/96



O IDM do reservatório é 7,16 que pode ser considerado um valor médio, porém o tempo de residência das águas do açude é muito elevado, cerca de 111 semanas, notadamente o terceiro maior dos açudes analisados na Bacia do Jaguaribe. A combinação deste dois fatores indicam uma propensão natural do reservatório ao processo de eutrofização, conforme se identificou nas imagens de satélite aqui comentadas.

### 4.2.1.6. Açude Quixeramobim

O Açude Quixeramobim, conforme apresentado na figura 4.2.1.6.1, situa-se no município de mesmo nome, barrando o Rio Quixeramobim, possuindo capacidade de acumulação de 54,00 hm<sup>3</sup>, volume morto de 0,5 hm<sup>3</sup>, drenando uma bacia de 7.688 km<sup>2</sup>, e regularizando uma vazão de 1,75 m<sup>3</sup>/s para uma garantia mensal de 90%.

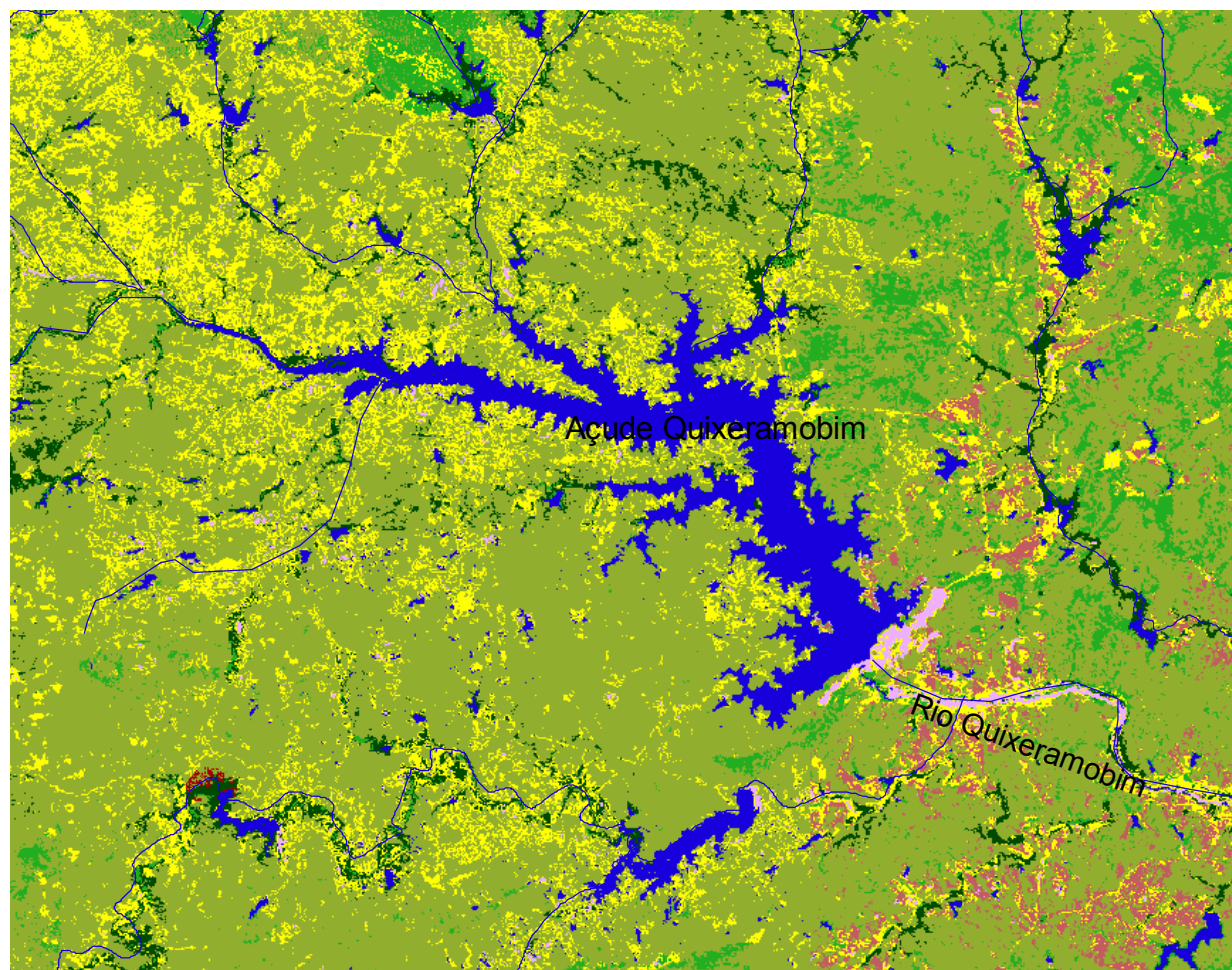
Os resultados das análises de qualidade da água feitos pelo DNOCS são apresentados no Quadro 4.2.1.6.1, só tendo sido coletadas três amostras, sendo duas no mês de fevereiro/92 e uma no mês de junho/92.















**Quadro 4.2.1.6.1 – Parâmetros de Qualidade de Água p/ Irrigação do Açude Quixeramobim**

Data de Referência	Amostra Coletada à Superfície do Lago				Amostra Coletada na Válvula de Saída			
	Parâmetro de Análise				Parâmetro de Análise			
	CE a 25 °C (µmho/cm)	RAS	Sólidos Dissolvidos (mg/l)	Classific. do DNOCS	CE a 25 °C (µmho/cm)	RAS	Sólidos Dissolvidos (mg/l)	Classific. do DNOCS
Fev/92	916,6	2,3	586,6	c3s1	1047,3	2,0	670,4	c3s1
Jul/92	1023,2	3,0	654,8	c3s1				

Conforme se pode observar nos resultados do Quadro 4.2.1.6.1, o Açude Quixeramobim é o que apresentou os mais altos índices de salinidade de todos os reservatórios analisados nos estudos do DNOCS, com águas classificadas na categoria c3s1 para todas as amostras coletadas. Isto confere às suas águas um limitado aproveitamento para culturas irrigadas, ficando inclusive fora da Classe 2 para abastecimento humano, segundo os padrões do CONAMA, por conta do também elevado teor de sólidos dissolvidos na água, superando o limite máximo de 500 mg/l para aquela classificação.

Fig. 4.2.1.6.1: Açude Quixeramobim nas imagens de satélite de julho/96



-  Hidrografia
- Uso do solo
-  Áreas Irrigadas
-  Caatinga Arbórea Densa
-  Caatinga Herbácea/Arbustiva
-  Acudes e espelhos d'água acima de 5ha
-  Área Agrícola
-  Solo Exposto
-  Área Alterada/Antropizada
-  Mata Ciliar/Várzea
-  Área Urbana
-  Nuvem/Sombra
-  Água c/Macrófitas e Sedimento Associado
-  Vegetação Litorânea/Restinga
-  Unclassified/Ruído



Entretanto, as imagens de satélite de julho/96 não revelaram a presença de processo de eutrofização de suas águas, que pode ser justificado pelo baixo tempo de residência das águas no açude, cerca de 5,6 semanas, sendo o IDM igual a 9,77, valor este considerado médio.

Convém destacar que o Açude Quixeramobim é atualmente alimentado pelas águas liberadas pelo Açude Fogareiro, que permite a manutenção de um nível relativamente constante de acordo com as necessidade de abastecimento para consumo humano e uso agrícola de suas águas.

### 4.2.1.7. Açude Cedro

O Açude Cedro é o açude mais antigo do Ceará, tendo sua construção remontado à época do Império do Brasil, ficando localizado no município de Quixadá, barrando o Riacho Sitiá, conforme figura 4.2.1.7.1. Sua capacidade de acumulação é de 126 hm<sup>3</sup>, permitindo uma regularização de 482 l/s para uma garantia mensal de 90%.

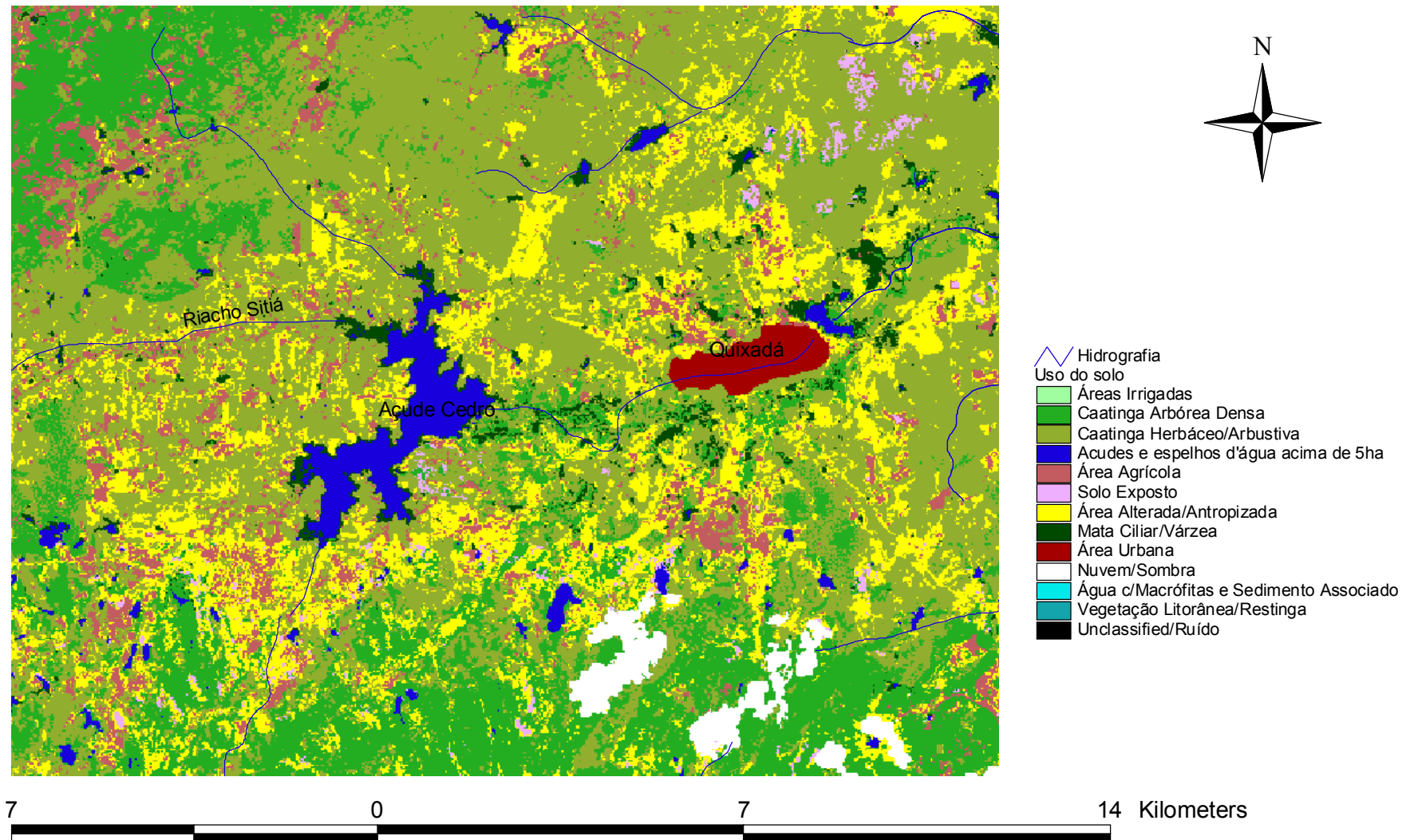
Suas águas apresentam alto teor de sais, tal qual o Açude Quixeramobim, sendo classificadas na categoria c3s1 para uso na irrigação. O Quadro 4.2.1.7.1 mostra os resultados das análises feitas em 1992.

**Quadro 4.2.1.7.1 – Parâmetros de Qualidade de Água p/ Irrigação do Açude Cedro**

Data de Referência	Amostra Coletada à Superfície do Lago				Amostra Coletada na Válvula de Saída			
	Parâmetro de Análise				Parâmetro de Análise			
	CE a 25 °C (µmho/cm)	RAS	Sólidos Dissolvidos (mg/l)	Classific. do DNOCS	CE a 25 °C (µmho/cm)	RAS	Sólidos Dissolvidos (mg/l)	Classific. do DNOCS
Fev/92	1100	2,81	704	c3s1	926,3	3,52	592,8	c3s1
Jul/92	897,9	2,6	574,7	c3s1				

Note-se que nas amostras coletadas em fevereiro/92 a condutividade elétrica das águas de saída da tomada d'água são ligeiramente inferiores à das águas superficiais do açude, porém não se descarta aqui um equívoco de transcrição de dados do laboratório, pois como se pode observar, a RAS da amostra correspondente à tomada d'água é maior que a da amostra superficial. Verifica-se também que o teor de sólidos dissolvidos é sempre maior que 500 mg/l, não sendo assim possível enquadrar suas águas na Classe 2, pelo menos à época em que foram coletadas as amostras.

Fig. 4.2.1.7.1: Açude Cedro nas imagens de satélite de julho/96



### 4.2.1.8. Açude Quixabinha

O Açude Quixabinha se localiza no município de Mauriti, sendo um açude de médio porte, com capacidade de acumulação de 32,51 hm<sup>3</sup>, barrando o Riacho do Boi, não estando compreendido entre os maiores reservatórios existentes dentro da Bacia do Jaguaribe. Entretanto, sua importância estratégica é decorrente do fato de ser a principal fonte hídrica do perímetro irrigado de Quixabinha, com 125 hectares em operação, os quais se servem dos 143 l/s regularizados pelo Açude Quixabinha para uma garantia mensal ao nível de 90%.

As águas do açude Quixabinha são classificadas como c2s1, e o teor de sólidos dissolvidos não ultrapassa 360 mg/l dentro do açude. O estudo da qualidade das águas para irrigação feito pelo DNOCS em 1992, realizou coleta de amostras no mês de fevereiro em quatro pontos estratégicos em relação ao açude. O primeiro foi no riacho afluente ao açude, num ponto à montante da bacia hidráulica do mesmo; o segundo, foi na própria bacia hidráulica do reservatório, em amostra coletada superficialmente; o terceiro, foi no canal a jusante da tomada d'água do açude, e, o último, foi na calha de saída da água após atravessar todo o perímetro irrigado. Os resultados são mostrados no Quadro 4.2.1.8.1 e comentados em seguida.

**Quadro 4.2.1.8.1 – Resultados da Análise de Qualidade das Águas no Entorno do Açude Quixabinha (Fev/92)**

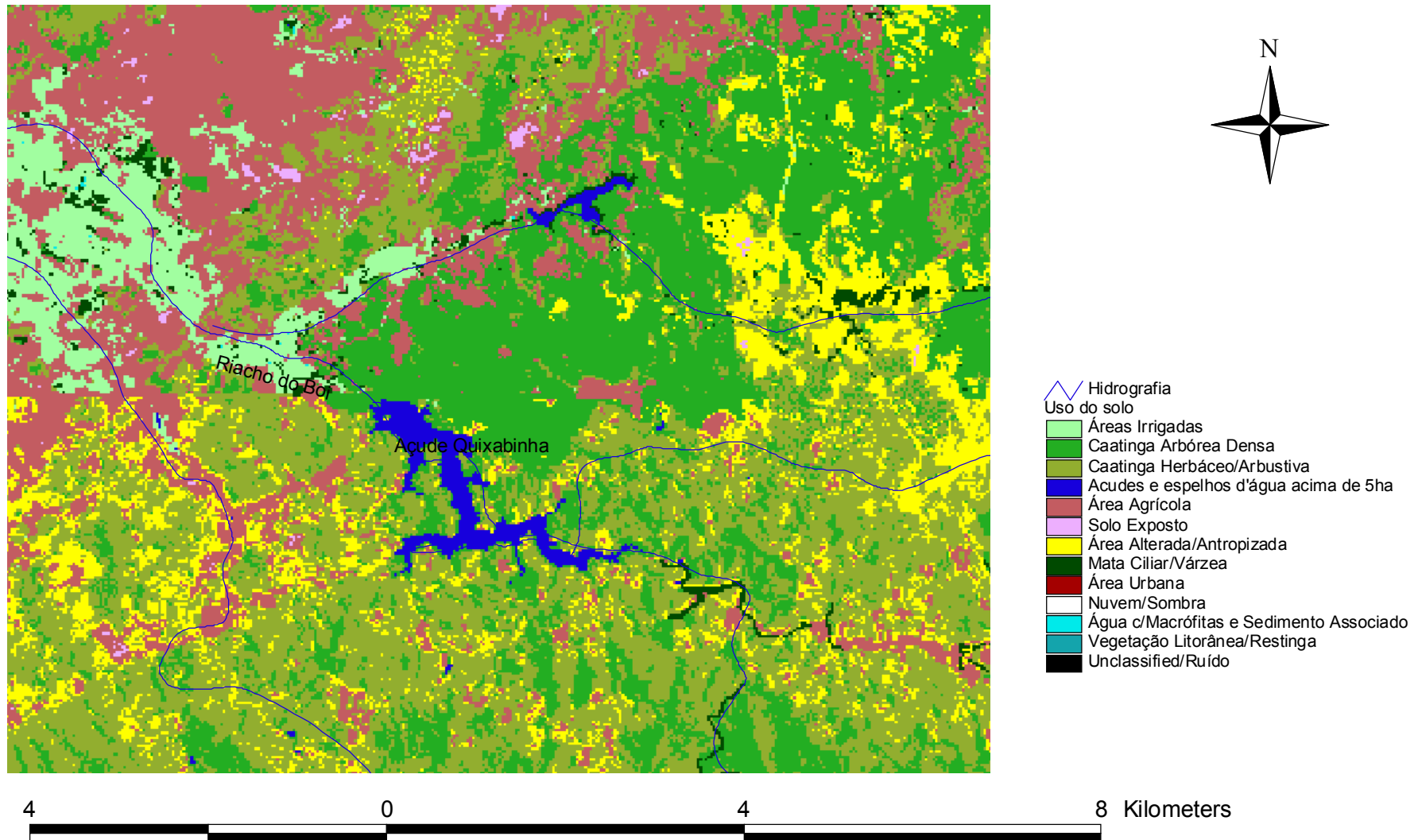
Local de Coleta	CE (µmhos/cm)	pH	Sólidos Dissolvidos (mg/l)	RAS	Classificação do DNOCS
Riacho do Boi, afluente ao açude	423	6,8	270	1,25	C2s1
Bacia hidráulica do açude (sup.)	578,9	8,2	358,9	2,19	C2s1
Canal a jusante da tomada d'água	488,8	6,8	312,8	1,34	C2s1
Saída do perímetro irrigado	709,6	6,8	454,2	2,08	C2s1

Observa-se no Quadro 4.2.1.8.1 que as águas do Açude Quixabinha se apresentavam com maior teor de sais do que as águas afluentes à época em que foram coletadas as amostras. Note-se também que as águas da tomada d'água tinham menor teor de sais que as águas superficiais. Outro detalhe notável seria quanto à alcalinidade das águas do reservatório, que se apresentavam mais básicas do que as águas afluentes e liberadas pela tomada d'água. Por último, observa-se que as águas efluentes após atravessarem o perímetro irrigado tornam-se mais salobras apresentando também maior teor de sólidos dissolvidos.

As imagens de satélite LANDSAT de julho/96 não revelaram traços de sedimentos e/ou macrófitas na superfície das águas do açude, conforme mostra a figura 4.2.1.8.1.



Fig. 4.2.1.8.1: Açude Quixabinha nas imagens de satélite de julho/96



### 4.3. POTENCIAIS FONTES DE POLUIÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Segundo a Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, o termo **poluição** é definida como a *degradação ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:*

- a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- c) afetem desfavoravelmente a biota;
- d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

Segundo os conceitos estabelecidos acima, pode-se afirmar que poluição tem um sentido amplo, não se restringindo aos prejuízos que possa causar ao homem ou aos outros seres vivos. No sentido mais amplo, poluição seria qualquer alteração provocada em um meio ambiente que venha a prejudicar um uso benéfico que se teria para o mesmo.

Com base nesta perspectiva, entende-se que a *poluição de um recurso hídrico* equivaleria a qualquer alteração de suas características de modo a torná-lo prejudicial às formas de vida que ele normalmente abriga ou que dificulte ou impeça um uso benéfico definido para ele<sup>3</sup>.

Dessa forma, o conceito de poluição de um recurso hídrico tem a ver com os usos esperados para o mesmo, assim um determinado corpo de água pode estar poluído em relação a determinado uso e não poluído para outros usos. Quando a poluição de um determinado recurso hídrico pode prejudicar a saúde humana, admite-se então que o mesmo apresenta *contaminação*.

As principais fontes de poluição dos recursos hídricos são:

- de origem natural, tais como a decomposição de vegetais, erosão das margens, salinização, etc;

---

<sup>3</sup> in Mota, Suetônio, "Preservação dos Recursos Hídricos", Edições UFC, 1988

- • de esgotos domésticos, a partir de fossas negras contaminando o lençol freático ou mesmo de efluentes de Estações de Tratamento de Esgoto, para o caso de centros urbanos com sistema público de coleta e tratamento de esgotos;
- • de origem industrial, provenientes de esgotos industriais ou resíduos dos processos de fabricação que constituem a atividade fim da indústria;
- • das águas de escoamento superficial, que carregam impurezas para dentro dos corpos hídricos, arrastando todo tipo de detritos orgânicos ou inorgânicos tais como sedimentos, lixo, entulhos resultantes de obras civis, etc;
- • de origem agro-pastoris, através do carreamento para dentro dos corpos hídricos de excrementos animais, pesticidas e fertilizantes;
- • de lixo, a partir da presença de lixões e depósitos de lixo nas proximidades dos corpos hídricos, os quais produzem chorume que podem alcançar os reservatórios e corpos d'água superficiais, bem como os aquíferos subterrâneos.

Com relação à Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe identificou-se, pelo menos a nível global, as seguintes fontes potenciais de poluição dos recursos hídricos.

### a) de origem natural

As fontes de poluição de origem natural, tais como sedimentos provenientes de processos erosivos, encontram-se espalhadas de forma difusa por toda a bacia, correspondendo principalmente às zonas em adiantado processo de degradação por efeito de antropismo, já tendo sido aqui apresentadas nesse relatório, no item 2.1.2, as áreas dos municípios de Tauá, Quixeramobim, Boa Viagem e Parambu que se encontram em estado mais crítico de degradação ambiental.

No entanto, em todas as sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, encontram-se áreas em processo de degradação ambiental com potencial poluidor para os recursos hídricos mais próximos, principalmente os reservatórios de águas superficiais.

### b) de esgotos domésticos

Os dados fornecidos por órgãos públicos como a CAGECE e a FNS, encarregados do saneamento dos centros urbanos de maior porte e sedes municipais, apontam para poucas cidades dentro da bacia que possuem sistema público de coleta e tratamento de esgoto. O

Quadro 4.3.1 apresenta o resumo das principais cidades com sistema de esgotamento sanitário em operação presentemente, segundo os citados órgãos.

**Quadro 4.3.1 – Cidades com Sistema de Esgotamento Sanitário na Bacia do Jaguaribe Fonte: CAGECE e FNS**

Localidade	População Urbana (hab)	População Atendida (hab)	Nível de Atendimento (%)	Quantidade de Ligações	Órgão Responsável
Iguatu	50.355	1.863	3,69	414	FNS
Juazeiro do Norte	179.345	24.374	13,59	5.253	CAGECE
Limoeiro do Norte	25.918	1.989	7,67	442	FNS
São João do Jaguar.	2.642	1.452	54,95	324	FNS

Como se pode observar, apenas quatro sedes municipais possuem sistema de esgotamento sanitário dentro da Bacia do Jaguaribe, e mesmo assim, à exceção feita de São João do Jaguaribe, por ser uma pequena cidade, todas as demais apresentam um percentual pequeno em relação à população atendida por rede de esgotos sanitários.

Conclui-se, portanto, que todos os centros urbanos na Bacia do Jaguaribe, localizados ao entorno de corpos hídricos ou sendo atravessados por eles, são potenciais poluidores desses recursos hídricos por esgotos domésticos, em virtude da não existência de sistema adequado de coleta, tratamento e despejo final de seus efluentes nesses corpos receptores. Além disto, é bastante provável que a não existência de soluções coletivas para coleta e tratamento dos esgotos domésticos, leve a população destes centros a fazer uso de sistemas individuais para refugo dos esgotos, na grande maioria das vezes sem o devido projeto técnico, consistindo de fossas negras que irão poluir as águas subterrâneas do lençol freático, muitas vezes utilizado como fonte de abastecimento humano através de cacimbas e poços, trazendo doenças de veiculação hídrica para dentro de suas próprias residências.

O quadro 4.3.2 apresenta a carga orgânica produzida nos núcleos urbanos com população acima de 1000 habitantes, na bacia do rio Jaguaribe, para a população de 1996. O cálculo da carga orgânica total anual foi estimada com base na quantidade de matéria orgânica média diária produzida por uma pessoa, ou seja, 54g/hab/dia, para a população das sedes

municipais e distritos. Tal estimativa foi feita devido a total ausência de informação mais confiável sobre a produção de esgoto dos centros urbanos em questão. Já o cálculo das vazões de esgoto foi feito considerando um consumo *per capita* de água igual a 90l/hab/dia, para as sedes municipais, e de 80l/hab/dia, para os distritos, e admitindo uma razão esgoto/água igual a 0,80.

A Figura 4.3.1 – Mapeamento das Fontes Poluidoras Pontuais apresenta a localização das sedes municipais e distritos, fontes poluidoras pontuais, com respectivo curso d'água mais próximo. As fontes poluidoras pontuais estão classificadas, de acordo com a carga orgânica total anual potencialmente produzida pela população urbana e população equivalente industrial, em cinco classes a fim de melhor se visualizar as fontes potencialmente mais poluidoras. A Figura 4.3.1 está apresentada ao final deste volume, podendo-se constatar que: as cidades de Iguatu, no Alto Jaguaribe, Juazeiro do Norte, Crato e Barbalha, no Salgado, Quixadá, no Banabuiú e Aracati, no Baixo Jaguaribe são as cidades com maior potencial poluidor na Bacia do Jaguaribe, todas apresentando uma produção de carga orgânica maior do que 1.000 toneladas no ano, com o agravante da ausência de sistema de coleta e tratamento de esgotos que atenda parcela significativa da população. Somente Iguatu e Juazeiro do Norte apresentam sistemas de esgotamento sanitário, porém com nível de atendimento da população insignificante, 3,69 e 13,59% respectivamente.

Os corpos d'água passíveis de sofrer alguma forma de poluição originada pelas cidades citadas anteriormente são: na Bacia do Alto Jaguaribe a cidade de Iguatu situa-se às margens do rio Jaguaribe, a aproximadamente 16,3Km a montante do açude Orós; na Bacia do Salgado as cidades de Crato e Juazeiro do Norte situam-se às margens do rio Batateira e Barbalha às margens do rio Salamanca, ambos os rios desaguando no rio Salgado; na Bacia do Banabuiú, Quixadá localiza-se às margens do rio Sitiá a aproximadamente 6,9km a jusante do açude Cedro e 41,7km a montante do açude Vinícius Berredo, e Aracati, no Baixo Jaguaribe, situa-se às margens do rio Jaguaribe, próximo a foz. A situação ambiental destes corpos d'água é agravada principalmente nos trechos de rios intermitentes, e na falta de informações mais acuradas sobre o potencial autodepurador dos rios em questão, não é possível estimar-se a extensão do curso d'água prejudicada. No entanto, pode-se afirmar que a cidade de Iguatu, como fonte poluidora em potencial do açude Orós, representa a situação mais crítica de toda a bacia, que deverá ser amenizada pela ampliação da rede de coleta e sistema de tratamento por lagoas de estabilização previstos no PROURB – Projeto de Desenvolvimento Urbano e Gestão dos Recursos Hídricos, programa que está sendo implementado pelo governo do estado. Na

Figura 4.3.2 estão apresentados os resultados da análise de coliformes fecais ao longo do rio Jaguaribe, realizada pela SEMACE em Maio/Junho de 1995, podendo-se observar que o rio Jaguaribe na seção de Iguatu apresentou elevado índice de coliformes fecais, acima de 9.000 NMP/100ml, indicando contaminação por esgotos domésticos.

Para as outras cidades a situação de potencial poluidor se configura da seguinte forma: no caso de Juazeiro do Norte, Crato e Barbalha, a carga orgânica que venha a contaminar os rios Batateira e Salamanca, deve sofrer processo de autodepuração nestes rios não alcançando o rio Salgado; Quixadá está a uma distância considerável, em torno de 40km, do açude Vinícius Berredo, minimizando os efeitos de contaminação e Aracati representa potencial poluidor para a foz do rio.

Na Bacia do Médio Jaguaribe não existe nenhuma cidade com produção anual de carga orgânica superior a 1.000 toneladas, no entanto a cidade de Jaguaribe, às margens do rio de mesmo nome, apresenta-se como a principal fonte poluidora pontual desta sub-bacia, produzindo 737 t/ano de carga orgânica. Por se localizar sobre o importantíssimo aluvião do rio Jaguaribe, fonte hídrica das principais cidades das sub-bacias do médio e baixo Jaguaribe, a cidade de Jaguaribe merece atenção especial quanto ao seu potencial poluidor, uma vez que não apresenta sistema de coleta e tratamento de esgotos.

Vale ressaltar que todas as cidades que se encontram sobre o aluvião do rio Jaguaribe, no Médio e Baixo Jaguaribe, são fontes pontuais de poluição potenciais do próprio aluvião que se abastecem, são elas: Mapuá, Jaguaribe, Jaguaribara, São João do Jaguaribe, Taboleiro do Norte, Limoeiro do Norte, Flores, Russas, Jaguaruana, Itaiçaba, Aracati e Fortim. Dentre estas, somente São João do Jaguaribe e Limoeiro do Norte têm sistema de esgotamento sanitário, no entanto com nível de atendimento da população insatisfatório, 54,95 e 7,67%, respectivamente.

# Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe

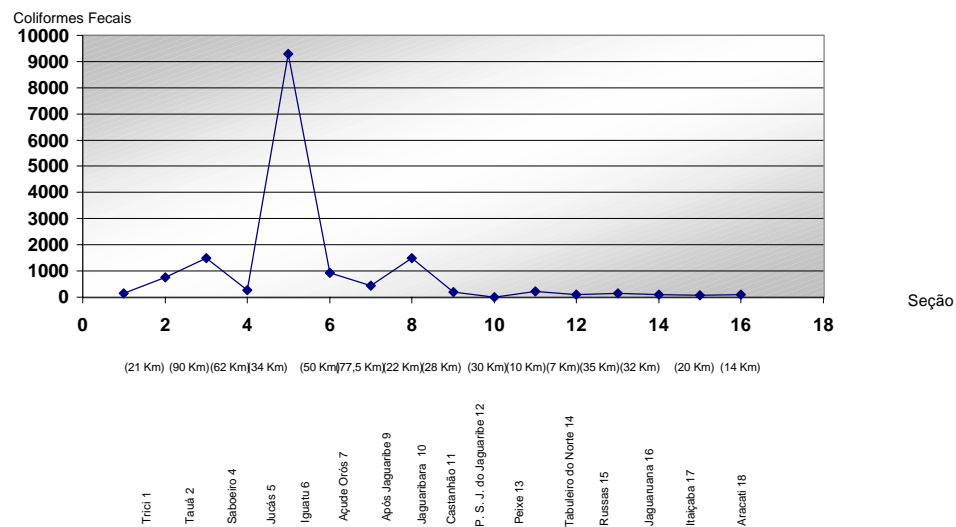


## VOLUME 4 - Estudos Ambientais

Figura 4.3.2 : Resultados da Análise de Coliformes Fecais ao longo do rio Jaguaribe, realizada pela SEMACE na campanha de Maio/Junho/95

Seção #	Local	Seção	Coliformes Fecais
1	Trici	1	150
2	Tauá	2	750
4	Saboeiro	3	1500
5	Jucás	4	280
6	Iguatu	5	9300
7	Açude Orós	6	930
9	Após Jaguaribe	7	430
10	Jaguaribara	8	1500
11	Castanhão	9	200
12	Ponte de São João do Jaguaribe	10	0
13	Peixe Gordo	11	230
14	Tabuleiro do Norte	12	90
15	Russas	13	150
16	Jaguaruana	14	90
17	Itaipaba	15	70
18	Aracati	16	110

**Período:** Maio/Junho 95  
**Parâmetro:** Coliformes Fecais  
**Máximo Recomendado:** Águas classe A: até 100 (5%)  
 Águas classe B: até 5000 (2%)  
 Águas classe C: até 20.000 (5%)  
 Águas classe D: > 20.000  
**Resultado:** Alto índice de poluição em Iguatu



**Quadro 4.3.2: Carga Orgânica Anual produzida nos núcleos urbanos com população acima 1.000 habitantes, na Bacia do Rio Jaguaribe, para a população de 1996.**

Sedes Municipais/ Distritos	População em 1996 (hab)	Produção de esgoto (m3/ano)	Carga Orgânica (t/ano)
Abaiara	2419	63571	48
Acopiara	16429	431754	324
Aiuaba	1966	51666	39
Altaneira	3137	82440	62
Alto Santo	3802	99917	75
Aminiutuba	2232	52140	44
Antonina do Norte	3697	97157	73
Aracati	32824	862615	647
Araripe	3989	104831	79
Arneiroz	1741	45753	34
Assaré	6731	176891	133
Aurora	9158	240672	181
Baixio	2401	63098	47
Banabuiú	5316	139704	105
Barbalha	27617	725775	544
Barro	7718	202829	152
Boa Viagem	16174	425053	319
Bonfim	1274	29761	25
Brejinho	1427	33335	28
Brejo Santo	18393	483368	363
Campos Sales	13999	367894	276
Caririaçu	7080	186062	140
Cariús	3688	96921	73
Cariutaba	1304	30461	26
Catarina	4641	121965	91
Cedro	10925	287109	215
Crato	71716	1884696	1414
Dep. Irapuan Pinheiro	728	19132	14
Dom Quintino	1006	23500	20
Ema	899	21001	18
Ererê	1788	46989	35
Farias Brito	4011	105409	79
Feiticeiro	1488	34760	29
Felizardo	1198	27985	24
Flamengo	1167	27261	23
Flores	2976	69519	59
Fortim	2937	77184	58
Granjeiro	994	26122	20
Guassossé	2265	52910	45
Iara	1056	24668	21
Ibicuã	1476	34479	29
Ibicuitinga	2751	72296	54
Icapuí	4560	119837	90
Icó	19122	502526	377
Icozinho	1005	23477	20



**Quadro 4.3.2: Carga Orgânica Anual produzida nos núcleos urbanos com população acima 1.000 habitantes, na Bacia do Rio Jaguaribe, para a população de 1996.**

Sedes Municipais/ Distritos	População em 1996 (hab)	Produção de esgoto (m <sup>3</sup> /ano)	Carga Orgânica (t/ano)
Iguatu*	50355	1323329	992
Ingazeiras	1402	32751	28
Ipaumirim	4127	108458	81
Iracema	6906	181490	136
Itaiçaba	3565	93688	70
Itatira	1273	33454	25
Jaguaretama	6436	169138	127
Jaguaribara	3283	86277	65
Jaguaribe	14958	393096	295
Jaguaruana	11042	290184	218
Jamacaru	1403	32774	28
Jardim	5180	136130	102
Jati	2798	73531	55
José de Alencar	2013	47024	40
Juatama	1434	33498	28
Juazeiro do Norte*	180404	4741017	3556
Jucás	6351	166904	125
Lagoa do Mato	2272	53074	45
Lagoinha	3309	77298	65
Lavras da Mangabeira	8998	236467	177
Lima Campos	2307	53892	45
Limoeiro do Norte*	25918	681125	511
Madalena	3955	103937	78
Mangabeira	1932	45132	38
Mapuá	1007	23524	20
Mauriti	8376	220121	165
Milagres	9083	238701	179
Milhã	3418	89825	67
Minerolândia	3510	81994	69
Missão Velha	10017	263247	197
Mombaça	12579	330576	248
Monte Sion	1006	23500	20
Morada Nova	23497	617501	463
Mosenhor Tabosa	6450	169506	127
Nova Floresta	1285	30018	25
Nova Olinda	5299	139258	104
Olho d'água da Bica	1560	36442	31
Orós	10046	264009	198
Pajeú	1425	33288	28
Palestina	1110	25930	22
Palestina do Cariri	2606	60876	51
Palhano	3578	94030	71
Parambu	8529	224142	168
Pedra Branca	9760	256493	192
Penaforte	3369	88537	66

**Quadro 4.3.2: Carga Orgânica Anual produzida nos núcleos urbanos com população acima 1.000 habitantes, na Bacia do Rio Jaguaribe, para a população de 1996.**

Sedes Municipais/ Distritos	População em 1996 (hab)	Produção de esgoto (m3/ano)	Carga Orgânica (t/ano)
Pereiro	4323	113608	85
Piquet Carneiro	3318	87197	65
Ponta da Serra	1630	38077	32
Porteiras	3967	104253	78
Potengi	3339	87749	66
Potiretama	1701	44702	34
Quitaiús	1454	33965	29
Quixadá	38343	1007654	756
Quixelô	3703	97315	73
Quixeramobim	22298	585991	439
Quixeré	4202	110429	83
Russas	26614	699416	525
Saboeiro	4175	109719	82
Salitre	3250	85410	64
Santa Cruz do Banabui	1316	30742	26
Santa Tereza	1319	30812	26
Santana do Cariri	4177	109772	82
São João do Jaguaribe*	2642	69432	52
São Miguel	1383	32307	27
São Pedro do Norte	1570	36675	31
Senador Pompeu	11869	311917	234
Solonópole	4736	124462	93
Taboleiro do Norte	12697	333677	250
Tarrafas	1454	38211	29
Tauá	20733	544863	409
Trussu	1017	23757	20
Umari	2303	60523	45
Umburanas	1174	27425	23
Várzea Alegre	15511	407629	306

\* Sedes Municipais com população parcialmente atendida por tratamento de esgotos.

### c) de origem industrial

Foram identificados cerca de 73 municípios na Bacia do Jaguaribe com algum tipo de indústria instalada, correspondendo a 90 % do total de municípios na bacia. As indústrias mais poluidoras dos recursos hídricos são consideradas pela ordem:

- fábricas de papel e celulose;
- indústria química;
- açúcar e álcool;
- aço e metais;
- têxtil;
- alimentícias (bebidas e laticínios);
- curtumes;
- matadouros;
- petroquímicas.

O Quadro 4.3.3 apresenta a localização das indústrias de maior potencial poluidor identificadas dentro da bacia, que se enquadram nos tipos acima citados e o número aproximado de pessoal ocupado pelas mesmas, bem como uma avaliação preliminar e indicativa da sua potencial produção de Demanda Bioquímica de Oxigênio, nos casos que assim convier, calculada com base em valores médios apresentados na literatura. Esses valores de  $DBO_5$ , vale frisar, são meras estimativas potenciais, pois os valores reais dependem evidentemente da produção industrial em si, cujos dados não foram possíveis de se obter.

Entretanto, para se aquilatar melhor o potencial poluidor dessas indústrias, utilizou-se o conceito de *equivalente populacional*, que é um parâmetro que relaciona a carga poluidora da indústria com a do esgoto doméstico, ou seja, através desse parâmetro é possível estimar a que população corresponde a carga poluidora de uma determinada indústria.

# Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe

## VOLUME 4 - Estudos Ambientais



**Quadro 4.3.3 - Localização das Indústrias Mais Potencialmente Poluidoras na Bacia do Jaguaribe e seus Equivalentes Populacionais**

Município	Sub-Bacia	Tipo de Indústria	Pessoal Ocupado (pessoas)	Consumo Anual de Água (m3/ano)	Produção Média de DBO5 (mg/l)	Carga Anual por Indústria (t/ano)	Carga Total Anual (t/ano)	População Equivalente (hab)	População Equiv. Total (hab)	População da Sede do Município (hab)	Relação Pop. Equiv/Sede %
Aracati	Baixo Jaguaribe	Produtos alimentícios	130	195000	1000	195	1963	9893	99581	32824	303,38
		Bebidas	410	1230000	1300	1599		81126			
		Vestiários e calçados	450	337500	500	169		8562			
Barbalha	Salgado	Têxtil	140	105000	900	95	859	4795	43588	27197	160,27
		Produtos alimentícios	260	390000	1000	390		19787			
		Bebidas	20	60000	1300	78		3957			
		Vestiários e calçados	791	593250	500	297		15049			
Boa Viagem	Banabuiú	Produtos alimentícios	110	165000	1000	165	165	8371	8371	16174	51,76
Brejo Santo	Salgado	Vestiários e calçados	250	187500	500	94	94	4756	4756	18393	25,86
Campo Sales	Alto Jaguaribe	Produtos alimentícios	80	120000	1000	120	120	6088	6088	13999	43,49
Crato	Salgado	Metalúrgica	1057	95130	40	4	1100	193	55787	71716	77,79
		Vestiários e calçados	1210	907500	500	454		23021			
		Produtos alimentícios	220	330000	1000	330		16743			
		Bebidas	80	240000	1300	312		15830			
Icó	Salgado	Perfumes, sabões e velas	40	117600	100	12	147	597	7446	19122	38,94
		Produtos alimentícios	90	135000	1000	135		6849			
Iguatu	Alto Jaguaribe	Vestiários e calçados	1050	787500	500	394	1000	19977	50723	50355	100,73
		Produtos alimentícios	404	606000	1000	606		30746			
Jaguaribe	Médio Jaguaribe	Têxtil	90	67500	900	61	442	3082	22406	14958	149,80
		Perfumes, sabões e velas	20	58800	100	6		298			
		Produtos alimentícios	250	375000	1000	375		19026			
Jaguaruana	Baixo Jaguaribe	Têxtil	1100	825000	900	743	743	37671	37671	11042	341,16
Juazeiro do Norte	Salgado	Metalúrgica	260	23400	40	1	1122	47	56923	179345	31,74
		Papel e papelão	60	14760	500	7		374			
		Perfumes, sabões e velas	20	58800	100	6		298			
		Vestiários e calçados	1714	1285500	500	643		32610			
		Produtos alimentícios	310	465000	1000	465		23592			
Milagres	Salgado	Produtos alimentícios	80	120000	1000	120	120	6088	6088	9083	67,03
Morada Nova	Banabuiú	Vestiários e calçados	330	247500	500	124	511	6279	25913	23497	110,28
		Produtos alimentícios	258	387000	1000	387		19635			
Quixadá	Banabuiú	Têxtil	370	277500	900	250	1007	12671	51104	38343	133,28
		Vestiários e calçados	1260	945000	500	473		23973			
		Produtos alimentícios	190	285000	1000	285		14460			
Russas	Baixo Jaguaribe	Produtos alimentícios	140	210000	1000	210	210	10654	10654	26614	40,03
Taboleiro do Norte	Médio Jaguaribe	Perfumes, sabões e velas	20	58800	100	6	321	298	16280	12697	128,22
		Produtos alimentícios	210	315000	1000	315		15982			
Tauá	Alto Jaguaribe	Produtos alimentícios	50	210000	1000	210	210	10654	10654	20733	51,39
Várzea Alegre	Salgado	Produtos alimentícios	60	315000	1000	315	315	15982	15982	15511	103,03

De acordo com o Quadro 4.3.3 os municípios da bacia do Jaguaribe que apresentam maior potencial poluidor por despejos industriais são na ordem decrescente: Aracati, Crato, Juazeiro do Norte, Quixadá, Iguatu e Barbalha, correspondendo assim às zonas mais industrializadas da bacia.

Destaque-se que no triângulo CraJuBar – (Crato – Juazeiro do Norte – Barbalha) a população equivalente industrial é de 156.298 habitantes para uma população agregada das sedes municipais de 278.258 habitantes, isto é, a produção de esgoto industrial equivaleria a um acréscimo de 56,1 % da populações destas sedes urbanas. Esses valores de população equivalente podem estar superestimados ou subestimados, da mesma forma que todos os demais valores apresentados no Quadro 4.3.1, uma vez que não se dispõe de dados corretos da produção industrial de cada município para se avaliar com exatidão a carga orgânica gerada por estas indústrias.

Entretanto os valores do Quadro 4.3.3 servem pelo menos de referência para se fazer uma análise qualitativa da atual situação de produção industrial de esgotos, podendo-se estabelecer paralelos entre os municípios e identificar as fontes potenciais de poluição aos corpos hídricos por dejetos industriais.

### **d) de origem agro-patoris**

As fontes de poluição dos recursos hídricos oriundas da agricultura e pecuária provém basicamente da produção de excrementos animais e do uso de pesticidas e fertilizantes na agricultura. Os pesticidas podem alcançar os corpos hídricos, seja pelo seu carreamento através de águas superficiais de chuva; seja pelas águas de drenagem da irrigação; por infiltração e percolação nas camadas do solo ou até mesmo por aplicação direta nos corpos hídricos para eliminação de larvas de insetos transmissores de doenças.

Os pesticidas clorados orgânicos, por não serem biodegradáveis, podem persistir vários anos no solo, segundo a seguinte ordem decrescente de persistência: DDT, dieldrin, lindano, clordana, heptacloro e aldrin. Já os inseticidas fosforados orgânicos são menos persistentes no solo, com um tempo de residência médio de algumas semanas ou meses.

A Resolução nº 20 do CONAMA estabelece os seguintes limites para a presença de pesticidas em águas enquadradas na Classe 3 – Águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; e à dessedentação animal:

- Aldrin: 0,03 mg/l
- Clordano: 0,3 mg/l
- Dieldrin: 0,03 mg/l
- Heptacloro: 0,1 mg/l
- DDT: 1,0 mg/l
- Lindano: 3,0 mg/l

Caso as águas sejam enquadradas na Classe 1 – Águas destinadas ao abastecimento humano após tratamento simplificado; à proteção de comunidades aquáticas; à recreação de contato primário; à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, a Resolução nº 20 restringe os pesticidas acima aos seguintes limites:

- Aldrin: 0,01 mg/l
- Clordano: 0,04 mg/l
- Dieldrin: 0,005 mg/l
- Heptacloro: 0,01 mg/l
- DDT: 0,002 mg/l
- Lindano: 0,02 mg/l

Os pesticidas são de um modo geral tóxicos às plantas, ao homem e a outros animais. Ao chegar às águas dos corpos hídricos, esses pesticidas podem potencializar seus efeitos a partir do acúmulo de concentração na cadeia alimentar, inicialmente nos organismos invertebrados, depois nos peixes até chegarem ao homem através da alimentação. O Quadro 4.3.4. extraído de Almeida<sup>4</sup> mostra o efeito potencializador da concentração de pesticidas em animais aquáticos, que podem chegar ao homem através da ingestão de peixes e demais mariscos.

---

<sup>4</sup> Almeida, W. , "A Persistência de Pesticidas no Meio Ambiente", Revista Bases, nº 28 , pp 18-21, 1976

**Quadro 4.3.4 – Concentração de Pesticidas em Animais Aquáticos**

Pesticida	Concentração na Água (ppb*)	Tipo de Animal Contaminado	Concentração no Animal (ppb)	Fator de Aumento da Concentração
Toxafeno	0,63	Invertebrados Aqua.	1.430	2.270
DDT	0,50	Camarões	140	280
DDT	1,00	Ostras	30.000	30.000
Dieldrin	1,00	Mariscos	3.500	3.500

\* ppb- partes por bilhão

Não só os pesticidas produzem efeito negativo nos ambientes aquáticos, mas também os *fertilizantes*, utilizados na agricultura para melhorar a produtividade das culturas, são carregados para dentro dos corpos hídricos transportando nutrientes como o fósforo e o potássio, os quais são os conhecidos *fatores limitantes* no desencadeamento do processo de *eutrofização* aqui já discutido.

Os excrementos de animais por sua vez podem conter microorganismos patogênicos além da matéria orgânica, o que provoca a elevação da demanda bioquímica de oxigênio nos corpos hídricos. A carga poluidora dos excrementos animais pode ser avaliada com base no conceito de população equivalente, segundo Gloyna<sup>5</sup> mostrado no Quadro 4.3.5.

**Quadro 4.3.5 – Equivalentes Populacionais de Excrementos Animais**

Origem dos Despejos	Equivalente Populacional
Homem	1,0
Vaca	16,4
Cavalo	11,3
Galinha	0,014
Ovelha	2,45
Porco	3,0

<sup>5</sup> Gloyna, E. F., "Estanques de estabilizacion de Águas Residuales", Organização Mundial da Saúde, Genebra, 1973.

Com base nas considerações aqui feitas quanto à questão da poluição dos recursos hídricos por fontes poluidoras de origem agrícola ou pastoris, pode-se inferir que o problema é de natureza extremamente difusa para se fazer qualquer avaliação quantitativa adequada das cargas poluidoras potenciais aos recursos hídricos, isto é, a natureza e qualidade das informações disponíveis não permitiria se fazer cálculos estimativos da carga poluidora, tal como foi feito com os potenciais dejetos de origem industriais.

Entretanto, pode-se considerar que toda área agrícola, irrigada ou não, são fontes em potencial de poluição em virtude do uso, via de regra abusivo, dos pesticidas e fertilizantes. No caso da Bacia do Jaguaribe, seria mister se reconhecer que os perímetros irrigados em operação, públicos ou privados, são na realidade as maiores fontes de poluição de natureza agrícola, uma vez que dado o caráter econômico de sua exploração, é mais provável que se faça uso abusivo de pesticidas e fertilizantes do que nas áreas em que se pratica uma agricultura meramente de subsistência, onde normalmente os agricultores não dispõem de renda ou linha de crédito para custeio de pesticidas e/ou fertilizantes. O Quadro 4.3.6 apresenta o resumo dos perímetros públicos em operação e sua área declarada de irrigação, segundo o Cadastro de Outorga da Secretaria dos Recursos Hídricos.

**Quadro 4.3.6 – Perímetros Públicos de Irrigação em Operação (fonte: SRH,1997)**

Perímetro	Sub-bacia do Jaguaribe	Área Irrigada (ha)	Órgão Responsável
Cachoeirinha	Alto Jaguaribe	31,00	SRH
Jucás I e II	Alto jaguaribe	90,00	SRH
Várzea do Boi	Alto Jaguaribe	326,00	DNOCS
Jaguaruana	Baixo Jaguaribe	466,00	DNOCS
Quixeré	Baixo Jaguaribe	200,00	SRH
Santo Antonio de Russas	Baixo Jaguaribe	189,00	SRH
Banabuiú	Banabuiú	94,00	SRH
Morada Nova	Banabuiú	3.611,00	DNOCS
Patu	Banabuiú	68,00	SRH
Senador Pompeu	Banabuiú	164,00	SRH
Açude Público Ema	Médio Jaguaribe	42,00	DNOCS
DIJA	Médio Jaguaribe	1.750,00	DNOCS
Riacho do Sangue	Médio Jaguaribe	279,00	SRH
Xique-xique	Médio Jaguaribe	125,00	SRH
Icó-Lima Campos	Salgado	2.712,00	DNOCS
Quixabinha	Salgado	173,00	DNOCS
Barro Alto	Alto Jaguaribe	945	SRH



Algumas evidências podem ser enumeradas sugerindo a “culpabilidade” da irrigação por alterações na qualidade ambiental das águas dos corpos hídricos que recebem afluentes provenientes dos perímetros irrigados. Sejam elas, como exemplo:

- o Perímetro Irrigado de Quixabinha (ver Quadro 4.2.1.8.1), segundo o estudo do DNOCS sobre a qualidade de água para irrigação, aumenta o teor de sais e sólidos dissolvidos na água efluente do perímetro, em relação à água afluyente ao mesmo, proveniente do Açude Quixabinha;
- análises de água do Rio Banabuiú, em amostras coletadas na saída da válvula do açude e sob a ponte na sua confluência com a BR-116, mostram também uma elevação no teor de sais e sólidos dissolvidos após a passagem da água pelo perímetro irrigado de Morada Nova, com a condutividade elétrica passando de 656,7  $\mu\text{mhos/cm}$  para 800  $\mu\text{mhos/cm}$ , e o teor de sólidos em suspensão de 420,3 mg/l para 512 mg/l;
- da mesma forma que acontece com o Rio Banabuiú aqui descrito, as águas que deixam o perímetro irrigado de Icó-Lima Campos sofrem uma elevação no teor de sais e sólidos dissolvidos entre o canal de entrada no perímetro e a saída do mesmo, passando a condutividade elétrica de 453,6  $\mu\text{mhos/cm}$  para 511,6  $\mu\text{mhos/cm}$ , enquanto que o teor de sólidos dissolvidos sobe de 290,3 mg/l para 327,4 mg/l;
- as análises da qualidade da água do Rio Jaguaribe, realizadas pela SEMACE em amostras coletadas no ano de 1995, conforme já apresentadas no Capítulo-1, revelaram uma elevação nos valores dos parâmetros de condutividade elétrica, teor de cloretos e ferro nas seções localizadas a jusante dos perímetros irrigados da região de Morada Nova, Limoeiro do Norte e Russas, comprovando o excesso de sais e resíduos à base de cloro provenientes do uso de fertilizantes e pesticidas nos perímetros irrigados adjacentes. As figuras seguintes mostram essa variação.

Levando-se em consideração o exposto anteriormente sobre a importância dos perímetros irrigados, públicos ou privados, na identificação das principais fontes poluidoras difusas de origem agrícola, foi elaborado o mapa, apresentado na Figura 4.3.6 ao final deste volume, com a localização dos perímetros públicos de irrigação e principais áreas agrícolas irrigadas privadas da Bacia do Jaguaribe, tendo sido classificadas de acordo com a área, uma vez que na ausência de informações mais acuradas sobre a poluição gerada, estima-se o potencial poluidor das áreas agrícolas de acordo com a área efetivamente operada.

# Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe

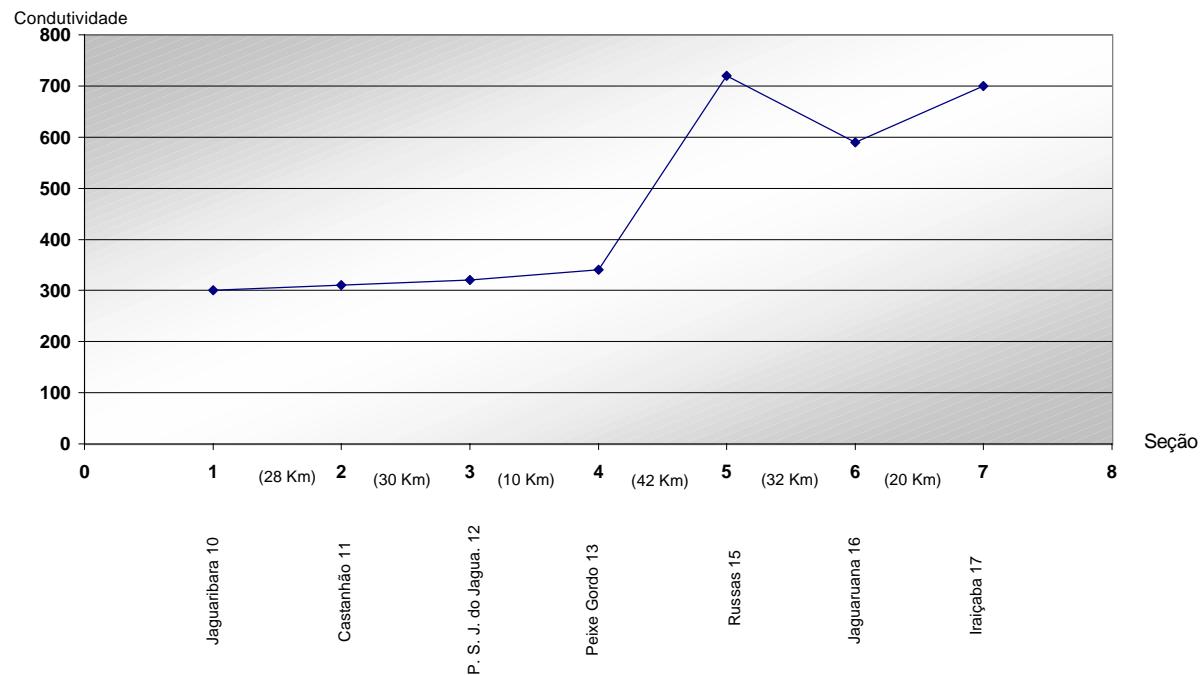


## VOLUME 4 - Estudos Ambientais

FIGURA 4.3.3 - CONDUTIVIDADE ELÉTRICA - SEMACE - OUTUBRO 95

Seção #	Local	Seção	Condutividade
10	Jaguaribara	1	300
11	Castanhão	2	310
12	Ponte de São João do Jaguaribe	3	320
13	Peixe Gordo	4	340
15	Russas	5	720
16	Jaguaruana	6	590
17	Itaiçaba	7	700
<b>18</b>	<b>Aracati</b>	<b>8</b>	<b>28520</b>

**Período:** Outubro/95  
**Parâmetro:** Condutividade  
**Satisfatório até 300**  
**Resultado:** Ligeiramente acima do valor recomendado até Peixe Gordo, elevando-se daí até Aracati



# Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe

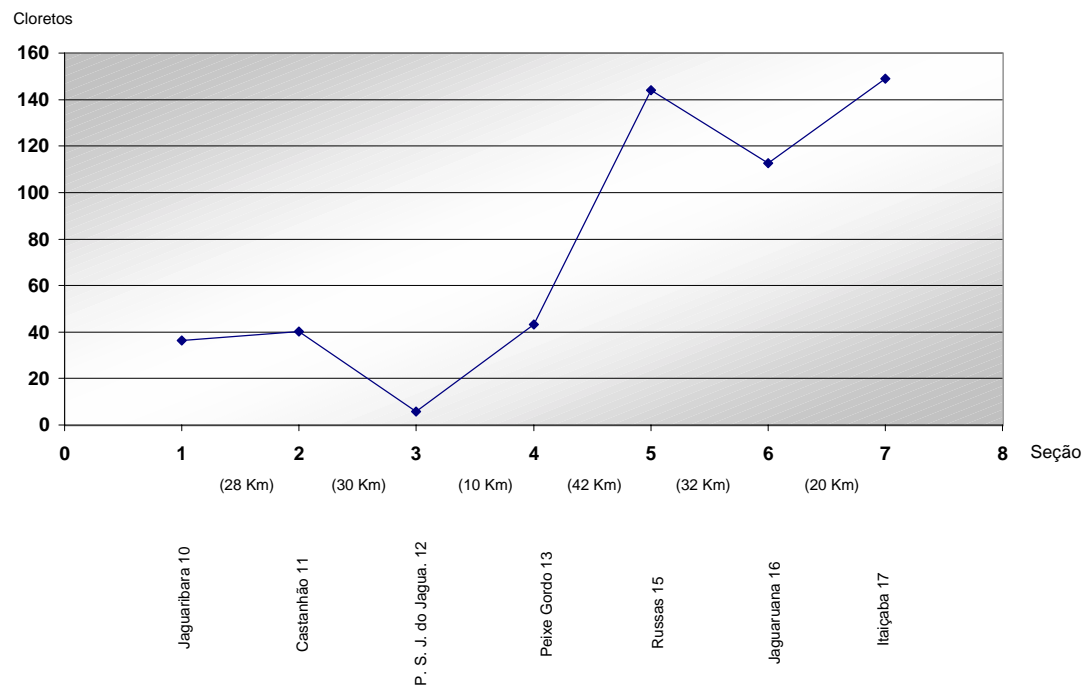
## VOLUME 4 - Estudos Ambientais



FIGURA 4.3.4 - CLORETOS - SEMACE - OUTUBRO 95

Seção #	Local	Seção	Cloretos
10	Jaguaribara	1	36,3
11	Castanhão	2	40,2
12	Ponte de São João do Jaguaribe	3	5,9
13	Peixe Gordo	4	43,2
15	Russas	5	144
16	Jaguaruana	6	112,7
17	Itaíçaba	7	148,9
<b>18</b>	<b>Aracati</b>	<b>8</b>	<b>9940</b>

**Período:** Outubro/95  
**Parâmetro:** Cloretos  
**VMD = 200**  
**VMP = 600**  
**Resultado:** Satisfatório, Exceto em Aracati



# Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe

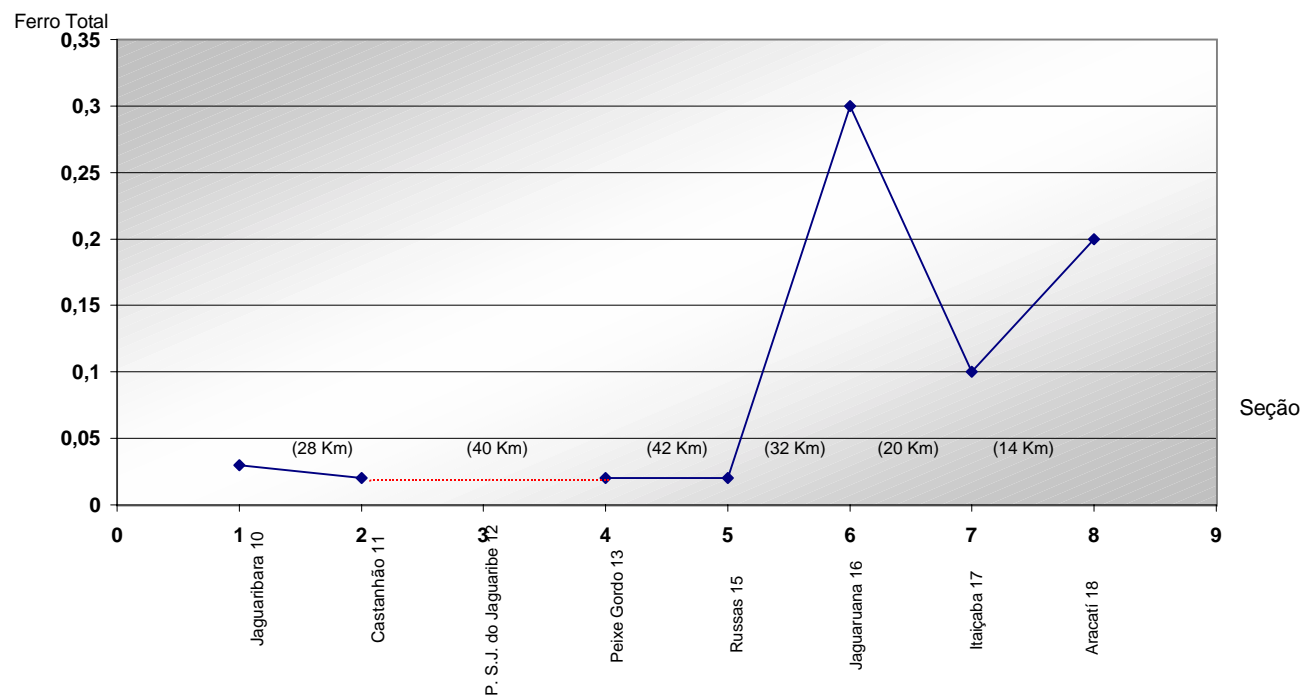


## VOLUME 4 - Estudos Ambientais

FIGURA 4.3.5 - FERRO TOTAL - SEMACE - OUTUBRO 95

Seção #	Local	Seção	Ferro Total
10	Jaguaribara	1	0,03
11	Castanhão	2	0,02
12	Ponte de São João do Jaguaribe	3	
13	Peixe Gordo	4	0,02
15	Russas	5	0,02
16	Jaguaruana	6	0,3
17	Itaiçaba	7	0,1
18	Aracati	8	0,2

**Período:** Outubro/95  
**Parâmetro:** Ferro Total  
**VMD = 0,3**  
**VMP = 1,0**  
**Resultado:** Satisfatório



**5. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

### 5. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

#### 5.1. CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA

Em termos qualitativos a nível regional, as águas subterrâneas da Bacia do Rio Jaguaribe devem ser analisadas sob dois aspectos fundamentais: águas do sistema aquífero sedimentares e do sistema cristalino. A distinção da unidade litológica de armazenamento dos recursos hídricos subterrâneos, associada as condições geoambientais naturais locais, irá definir o tipo iônico e, conseqüentemente, as concentrações dos elementos químicos que participarão da composição aquosa.

No âmbito do PERH, existem poucas análises de água que possam caracterizar todos os sistemas aquíferos, sendo restritas as aluviões, dunas, cristalino e aquíferos da Bacia do Cariri. O levantamento de poços realizado no período de julho a setembro de 1998 pela Companhia de Pesquisa de recursos Minerais – CPRM no Estado do Ceará, fornece dados das medidas de condutividade elétrica das águas subterrâneas, que dá idéia da concentração de Sólidos Totais Dissolvidos – STD, ou seja, da mineralização existente nas águas, em termos iônicos.

A qualidade das águas subterrâneas existentes na Bacia do Cariri será objeto do item específico referente a Bacia do Araripe, bem como aquelas pertencentes aos aquíferos costeiros (dunas), contempladas no item homônimo.

As águas das manchas aluvionares percolam diferentes litotipos e sofrem a interferências das águas superficiais da rede de drenagem. No geral, o bicarbonato predomina com concentrações superiores a 34 mg/L, atingindo até 484 mg/L na região de Jaguaruana (CEARÁ, 1992). Observa-se o seguinte comportamento para os outros elementos (Tabela 5.1.1).

**Tabela 5.1.1 – Elementos Químicos das Águas Subterrâneas das Aluviões da Bacia do Jaguaribe**

Elemento	Concentração (mg/L)	
	Mínima	Máxima
Sódio	6,5	85,0
Cálcio	11,2	130,0
Potássio	1,0	9,8
Magnésio	5,2	47,6
Sulfato	4,0	24,6
Cloreto	21,0	152,0
Nitrato	0,8	25,7
Ferro	0	15,0

Fonte: CEARÁ, 1992

Os Sólidos Totais Dissolvidos (STD) oscilam entre 94 e 326 mg/L, denotando concentrações admissíveis para o consumo humano (STD < 500 mg/L). Os dados da CPRM (CPRM, 1998) refletem para as águas das aluviões da sub-bacia do Banabuiú, STD oscilando entre 300 a 1.630 mg/L, com predominância de valores entre 300 a 750 mg/L.

As águas dos aluviões do Alto Jaguaribe possuem um alto risco de salinidade e baixo risco de sódio.

Observa-se que, no geral, as águas subterrâneas dos aluviões da Bacia do Jaguaribe apresentam tendência a possuírem ferro na sua composição, a exemplo das águas explotadas para abastecimento da cidade de Iguatu, onde a concentração deste elemento alcança 10 mg/L.

No âmbito do Jaguaribe, o comportamento qualitativo das águas do embasamento cristalino é muito variado de uma sub-bacia para outra.

Na sub-bacia do Salgado, o STD oscila entre 580 e 1.000 mg/L, pH em torno de 7,5 e dureza oscilando de 100 a 200 mg/L de CaCO<sub>3</sub>. As medidas efetuadas em campo (CPRM, 1998) corroboram a concentração iônica, denotando STD oscilando entre 350 e 1.000 mg/L, com predominância do intervalo de 350 a 800 mg/L. As águas são bicarbonatadas a cloretadas mistas, com a seguinte composição iônica (Tabela 5.1.2):

**Tabela 5.1.2 – Elementos Químicos das Águas Subterrâneas do Cristalino –Sub-Bacia do Salgado**

Elemento	Concentração (mg/L)	
	Mínima	Máxima
Sódio	67,6	170,0
Cálcio	41,0	103,0
Potássio	3,0	9,0
Magnésio	25,0	65,0
Sulfato	8,0	28,0
Cloreto	45,0	300,0
Carbonato	20,0	48,0
Bicarbonato	328,0	372,0

Fonte: CEARÁ, 1992

Na sub-bacia do Alto Jaguaribe, as águas subterrâneas do cristalino possuem STD entre 530 e 2.700 mg/L, refletindo valores que, no geral, estão fora dos padrões de potabilidade. As medidas de campo efetuadas pela CPRM (CPRM, op. cit.) reafirma este comportamento, com a qualidade das águas, obtida a partir da condutividade elétrica medida "in situ", reflete concentrações iônicas (STD) oscilando de 470 a 1500 mg/L para o contexto cristalino e 450 a 800 mg/L para os sistemas sedimentares, denotando obviamente, águas mais mineralizadas no âmbito dos poços construídos no cristalino. (Tabela 5.1.3 e figura 5.1.1):

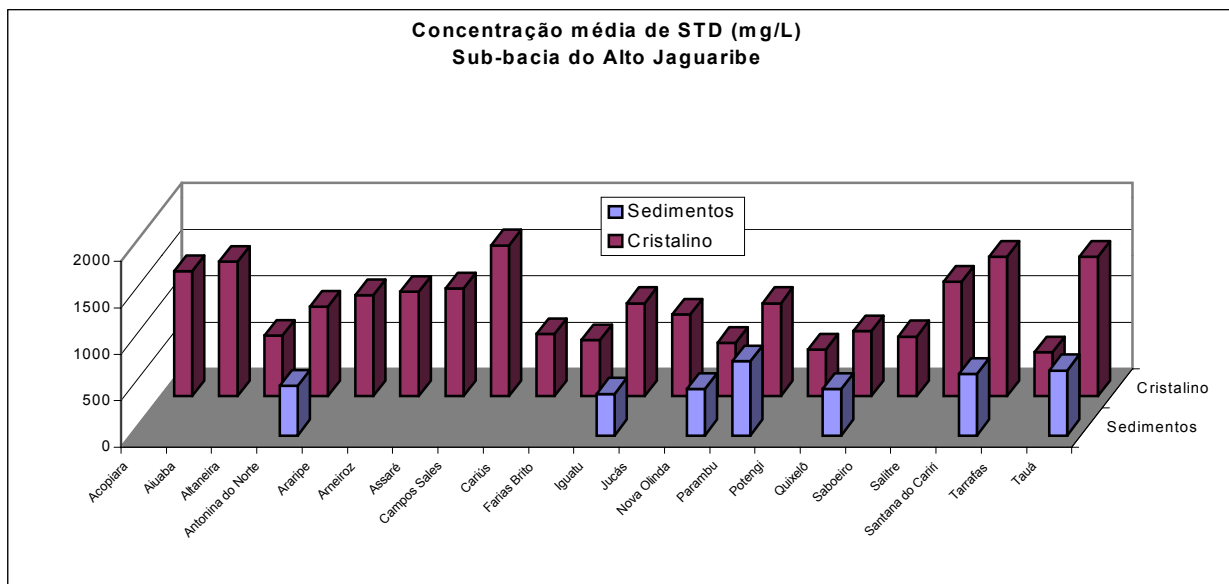


**Tabela 5.1.3 – Média de STD na sub-bacia do Alto Jaguaribe, Ceará**

Municípios	Média de STD (mg/l)	
	Cristalino	Sedimentos
Acopiara	1.345	----
Aiuaba	1.447	----
Altaneira	650	----
Antonina do Norte	960	537
Araripe	1.086	----
Arneiroz	1.125	----
Assaré	1.161	----
Campos Sales	1.623	----
Cariús	670	---
Farias Brito	603	---
Iguatu	1.000	450
Jucás	880	----
Nova Olinda	575	500
Parambu	1.000	800
Potengi	500	----
Quixelô	700	500
Saboeiro	643	----
Salitre	1.230	----
Santana do Cariri	1.500	660
Tarrafas	470	----
Tauá	1.500	700

FONTE: CPRM, 1998 \* Valor médio dos resultante de análise estatística de 3.000 poços do cristalino do Ceará, segundo Mobus *et al.*, 1998.

Figura 5.1.1 – Média de STD na sub-bacia do Alto Jaguaribe, Ceará



A dureza, outro parâmetro importante, também é elevada, oscilando entre 150 e 450 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ , quando a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT preconiza uma concentração máxima de 200 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ . No geral, as águas possuem a composição mostrada na tabela 5.1.4.

Tabela 5.1.4 – Elementos Químicos das Águas Subterrâneas da Sub-Bacia do Alto Jaguaribe

Elemento	Concentração (mg/L)	
	Mínima	Máxima
Sódio	57,0	740
Cálcio	45,0	186,0
Potássio	3,0	28,0
Magnésio	17,0	181,0
Sulfato	6,0	226,0
Cloreto	87,0	1.225,0
Nitrato	0	17,0
Bicarbonato	246,0	490,0

Fonte: CEARÁ, 1992

Observa-se, entre outros, que o cloreto sempre está muito alto, chegando a concentração de 1.225 mg/L, fora dos padrões de potabilidade.

O STD obtido de medidas em campo (CPRM, 1998) nos municípios de Araripe e Tauá – sub-bacia do Alto Jaguaribe – demonstra que estas águas são altamente mineralizadas, com valores de 1.086 e 1.500 mg/L, respectivamente. Certamente, o cloreto é responsável pela mais alta concentração iônica, tornando estas águas do tipo cloretadas.

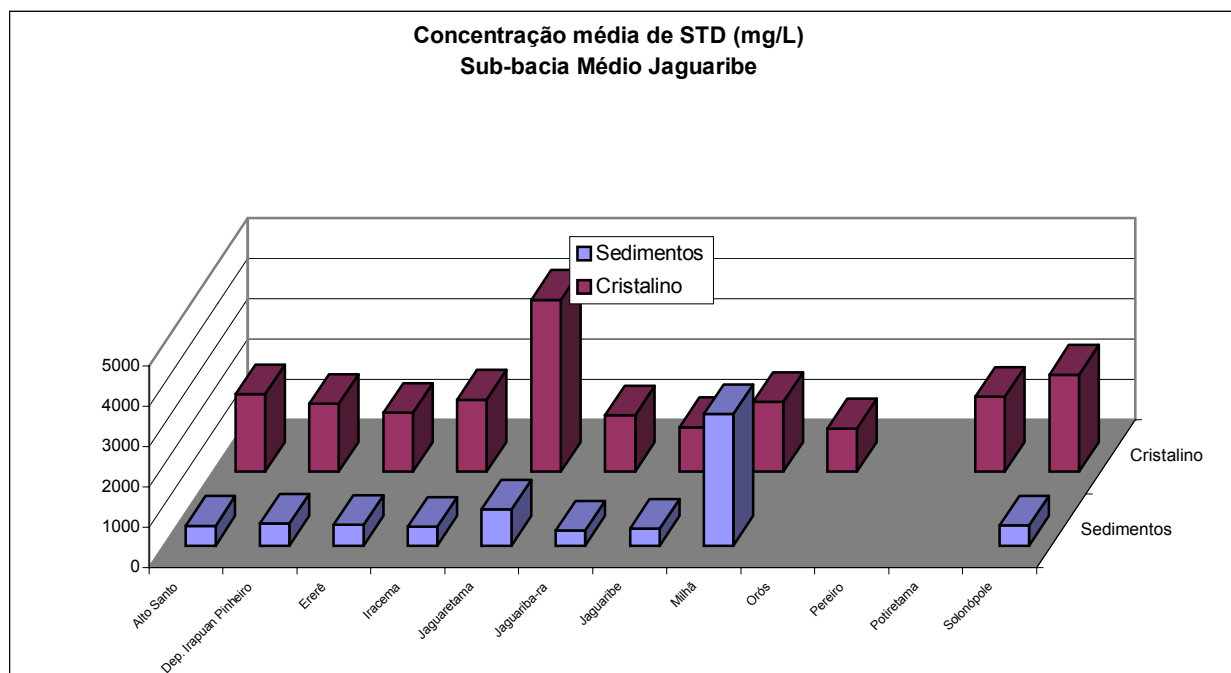
As águas subterrâneas do Médio Jaguaribe possuem STD muito alto, oscilando de 600 a 2.500 mg/L, extrapolando o limite máximo permissível para consumo humano. As medidas efetuadas em campo pela CPRM (CPRM, op. cit.) corroboram tais valores. A qualidade de suas águas subterrâneas deve ser analisada sob os contextos cristalino e sedimentar, em que o primeiro apresenta águas mais mineralizadas, com STD oscilando em média, por município, de 1.070 a 4.255 mg/L (Jaguetama) enquanto no meio sedimentar, o STD oscila predominantemente entre 370 a 550 mg/L (Tabela 5.1.5 e figura 5.1.2).

**Tabela 5.1.5 – Média de STD na sub-bacia do Médio Jaguaribe, Ceará**

Municípios	Média de STD (mg/l)	
	Cristalino	Sedimentos
Alto Santo	1.914	490
Dep. Irapuan Pinheiro	1.680	548
Ererê	1.460	509
Iracema	1.782	470
Jaguetama	4.255	900
Jaguaribara	1.400	370
Jaguaribe	1.100	416
Milhã	1.730	3.256
Orós	1.070	----
Pereiro	----	----
Potiretama	1.850	----
Solonópole	2.400	500

FONTE: CPRM, 1998 \* Valor médio dos resultante de análise estatística de 3.000 poços do cristalino do Ceará, segundo Mobus *et al.*, 1998.

**Tabela 5.1.2 – Média de STD na sub-bacia do Médio Jaguaribe, Ceará**



A dureza também é elevada, chegando a 500 mg/L de  $\text{CaCO}_3$  e o pH oscila em torno de 8,0. São águas cloretadas e bicarbonatadas mistas, com a seguinte composição (Tabela 5.1.6).

**Tabela 5.1.6 – Elementos Químicos das Águas Subterrâneas do Cristalino –Sub-Bacia Do Médio Jaguaribe**

Elemento	Concentração (mg/L)	
	Mínima	Máxima
Sódio	87,0	140,0
Cálcio	490	200,0
Potássio	12,0	15,0
Magnésio	50,0	225,0
Sulfato	0	35,0
Cloreto	150,0	1.100,0
Nitrato	13,0	35,0
Bicarbonato	250,0	450,0

Fonte: CEARÁ, 1992

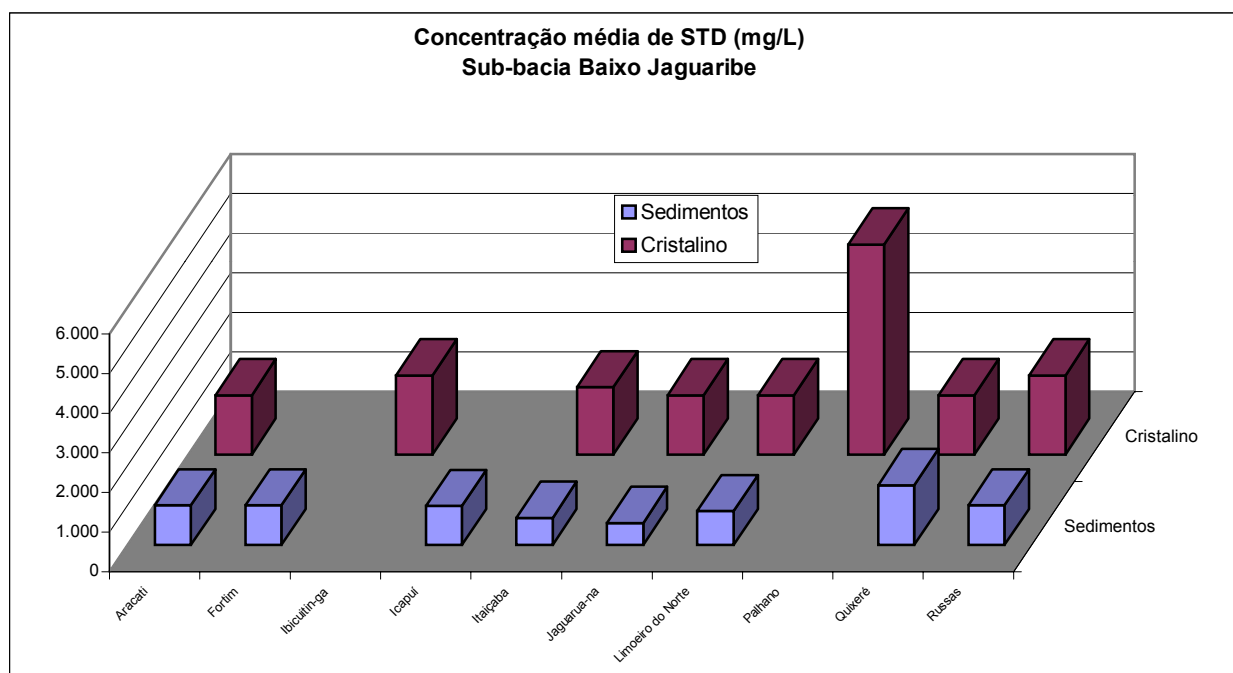
O PERH não apresenta dados de qualidade de água para o cristalino da sub-bacia Baixo Jaguaribe. Os dados de campo (CPRM, 1998) denotam águas com elevadas concentrações de STD. As medidas de condutividade elétrica em campo, interpretadas a nível de Sólidos Totais Dissolvidos – STD, mostram que as águas do cristalino são mais mineralizadas, com STD variando entre 1.500 a 2.000 mg/L, chegando a alcançar 5.300 mg/L no município de Palhano. As águas de poços perfurados em terrenos sedimentares possuem STD entre 550 a 1.000 mg/L, alcançando 1.500 mg/L em Quixeré (Tabela 5.1.7 e figura 5.1.3).

**Tabela 5.1.7 – Média de STD na sub-bacia do Baixo Jaguaribe, Ceará**

Municípios	Média de STD (mg/l)	
	Cristalino	Sedimentos
Aracati	1.500	1.000
Fortim	---	1.000
Ibicuitinga	2.000	----
Icapuí	----	980
Itaiçaba	1.700	680
Jaguaruana	1.500	550
Limoeiro do Norte	1.500	850
Palhano	5.300	----
Quixeré	1.500	1.500
Russas	2.000	1.000
Tabuleiro do Norte	1.900	650

FONTE: CPRM, 1998 \* Valor médio dos resultante de análise estatística de 3.000 poços do cristalino do Ceará, segundo Mobus *et al.*, 1998.

**Tabela 5.1.3 – Média de STD na sub-bacia do Baixo Jaguaribe, Ceará**



O contexto das rochas do embasamento cristalino da sub-bacia do Banabuiú possui águas subterrâneas com elevadíssimas concentrações de STD, alcançando até 8.300 mg/L, associado a uma elevada dureza (até 1.100 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ ). O STD obtido em campo (CPRM, op. cit.) reflete valores situados entre 1.420 e 2.700 mg/L, permitindo extrapolar o raciocínio de que valores acima de 3.000 mg/l encontram-se em áreas pontuais, sujeitas a fatores específicos que geram o aumento de salinidade nas águas subterrâneas.

As águas são cloretadas mistas, com os elementos maiores possuindo as seguintes concentrações (Tabela 5.1.8):

**Tabela 5.1.8 – Elementos Químicos das Águas Subterrâneas do Cristalino – Sub-Bacia do Banabuiú**

Elemento	Concentração (mg/L)	
	Mínima	Máxima
Sódio	140,0	2.280,0
Cálcio	130,0	440,0
Potássio	14,0	47,0
Magnésio	83,0	355,0
Sulfato	0	28,0
Cloreto	400,0	4.900,0
Nitrato	0	21,0
Bicarbonato	210,0	455,0

Fonte: CEARÁ, 1992

A condutividade elétrica é uma medida que retrata a mineralização iônica das águas, podendo ser convertida para Sólidos Totais Dissolvidos - STD. O STD reflete, para o cristalino, valores de águas bem mineralizadas ionicamente, oscilando entre 1.500 e 2.750 mg/L, fora dos padrões de potabilidade aceitos mundialmente, enquanto que para as águas dos sedimentos (aluviões (?)) o STD situa-se, predominantemente, entre 300 e 750 mg/L. A profundidade dos poços no contexto sedimentar, entre 4 e 10 metros, reflete poços escavados manualmente ao longo das manchas aluvionares (Tabela 5.1.9 e figura 5.1.4).

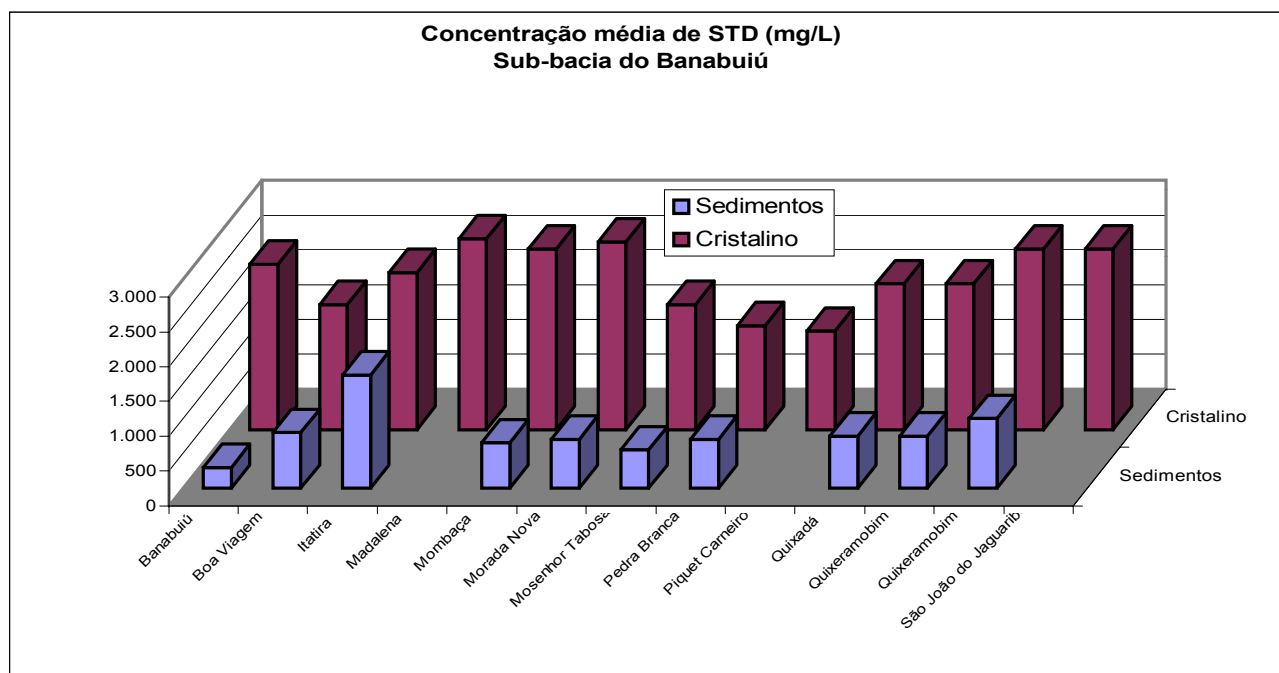
**Tabela 5.1.9 – Média de STD na sub-bacia do Banabuiu Jaguaribe, Ceará**

Municípios	Média de STD (mg/l)	
	Cristalino	Sedimentos
Banabuiú	2.380	300
Boa Viagem	1.800	800
Itatira	2.260	1.630
Madalena	2.750	----
Mombaça	2.600	650
Morada Nova	2.700	700
Mosenhor Tabosa	1.800	550
Pedra Branca	1.500	700
Piquet Carneiro	1.420	----
Quixadá	2.100	750
Quixeramobim	2.600	1.000
São João do Jaguaribe	2.600	----
Senador Pompeu	1.800	500

FONTE: CPRM, 1998 \* Valor médio dos resultante de análise estatística de 3.000 poços do cristalino do Ceará, segundo Mobus *et al.*, 1998.



Figura 5.1.4 – Média de STD na sub-bacia do Banabuiu Jaguaribe, Ceará



Observa-se a existência de dois contextos distintos: sedimentar e cristalino. Nas bacias sedimentares interiores existe a predominância de águas com STD inferior a 1.000 mg/L, destacando-se a Bacia do Cariri com águas subterrâneas de excelente qualidade em termos de STD, existindo a predominância de concentrações inferiores a 500 mg/L, característico de águas cuja composição iônica dos elementos maiores encontra-se dentro dos limites de potabilidade. Nos sedimentos próximos a linha de costa, observa-se um aumento de concentração iônica, derivado, provavelmente, da proximidade do mar e de níveis mais rasos das águas subterrâneas.

No cristalino é bastante comum a presença de águas com STD superior a 500mg/L, denotando águas com maior concentração iônica, onde a presença de cloreto de sódio é sempre notada. No geral a presença de cloreto não possui origem das rochas, pois sabe-se, concretamente que os litotipos do embasamento cristalino cearense não possuem este elemento em suas composições mineralógicas. Certamente são águas provenientes de fraturas interconectadas a manchas de solos salinos e/ou águas superficiais salinas (drenagens e/ou espelhos d'água).

### 5.2 BACIA DO ARARIPE

As avaliações de reservas e qualidade das águas subterrâneas no âmbito da Bacia do Araripe foram realizadas no decorrer de um programa mais amplo desenvolvido pelo Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM (Mont’Alverne et al, 1995), que contou com muito mais dados do que o Plano Estadual de recursos Hídricos do Estado do Ceará, desenvolvido com um cadastro de poços e análises físico-químicas até 1989.

Desta forma, neste item específico sobre as águas subterrâneas do Araripe, utilizaremos as informações deste projeto. Ainda, dados de atualização foram obtidos do Programa de Levantamento de Poços Tubulares no Estado do Ceará realizado pela CPRM (CPRM, 1998), com desenvolvimento de um cadastramento “in situ” com a utilização de GPS para obtenção das coordenadas geográficas de localização dos poços.

O estudo do DNPM foi desenvolvido a partir de cadastro de campo, onde foram cadastrados 1.487 poços tubulares e 348 fontes, das quais 297 em território cearense. O cadastro posterior da CPRM é composto de 1.426 poços, com medidas de condutividade elétrica, convertidas para STD.

Mont’Alverne et al (DNPM, op. cit.) adotaram a seguinte divisão hidrogeológica para a Bacia do Araripe:

- ◆ **Sistema aquífero superior** (formações Exu e Arajara) com aproximadamente 320 metros de espessura;
- ◆ **Aqüiclude Santana**, com mais ou menos 180 metros de espessura;
- ◆ **Sistema aquífero médio** (formações rio da Batateira, Abaiara e Missão Velha), possuindo em torno de 500 metros de espessura;
- ◆ **Aqüiclude Brejo Santo**, com aproximadamente 400 metros de espessura, e;
- ◆ **Sistema aquífero inferior** (Formação mauriti e parte basal da Brejo Santo), possuindo de 60 a 110 metros de espessura.

Esta sub-bacia é considerada a maior bacia hidrogeológica a nível de Estado do Ceará, com os poços tubulares de maior profundidade (até 325 metros) e de maiores vazão, alcançando até 300.000 L/h.

A recarga das águas da Bacia do Araripe se procede no contexto das formações superficiais, principalmente no contexto da Exu (Feira Nova) e pelas drenagens influentes, e os exutórios principais são representados pelas fontes no sopé da chapada, responsáveis pela formação da rede de drenagem, que também constitui uma forma de exutório, desde que sejam efluentes.

A qualidade das águas do sistema aquífero médio é muito boa, denotada pela concentração média de 232 mg/L para o STD. São águas bicarbonatadas sódicas, com  $\text{HCO}_3 > \text{SO}_4 > \text{Cl}$  e  $\text{Na} > \text{Ca} > \text{K}$ . Crato é o município em que as águas subterrâneas apresentam a concentração mais baixa de STD (média de 166 mg/L) e Abaiara, os mais altos (média de 401 mg/L).

O sistema aquífero inferior também apresenta águas muito boas, similares ao sistema aquífero médio, com STD médio de 201 mg/L, máximo na região de Mauriti (média de 208 mg/L) e mínimo na região de Barro (média de 162 mg/L). São águas bicarbonatadas sódicas, com relações iônicas denotando o seguinte comportamento:  $\text{HCO}_3 > \text{SO}_4 > \text{Cl}$  e  $\text{Na} > \text{Mg} > \text{Ca}$ .

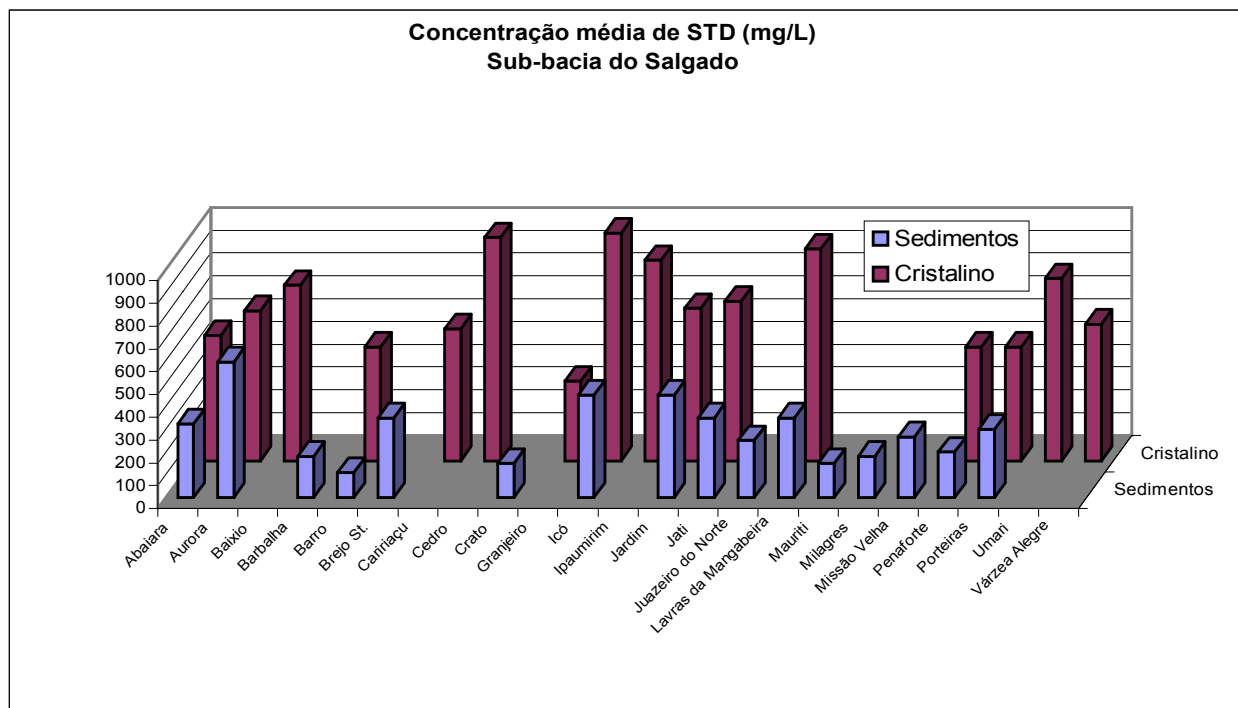
O STD das águas do cristalino denota uma concentração maior de elementos iônicos, oscilando entre 500 a 1.000 mg/L. Nas águas dos poços construídos nos sedimentos, as medidas refletem STD entre 150 e 600 mg/L, predominando valores abaixo de 500 mg/L, reafirmando a boa qualidade destas águas. (Tabela 5.2.1. e figura 5.2.1).

**Tabela 5.2.1 – Média de STD na sub-bacia do Salgado Jaguaribe, Ceará**

Municípios	Média de STD (mg/l)	
	Cristalino	Sedimentos
Abaiara	550	323
Aurora	660	595
Baixio	770	----
Barbalha	----	180
Barro	500	110
Brejo St.	----	350
Caririaçu	580	----
Cedro	980	----
Crato	----	150
Granjeiro	350	----
Icó	1.000	450
Ipaumirim	880	----
Jardim	670	450
Jati	700	350
Juazeiro do Norte	----	250
Lavras da Mangabeira.	930	350
Mauriti	----	150
Milagres	----	180
Missão V.	----	267
Penaforte	500	200
Porteiras	500	300
Umari	800	----
Várzea Alegre	600	----

FONTE: CPRM, 1998 \* Valor médio dos resultante de análise estatística de 3.000 poços do cristalino do Ceará, segundo Mobus *et al.*, 1998.

Figura 5.2.1 – Média de STD na sub-bacia do Salgado Jaguaribe, Ceará



### 5.3 AQUÍFEROS COSTEIROS

Os aquíferos costeiros da Bacia do Jaguaribe são representados, fundamentalmente, pelo sistema Dunas/Paleodunas, inseridas no âmbito da sub-bacia Baixo Jaguaribe.

As reservas calculadas para este sistema são: Reservas permanentes de 150 milhões de m<sup>3</sup>; Reservas renováveis de 6,7 milhões de m<sup>3</sup>/ano e, reservas exploráveis iguais as renováveis, isto em função da extrema fragilidade que este sistema apresenta, carecendo de estudos pontuais antes da definição de explorabilidade.

Suas águas são, no geral, cloretadas sódicas e mistas, refletindo a influência da proximidade do mar. Possuem boa potabilidade, com exceção de pontos poluídos por ferro, nitrato ou cloretos, na dependência do uso e ocupação do meio físico.

As áreas de recarga são representadas pelo próprio campo de dunas, rios/riachos ifluentes e lagoas interdunares. Os exutórios são representados pelas lagoas interdunares, rios/riachos efluentes e o fluxo de fontes para o mar.



Oceano Atlântico



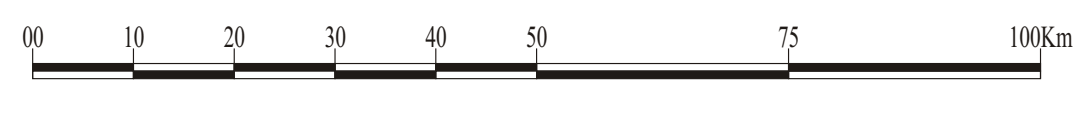
LEGENDA

- FONTES POLUIDORAS PONTUAIS (t/ano)
- ▲ 0 < DBO5 <= 100
  - ▲ 100 < DBO5 <= 500
  - ▲ 500 < DBO5 <= 1000
  - ▲ 1000 < DBO5 <= 2000
  - ▲ DBO5 > 2000
  - AÇUDE COM CAPACIDADE > 10hm<sup>2</sup>

CONVENÇÕES

- HIDROGRAFIA
- BACIA DO ALTO JAGUARIBE
  - BACIA DO MÉDIO JAGUARIBE
  - BACIA DO BAIXO JAGUARIBE
  - BACIA DO SALGADO
  - BACIA DO BANABUIÚ

ESCALA GRÁFICA



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ  
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH  
COMPANHIA DE GESTÃO DO RECURSOS HÍDRICOS - COGERH

PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ - PROURB/CE

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DA BACIA DO RIO JAGUARIBE

Projeto: \_\_\_\_\_  
Voto: \_\_\_\_\_  
Verificado: \_\_\_\_\_  
Aprova: \_\_\_\_\_

Título: **MAPEAMENTO DAS FONTES POLUIDORAS PONTUAIS NA BACIA DO JAGUARIBE**

Arquivo: Map\_Fontes\_P.pdf  
Data de Emissão: Junho 2000  
Escala: ---  
Nº do Desenho: ---



Oceano Atlântico



LEGENDA

Fontes Poluidoras Difusas  
Perímetros Públicos

- 0 < Area <= 100
- 100 < Area <= 500
- 500 < Area <= 1000
- 1000 < Area <= 2000
- 2000 < Area <= 5000

Fontes Poluidoras Difusas  
Irrigação Privada

- 0 < Area <= 100
- 100 < Area <= 500
- 500 < Area <= 1000
- 1000 < Area <= 2000
- Area > 2000

Sub-bacias do Jaguaribe

- Alto Jaguaribe
- Baixo Jaguaribe
- Banabuiú
- Médio Jaguaribe
- Salgado
- Açudes c/ Cap. > 10 hm<sup>3</sup>
- Hidrografia

ESCALA GRÁFICA



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ  
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH  
COMPANHIA DE GESTÃO DO RECURSOS HÍDRICOS - COGERH

PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ - PROURBE/CE

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DA BACIA DO RIO JAGUARIBE

Projeto: \_\_\_\_\_  
Voto: \_\_\_\_\_  
Verificado: \_\_\_\_\_  
Aprova: \_\_\_\_\_

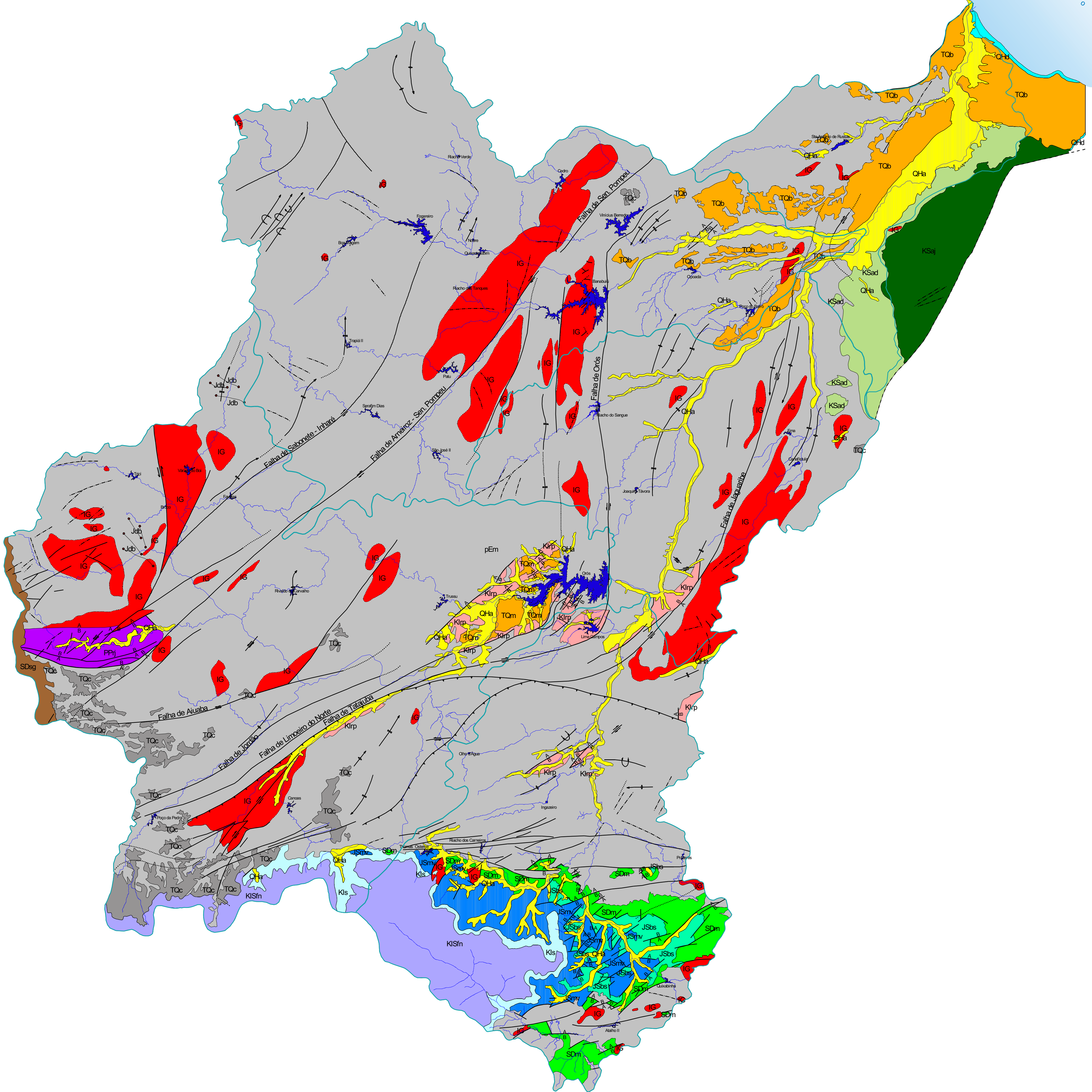
Título: **MAPEAMENTO DAS FONTES POLUIDORAS DIFUSAS NA BACIA DO RIO JAGUARIBE**

Arquivo: Map\_Fontes\_D.docx  
Data de Emissão: Junho/2009  
Escala: \_\_\_\_\_  
Nº do Desenho: \_\_\_\_\_





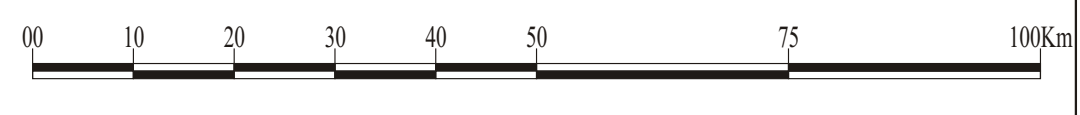
Oceano Atlântico



LEGENDA

- |  |   |   |
|--|---|---|
| <p>Quaternário</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>QHa, Aquífero Freático Aluvionar, localmente Coluvionar</li> <li>QHd, Sistema Aquífero Dunas/Paleodunas</li> </ul> <p>Terciário/Quaternário</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>TQc, Coberturas Colúvio-eluvionares</li> <li>TQb, Sistema Aquífero Barteiras, localmente designado de Aquífero Faceira e Moura</li> </ul> <p>Mesozóico</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>KSaJ, Aquífero Cárstico Jandaira</li> <li>KSad, Aquífero Açú</li> </ul> <p>Cretáceo Superior</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>KISn, Aquífero Feira Nova</li> </ul> <p>Cretáceo Inferior</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>KIs, Aquífero Santana</li> <li>KIrp, Sistema Rio do Paixe</li> </ul> | <p>Jurássico</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Jdb, Jurássico Diques Básicos (diabásios/gabros)</li> <li>Jurássico Superior</li> <li>JSmv, Sistema Aquífero Missão Velha</li> <li>JSbs, Formação Brejo Santo</li> </ul> <p>Paleozóico</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>SDa, Aquífero Serra Grande</li> <li>SDm, Aquífero Mauriti</li> <li>PPJ, Grupo Rio Jucaí</li> <li>Pré-Cambriano Indiferenciado</li> <li>IG, Pré-Cambriano Indiferenciado - Domínio Igneo (Complexos Graníticos)/Aquífero Fisural</li> <li>Domínio Metamórfico</li> <li>pEm, Pré-Cambriano Indiferenciado - Domínio Metamórfico (Complexo Gnássico-migmatítico)/Aquífero Fisural</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Contorno Definido</li> <li>Contorno Inferido</li> <li>Fratura</li> <li>Falha Definida</li> <li>Falha Inferida</li> <li>Falha Transcorrente</li> <li>Falha Normal</li> <li>Falha de Empurrão</li> <li>Antiforme</li> <li>Antiforme com calçamento</li> <li>Síntome</li> <li>Síntome com calçamento</li> <li>Síntome Invertida</li> <li>Articulação Invertida</li> <li>Limite das Sub-bacias do Rio Jaguaribe</li> <li>Limite-Estado</li> <li>Rode de Drenagem</li> <li>Aquífero &lt; capacidade &gt; 10m<sup>3</sup></li> </ul> |
|--|---|---|

ESCALA GRÁFICA



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ  
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH  
COMPANHIA DE GESTÃO DO RECURSOS HÍDRICOS - COGERH

PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ - PROURB/CE

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DA BACIA DO RIO JAGUARIBE

Projeto:	Título:	Aquífero:
Versão:	Data de Emissão:	
Verificado:	Escala:	
Aprova:	Nº do Desenho:	

SISTEMAS AQUIFEROS SIMPLIFICADOS DA BACIA DO RIO JAGUARIBE

---

# SUMÁRIO

## DIAGNÓSTICO

### **VOLUME - 1 ESTUDOS DE BASE DE HIDROLOGIA**

#### **TOMO I - Atualização e Análise de Dados Hidrometeorológicos**

Capítulo 1 – Atualização de Dados Hidrometeorológicos

Capítulo 2 – Análise de Consistência de Dados Pluviométricos e Fluviométricos

#### **TOMO II - Estudos de Oferta Hídrica**

Capítulo 1 – Estudos de Oferta Hídrica Superficial

Capítulo 2 – Estudos de Oferta Hídrica Subterrânea

#### **TOMO III - Estudo do Impacto Cumulativo da Pequena Açudagem**

Capítulo 1 – Estudo do Impacto Cumulativo da Pequena Açudagem

### **VOLUME - 2 ESTUDOS DE DEMANDA**

Capítulo 1 – Introdução

Capítulo 2 – Demanda Hídrica para Abastecimento Humano

Capítulo 3 – Demanda Hídrica para Abastecimento Industrial

Capítulo 4 – Demanda Hídrica para Irrigação

Capítulo 5 – Demanda Hídrica Agregada

### **VOLUME – 3 ESTUDOS DE BALANÇO OFERTA x DEMANDA**

Capítulo 1 – Consolidação da Oferta Hídrica na Bacia

Capítulo 2 – Consolidação da Demanda Hídrica na Bacia

Capítulo 3 – Balanço Oferta x Demanda

### **VOLUME – 4 ESTUDOS AMBIENTAIS**

Capítulo 1 – Análise de Estudos de Impacto Ambiental

Capítulo 2 – Análise do Uso e Ocupação do Solo na Bacia

Capítulo 3 – Análise da Situação das Matas Ciliares

Capítulo 4 – Avaliação da Qualidade das Águas Superficiais

Capítulo 5 – Avaliação da Qualidade das Águas Subterrâneas

### **VOLUME – 5 ESTUDOS COMPLEMENTARES**

Capítulo 1 – Resenha de Estudos Anteriores

Capítulo 2 – Metodologia de Avaliação do Custo da Água

Capítulo 3 – Avaliação do Custo pelo Uso da Água Bruta na Bacia do Jaguaribe

### **VOLUME - 6 ANEXOS**

---

## **PLANEJAMENTO**

### **VOLUME 1 - PLANEJAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS**

- Capítulo 1 – Elaboração das Projeções de Demanda
- Capítulo 2 – Consolidação da Oferta Hídrica na Bacia
- Capítulo 3 – Balanço Oferta x Demanda

### **VOLUME 2 - ESTUDOS AMBIENTAIS**

- Capítulo 1 – Medidas de Proteção de Mananciais
- Capítulo 2 – Avaliação das Possibilidades de Reuso das Águas

### **VOLUME 3 - ESTUDOS COMPLEMENTARES**

- Capítulo 1 – Avaliação do Grau de Saturação da Açudagem na Bacia
  - Capítulo 2 – Estudo de Cheias no Vale do Jaguaribe
  - Capítulo 3 – Medidas de Gestão da Demanda
-

---

## **PROGRAMAS DE AÇÕES**

### **VOLUME 1 – PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL**

- Capítulo 1 – Considerações Iniciais
- Capítulo 2 – Síntese dos Estudos Ambientais
- Capítulo 3 – Propostas de Conservação Ambiental
- Capítulo 4 – Aspectos Legais e Institucionais
- Capítulo 5 – Programas a Serem Desenvolvidos

### **VOLUME 2 – PROGRAMA DE ABASTECIMENTO DOS NÚCLEOS URBANOS**

- Capítulo 1 – Introdução
- Capítulo 2 – Programação de Investimentos
- Capítulo 3 – Estimativa de Custo por Adutora

### **VOLUME 3 – PROGRAMA DE MONITORAMENTO**

- Capítulo 1 – Introdução
- Capítulo 2 – Bases Conceituais do Monitoramento Proposto
- Capítulo 3 – Tratamento da Informação, Equipes, Recursos Materiais e Financeiros para o Monitoramento das Águas da Bacia
- Capítulo 4 – Programa de Monitoramento Quantitativo das Águas da Bacia
- Capítulo 5 – Programa de Monitoramento Qualitativo das Águas da Bacia

### **VOLUME 4 – PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO DA ÁGUA**

- Capítulo 1 – Introdução
- Capítulo 2 – Programa de Cobrança
- Capítulo 3 – Sub-Programa de Hidrometração

### **VOLUME 5 – PROGRAMA DE ESTUDOS E PROJETOS**

- Capítulo 1 – Introdução
- Capítulo 2 – Estudos Ambientais
- Capítulo 3 – Recursos Para o Monitoramento das Águas da Bacia
- Capítulo 4 – Estudos e Projetos Específicos

### **VOLUME 6 – ANEXO : EIXO DE INTEGRAÇÃO JAGUARIBE - ICAPUÍ**

---

