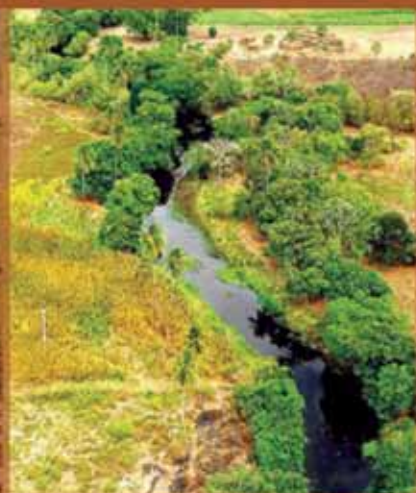
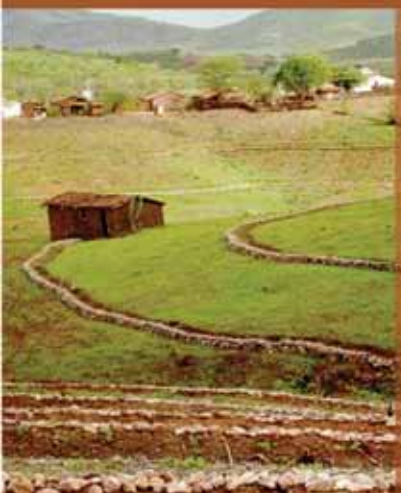




GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

# Bacias Hidrográficas: Aspectos Conceituais, Uso, Manejo e Planejamento

Volume 1



**BACIAS HIDROGRÁFICAS  
ASPECTOS CONCEITUAIS, USO, MANEJO E  
PLANEJAMENTO**

## ***Série: Tecnologias e Práticas Hidroambientais para Convivência com o Semiárido***

*Volume 1 - Bacias Hidrográficas: Aspectos Conceituais, Uso, Manejo e Planejamento*

*Volume 2 - Práticas Inovadoras de Controle Edáfico e Hidroambiental para o Semiárido do Ceará*

*Volume 2 - Innovative Edaphic and Hydroenvironmental Control Practices for Ceará Semiarid Region*

*Volume 3 - Avaliação Geoambiental de Práticas Conservacionistas Implantadas na Microbacia do Rio Cangati, Canindé-CE*

*Volume 3 - Geoenvironmental Evaluation of Conservational Practices Implemented in Cangati River Microbasin, Canindé - CE*

*Volume 4 - Manual Técnico-Operacional do Projeto de Desenvolvimento Hidroambiental do Ceará (PRODHAM)*

*Volume 5 - Barragens Sucessivas de Contenção de Sedimentos e seus Impactos Hidroambientais na Microbacia do Rio Cangati, Canindé-CE*

*Volume 6 - Avaliação Socioeconômica dos Resultados e Impactos do Projeto de Desenvolvimento Hidroambiental do Ceará (PRODHAM) e Sugestões de Políticas*

*Volume 6 - Socioeconomic Evaluation of Results and Impacts of Ceará Hydroenvironmental Development Project and Suggested Policies*



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria dos Recursos Hídricos*

## **BACIAS HIDROGRÁFICAS ASPECTOS CONCEITUAIS, USO, MANEJO E PLANEJAMENTO**

Obra editada no âmbito do PRODHAM – Projeto de Desenvolvimento Hidroambiental da Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará, integrante do PROGERIRH - Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará, apoiado pelo Banco Mundial por meio do Acordo de Empréstimo 4531-BR/BIRD.

**Fortaleza**  
**Secretaria dos Recursos Hídricos**  
**2010**

**Governo do Estado do Ceará**

Cid Ferreira Gomes

Governador

**Secretário dos Recursos Hídricos (SRH)**

César Augusto Pinheiro

**Superintendente da SOHIDRA**

Leão Humberto Montezuma Filho

**Presidente do COGERH**

Francisco José Coelho Teixeira

**Coordenador Geral da UGPE (SRH)**

Mônica Holanda Freitas

**Coordenador do PRODHAM/SOHIDRA**

Joaquim Favela Neto

**BACIAS HIDROGRÁFICAS: ASPECTOS CONCEITUAIS, USO,  
MANEJO E PLANEJAMENTO.**

**Secretários dos Recursos Hídricos – 1999-2009**

Hypérides Pereira de Macêdo

Edinardo Ximenes Rodrigues

César Augusto Pinheiro

**Coordenadores do PRODHAM – 1999-2009**

João Bosco de Oliveira

Ricardo Lima de Medeiros Marques

Antônio José Câmara Fernandes

Joaquim Favela Neto

**Elaboração**

**João Bosco de Oliveira**

© 2010 Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará

Todos os direitos reservados e protegidos pela Lei nº 9.610, de 19/02/1998. Nenhuma parte deste livro, sem autorização prévia por escrito da editora, poderá ser reproduzida ou transmitida sejam quais forem os meios empregados: eletrônicos, mecânicos, fotográficos, gravação ou quaisquer outros.

**Coordenação Editorial:** Francisco Mavignier Cavalcante França

**Revisão Vernacular:** Tania Maria Lacerda Maia

**Normalização Bibliográfica:** Paula Pinheiro da Nóbrega

**Capa:** Simone Ferla

**Projeto Gráfico e Editoração:** Simone Ferla

Depósito legal junto à Biblioteca Nacional, conforme Decreto nº 1.823, de 20/12/1907.

**Copyright © by Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará**

### Ficha Catalográfica

---

C387b Ceará. Secretaria dos Recursos Hídricos.

Bacias hidrográficas: aspectos conceituais, uso manejo e planejamento/  
João Bosco de Oliveira. - Fortaleza : Secretaria dos Recursos Hídricos, 2010.  
267 p.

1. Bacias Hidrográficas. 2. Hidrografia. I. Oliveira, João Bosco de. II.  
Título.

ISBN 978-85-63821-00-3

CDD: 551.46

---

Impresso no Brasil/Printed in Brazil

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

Centro Administrativo. Governador Virgílio Távora

Av. General Afonso Albuquerque Lima, S/N, Edifício SEINFRA/SRH  
Bairro Cambéba, CEP 60.822-325, Fortaleza/Ce

Fone: (85) 3101.4012 | (85) 3101.3994 - Fax: (85) 3101.4049

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b>	<b>11</b>
<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
<b>1 ASPECTOS CONCEITUAIS BÁSICOS</b>	<b>16</b>
1.1 Ciclo Hidrológico	16
1.2 Aplicações da Hidrologia	17
1.3 Regiões Hidrográficas e seus Componentes	18
1.3.1 Bacia hidrográfica	18
1.3.2 Padrões de drenagem das bacias hidrográficas	18
1.3.3 Características físicas das bacias, sub-bacias e microbacias hidrográficas	23
1.3.3.1 Áreas de drenagem das bacias	23
1.4 Morfometria das Bacias e Escoamento Superficial	30
1.5 Hierarquia Fluvial	32
1.6 Comprimento das Ravinas	34
1.7 Relação de Bifurcação	35
1.8 Densidade de Drenagem	35
1.9 Índice de Circularidade	36
1.10 Declividade Média da Microbacia	37
1.12 Tempo de Concentração	40
<b>2 A MICROBACIA COMO UNIDADE DE INTERVENÇÃO</b>	<b>42</b>
2.1 Considerações Gerais	42
2.2 Concepções do Projeto de uma Microbacia	44
2.3 Caracterização da Microbacia	46
2.4 Objetivos	48
2.4.1 Objetivo geral	48
2.4.2 Objetivos específicos	49
<b>3 ASPECTOS METODOLÓGICOS</b>	<b>52</b>
<b>4.1 Organização Rural</b>	<b>56</b>
4.3 Assistência Técnica e Extensão Rural	60
4.4 Projeto de Manejo Biofísico de Conservação	62



<b>5 PRÁTICAS E TÉCNICAS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO E ÁGUA</b>	<b>72</b>
5.1 Práticas Hidroambientais	72
5.2 Práticas e Técnicas de Caráter Fitoedáfico	100
<b>6 MANEJO E CONSERVAÇÃO EM ÁREAS MONTANHOSAS</b>	<b>128</b>
6.1 Prática de Caráter Mecânico	128
6.1.1 Terraço em patamar	128
6.1.2 Terraço em banquetta individual	135
6.1.3 Acéguas de encosta	139
6.1.4 Terraço divergente	146
6.2 Práticas de Caráter Vegetativo de Recuperação de Solo e da Vegetação	148
6.2.1 Barreira viva ou renque	148
6.2.2 Faixas de contenção	153
<b>7 ELABORAÇÃO DE PLANO DE MBH EM UM MUNICÍPIO</b>	<b>156</b>
7.1 Critérios para a Seleção das Microbacias Hidrográficas	156
7.2 Roteiros para Elaboração do Projeto de Microbacia Hidrográfica	157
7.3 Diagnóstico	158
7.3.1 Características socioeconômicas	159
7.3.2 Caracterização fisiográfica	160
7.4 Práticas de Manejo Atualmente Utilizadas	161
7.4.1 Identificação dos problemas das comunidades	162
7.5 Seleção da Microbacia	162
7.6 Elaboração do Projeto	163
7.7 Planejamento da Microbacia	163
7.8 Roteiro para Elaboração de Plano Municipal de Bacias Hidrográficas	164
7.9 A Elaboração do Plano Estadual de Microbacias Hidrográficas	165
<b>8 MICROBACIA PILOTO DEMONSTRATIVA</b>	<b>168</b>
8.1 Consideração Geral	168
8.2 A Microbacia Piloto Demonstrativa	169
8.3 Objetivo Geral da Microbacia Piloto Demonstrativa	169
8.3.1 Objetivos específicos	170
8.4 A Seleção da Microbacia Piloto Demonstrativa	170
8.4.1 Diagnósticos	171
8.4.1.1 Características socioeconômicas	172
8.4.1.2 Caracterização fisiográfica	173
8.4.1.3 Caracterização do uso e do manejo	175

8.5 Planejamento de Uso e Manejo da MBH Piloto	175
8.6 Execução da Microbacia Piloto Demonstrativa	176
8.7 Monitoramento da Microbacia Piloto Demonstrativa	176
8.8 Avaliação da Microbacia Piloto Demonstrativa	176
<b>9 PLANEJAMENTO CONSERVACIONISTA DA PROPRIEDADE</b>	
<b>DENTRO DA MBH</b>	<b>178</b>
9.1 Mapeamento da Propriedade Rural dentro da MBH	178
9.2 Levantamento dos Dados de Campo	180
9.3 Guia para o Levantamento Conservacionista	181
9.3.1 Diagnóstico da propriedade rural	181
9.3.2 Croquis da propriedade e da área a conservar	182
9.3.2.1 Diagnóstico da área a conservar	182
9.4 Plano Técnico Conservacionista	185
9.4.1 Determinação do sistema de capacidade de uso das terras	185
9.4.1.1 Bases do sistema	186
9.4.1.2 Organização do sistema	187
9.4.2 Aptidão agrícola das terras	191
9.4.2.1 Níveis de manejo considerados	192
9.4.2.2 Grupos de aptidão agrícola	194
9.4.2.3 Subgrupo de aptidão agrícola	195
9.4.2.4 Classe de aptidão agrícola	195
9.4.2.4.1 Classe boa	195
9.4.2.4.2 Classe regular	196
9.4.2.4.3 Classes restritas	196
9.4.2.4.4 Classe inapta	197
9.4.2.5 Fatores de limitações	197
9.4.2.5.1 Deficiência de fertilidade	197
9.4.2.5.2 Deficiência de água	198
9.4.2.5.3 Excesso de água ou deficiência de oxigênio	199
9.4.2.5.4 Suscetibilidade à erosão	200
9.4.2.5.5 Impedimento à mecanização	201
9.4.2.6 Avaliação das classes de aptidão agrícola das terras	201
<b>10 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>204</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>206</b>

<b>Anexo A</b>	<b>211</b>
<b>Anexo B</b>	<b>219</b>
<b>Anexo C</b>	<b>237</b>
<b>Anexo D</b>	<b>243</b>
<b>Anexo E</b>	<b>257</b>

## APRESENTAÇÃO

As políticas ambientais e de recursos hídricos ganharam, nos últimos anos, uma série de diplomas jurídicos e institucionais, que resultaram em ponderáveis avanços e benefícios para a preservação da vida no planeta. Idênticos cuidados foram tomados pelas políticas públicas em relação à flora e à fauna. Códigos florestais, de pesca e de caça, foram regulamentados, ampliando o controle do Estado e da sociedade sobre esses recursos da natureza. Reservas biológicas foram implementadas em inúmeras áreas do globo terrestre, visando promover um desenvolvimento sustentável para a humanidade. Nada disso, porém, será viável se semelhante política não existir em relação ao solo. Apesar de ser uma preocupação antiga das instituições de agricultura em todo o mundo, práticas conservacionistas do solo são muito pouco convertidas em ações efetivas no campo, principalmente no Nordeste brasileiro.

O livro do engenheiro agrônomo João Bosco Oliveira é, antes de ser um manual de manejo de bacia, um manifesto contundente deste valoroso técnico, clamando por uma política de conservação do SOLO. Deste, a cada ciclo de chuva e de sol, é colhida uma nova safra para renovar o capital que originou a “riqueza das nações”. Desde o princípio da civilização, o homem recolhia o “peixe” da água e colhia os “grãos” do solo.

Este livro vem consagrar a vida profissional de um verdadeiro mestre das boas práticas agrícolas, fiel ao seu trabalho nos programas de assistência técnica da antiga ANCAR e depois EMATER. O autor, neste compêndio técnico, toma o lugar de um artesão, bordando, sobre os terrenos das bacias, caprichosos labirintos de drenagem e adornando, com cortinas de vegetais, pomares e terraços nas encostas dos morros, parecendo peças de rendas estendidas numa almofada de crochê. Ao compatibilizar arte e tecnologia, Bosco prova, com imagem fotográfica, que na região semiárida, assim como a ÁGUA, o SOLO é “outro lado da seca”.

O livro consegue combinar o manejo do solo, água e vegetal com o espaço da microbacia hidrográfica, buscando um planejamento integrado que permita o controle da erosão, sedimento e nutrientes fundamentais ao plantio. Nessa trindade natural, os três elementos completam-se entre si. O equilíbrio é alcançado, não pela gestão hídrica e florestal, mas sobretudo pelo gerenciamento do solo e este, no trabalho do Engenheiro Bosco, assume com legitimidade a sua função de Gerente da Natureza.

Por fim, este seu livro é uma importante contribuição à causa pública e mais um notável legado do seu talento profissional. Como pioneiro que foi da execução do primeiro programa hidroambiental no Ceará, o PRODHAM, o autor reúne em si duas mágicas virtudes: mantém os pés no chão da caatinga e possui um jardim em sua cabeça.

**Hypérides Pereira de Macêdo**

Ex-Secretário dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará



## INTRODUÇÃO

Visando a uma reversão deste quadro e a uma busca de alternativas, o Estado deverá objetivar ações que busquem a promoção de um adequado aproveitamento das microbacias hidrográficas mediante a adoção de práticas de utilização racional dos recursos naturais renováveis.

O manejo integrado de bacias hidrográficas no Estado do Ceará ainda é muito incipiente. Nesse aspecto, consultando a literatura especializada em áreas correlatas, nota-se a inexistência de um trabalho científico consistente conduzido de forma integrada.

Nos dias de hoje, observa-se que certas áreas governamentais empenham-se no sentido de propiciar ao homem um meio ambiente mais agradável e mais rico. A crescente necessidade do ser humano em bem utilizar, controlar e preservar os recursos naturais e, principalmente, os recursos de que dispõe, de forma cada vez mais exígua, tornou a hidrologia uma ciência, cujo conhecimento e a aplicação se faz necessário em detalhe e profundidade crescentes.

A nossa constante observação sobre os caminhos da água na superfície terrestre é suficiente para percebermos que os rios são formados pelas águas, provenientes de grotas córregos e riachos; os rios maiores, pelas águas dos rios menores. Esse encadeamento executa a tarefa de distribuir a água e de drenar as sobras de uma área com eficiência natural, que, entretanto, vem sendo muito prejudicada pela ação do homem, que se tem mostrado incapaz, principalmente no Brasil, de usar os recursos naturais, de uma determinada área, sem danificar essa rede de drenagem.

A origem de toda uma malha de drenagem, entretanto, estará sempre em uma nascente, que formará o primeiro tributário de um primeiro rio, seja este intermitente, permanente ou não. Muitas vezes despercebida em uma encosta, ela poderá estar dando origem a um grande caudal que acabará chegando ao mar, em um ponto muito distante desta nascente.

A degradação dos recursos naturais, principalmente do solo e da água, vem crescendo assustadoramente, atingindo, hoje, um nível crítico que se reflete na deterioração do meio ambiente, no assoreamento e na poluição dos espelhos d'água, com prejuízos para saúde humana e animal, na destruição de estradas, de pontes e de bueiros, na geração de energia, na disponibilidade de água para irrigação e para abastecimento, na redução da produtividade agrícola, na diminuição da renda líquida e, conseqüentemente, no empobrecimento do meio rural, com reflexos danosos para economia regional e do Estado.

Os trabalhos de manejo de solo e água, até hoje praticados no Estado, exceção feita a algumas áreas pontuais, têm sido decorrentes de ações isoladas em nível de propriedade agrícola, ressentindo-se, todos eles, de uma visão ampla do todo, isto é, do aproveitamento integrado dos recursos naturais solo, água, flora e fauna.

A bacia hidrográfica, mesobacia (sub-bacia) e a microbacia, unidade básica de intervenção é entendida como uma área fisiográfica, drenada por um curso d'água ou por um sistema de cursos de água conectados e que convergem, direta ou indiretamente, para um leito ou para um espelho d'água, constituindo uma unidade ideal para o planejamento integrado do manejo dos recursos naturais no meio ambiente por ela definido.

Este documento terá como principal objetivo proporcionar aos usuários meios de consulta sobre os assuntos apresentados.

# Aspectos Conceituais Básicos 1

---

---



# 1 ASPECTOS CONCEITUAIS BÁSICOS

Segundo Vellela e Mattos (1975), de acordo com visão dos hidrólogos a hidrologia é a ciência que trata da água, da terra, sua ocorrência, circulação e distribuição, suas propriedades físicas e químicas, e suas reações com o meio-ambiente, incluindo suas relações com a vida.

## 1.1 Ciclo Hidrológico

Apesar de bastante simples, o ciclo hidrológico é um meio conveniente de apresentar os fenômenos hidrológicos, servindo também para dar ênfase as cinco fases básica de interesse tanto da engenharia civil como da agrônômica, além de suporte para a geologia e geografia por meio do estudo da:

- Precipitação
- Evaporação e transpiração
- Infiltração
- Escoamento superficial
- Escoamento subterrâneo

O ciclo hidrológico embora possa parecer um mecanismo contínuo, com a água se movendo de uma forma permanente e com uma taxa constante, é na realidade, bastante diferente, pois o movimento da água em cada uma das fases do ciclo é feito de um modo bastante aleatório, variando no espaço como no tempo.

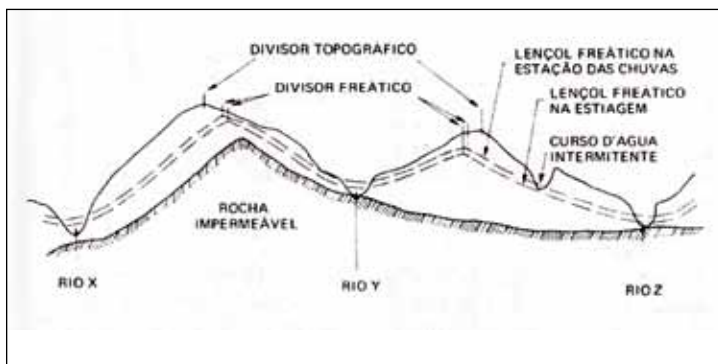
Em determinadas ocasiões, a natureza parece trabalhar em excesso, quando provoca chuvas torrenciais que ultrapassam a capacidade dos cursos d'água, provocando inundações. Em outras ocasiões, parece que todo o mecanismo do ciclo parou completamente e com ele a precipitação e o escoamento superficial.

E são precisamente estes extremos, de enchente e de seca, que mais interessam aos técnicos e produtores rurais para tomada de decisão.

## 1.2 Aplicações da Hidrologia

Como exemplo nos quais a hidrologia exerce grande influência, podemos destacar:

- Escolha de fontes abastecimento de água para uso doméstico ou de uso múltiplos;
- planejamento e construção de obras hidráulicas;
- planejamento e execução de sistemas de drenagens;
- planejamento e execução de sistemas de irrigação;
- regularização de cursos d'água e controle de inundações;
- controle de poluição (efluentes de sistemas de esgotos);
- planejamento conservacionista e controle à erosão hídrica;
- aproveitamento hidroelétrico e navegação;
- recreação e preservação do meio-ambiente; e
- preservação e desenvolvimento da vida aquática.



**Figura 1– Corte Transversal de uma Bacia Hidrográfica**  
Fonte: Swami e Mattos (1975).

## 1.3 Regiões Hidrográficas e seus Componentes

### 1.3.1 Bacia hidrográfica

Do ponto de vista hidrológico, a bacia hidrográfica é uma área definida topograficamente, drenada por um curso d'água ou um sistema conectado de cursos d'água, de modo que, toda vazão efluente seja descarregada através de uma simples saída.

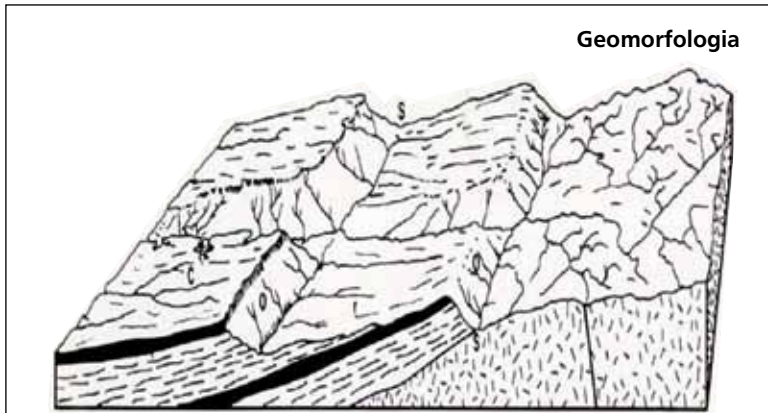
Do ponto de vista geomorfológico, a bacia hidrográfica é definida como o conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes. Nas depressões longitudinais, se verifica a concentração das águas das chuvas, isto é, do lençol de escoamento superficial, dando origem ao lençol concentrado – os rios. A noção de bacia hidrográfica obriga naturalmente a existência de cabeceira ou nascente, divisores de água, cursos d'água principais, afluentes e subafluentes, etc.

Em todas as bacias hidrográficas, deve existir uma hierarquização na rede fluvial, e a água se escoar normalmente dos pontos mais altos para os mais baixos. É comum o emprego da expressão bacia hidrográfica como sinônimo de vale, como exemplo podemos citar: Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe ou Vale do Jaguaribe.

### 1.3.2 Padrões de drenagem das bacias hidrográficas

A drenagem fluvial é composta por um conjunto de canais de escoamento inter-relacionados que formam a bacia drenagem, definida como a área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial. A quantidade de água que atinge os cursos fluviais está na dependência do tamanho da área, ocupada pela bacia, da precipitação total de seu regime hídrico e das perdas devidas à evapotranspiração e à infiltração. As bacias podem ser classificadas, de acordo com o escoamento global, em:

[a] - **Exorreicas**: quando o escoamento das águas se faz de modo contínuo



**Figura 2 - C = Rios Consequentes S = Rios Subsequentes O = Rios Obsequentes R = Ressequentes**  
Fonte: Christofolletti (1974).

até o mar, isto é, quando as bacias desembocam diretamente no nível marinho.

[b] **Endorreicas:** quando as drenagens são internas e não possuem escoamento até o mar, desembocando em lagos ou perdendo-se em depressões.

[c] **Arreicas:** quando não há nenhuma estrutura em bacias hidrográficas, como nas áreas onde a precipitação é muito baixa, não definindo o padrão de drenagem, ou em áreas de atividades de dunas ativas.

[d] **Criptorreicas:** quando as bacias são subterrâneas, como nas áreas cársicas. A drenagem subterrânea acaba por surgir em fontes ou integrar-se em rios subterrâneos.

Os rios, individualmente, podem ser classificados em relação à inclinação das camadas geológicas de subsuperfície em:

[1] **Consequentes:** são aqueles cujo curso d'água foi determinado pela declividade da superfície do terreno, em geral coincidindo com a direção da camada geológica subjacente. Tais rios formam cursos d'água de lineamento reto em direção às baixadas, compondo uma drenagem paralela, típica dos solos latossolos.

[2] **Subsequentes:** são aqueles cuja direção de fluxo d'água é controlada pela estrutura das rochas, acompanhando sempre uma zona de fraqueza, como

uma falha, junta, camada rochosa delgada ou facilmente erodida. Nas áreas sedimentares, os fluxos de água correm perpendiculares à inclinação principal das camadas geológicas.

[3] **Obsequentes:** são aqueles que correm em sentido inverso à inclinação das camadas geológicas. Em geral, descem das escarpas ou cuestras até o rio subsequente.

[4] **Ressequentes:** são aqueles que fluem na mesma direção dos rios consequentes, mas nascem em nível mais baixo. Em geral, nascem no reverso da escarpas ou cuestras e fluem até desembocar em um rio subsequente.

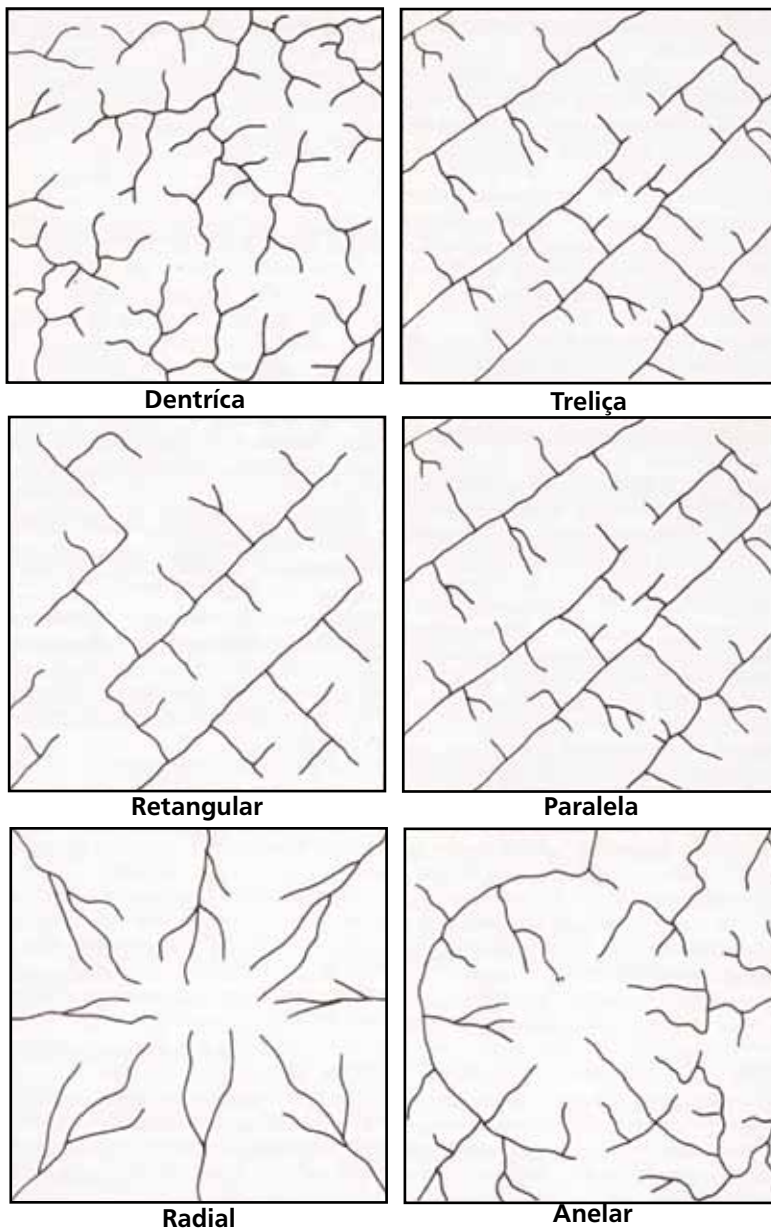
Utilizando-se do critério geométrico, da disposição fluvial sem nenhum sentido genético, restringimos aos tipos básicos dos padrões de drenagem que são:

[a] **Drenagem dendrítica:** também é designada como arborescente, porque em seu desenvolvimento assemelha-se à configuração de uma árvore. Utilizando desta imagem, a corrente fluvial principal (rio) corresponde ao tronco da árvore, os tributários aos seus ramos. Este padrão é típico das áreas de solos cristalinos. Da mesma maneira como nas árvores, os ramos formados pelo fluxo dos tributários distribuem-se em todas as direções, sobre a superfície do terreno, e se unem formando ângulos agudos de graduação variada, mas sem chegar nunca ao ângulo reto. É um padrão típico dos solos rasos da região semiárida.

[b] **Drenagem em treliça:** esse tipo de drenagem é composto por rios principais consequentes, correndo paralelamente, recebendo afluentes subsequentes que fluem em direção transversal aos primeiros; os subsequentes, por sua vez, recebem rios obsequentes. Em geral, as confluências realizam-se em ângulos retos. O padrão treliça é encontrado em estruturas sedimentares.

[c] **Drenagem retangular:** a configuração retangular é uma modificação da drenagem em treliça, caracterizado pelo aspecto ortogonal, devido às bruscas alterações retangulares no curso das correntes fluviais, tanto nas principais

**Pesqueiro**



A disposição espacial dos principais tipos de padrões de drenagem  
Figura 3 - Tipologia dos Padrões de Drenagem Segundo Christofolletti (1974)

como nas tributárias. Essa configuração é consequência da influência exercida por falhas geológicas ou pelo sistema de juntas ou diáclase ou fendas nas rochas.

[d] **Drenagem paralela:** a drenagem é denominada de paralela quando os cursos de água, sobre uma área considerável, ou em numerosos exemplos sucessivos, escoam quase paralelamente uns aos outros. Devido a essa disposição, também são denominados de “rabo de cavalo”. Esse tipo de drenagem localiza-se em áreas onde há presença de vertentes com declividades acentuadas ou onde existem controles estruturais, que motivam a ocorrência de espaçamento regular, quase paralelo, das correntes fluviais. É comum sua presença em áreas de falhas paralelas ou regiões com lineamentos topográficos paralelos. Este tipo pode ser encontrado em regiões de rios intermitentes, fluindo sobre material poroso e de lineamento aproximadamente retilíneo.

[e] **Drenagem radial:** apresenta-se composta por correntes fluviais que se encontram disposta como os raios de uma roda, em relação a um ponto central. Ela pode desenvolver-se sobre os mais variados embasamentos e estruturas. Duas configurações surgem como importantes:

- **Centrífuga** – quando as correntes são do tipo conseqüente e divergem a partir de um ponto ou área que se encontra em posição elevada, como as desenvolvidas em domos, morros isolados e em outros tipos de estruturas isoladas.
- **Centrípeta** – quando os rios convergem para um ponto ou área central, localizada em posição mais baixa, como as desenvolvidas em bacias sedimentares e depressões topográficas. A configuração centrípeta é comum e sua designação pode ser aplicada a um grande conjunto de disposição, em que a drenagem converge para um ponto comum.

[f] **Drenagem anelar:** esse padrão assemelha-se a anéis, comparado em seu desenvolvimento ao crescimento anual dos dendros de uma árvore. As drenagens anelares são típicas das áreas dômicas, profundamente entalhada em estruturas com camadas duras e frágeis. A drenagem acomoda-se aos afloramentos das rochas menos resistentes, originando cursos de água subsequentes, recebendo tributários obseqüentes e resseqüentes.

### 1.3.3 Características físicas das bacias, sub-bacias e microbacias hidrográficas

As características físicas de uma bacia, sub-bacia e/ou uma microbacia são elementos de grande importância em seu comportamento hidrológico. De fato, existe uma estreita correspondência entre o regime hidrológico e estes elementos, sendo, portanto, de grande utilidade prática, o conhecimento destes elementos, pois, ao estabelecerem-se relações e comparações entre eles e dados hidrológicos conhecidos, podem-se determinar, indiretamente, os valores hidrológicos em seções ou locais de interesse, nos quais faltam dados, ou em regiões em que, por causa de fatores de ordem física ou econômica, não seja possível a instalação de estação hidrométrica.

Pode-se dizer que estes elementos físicos constituem a mais conveniente probabilidade de se conhecer a variação no espaço dos elementos do regime hidrológico.

#### 1.3.3.1 Áreas de drenagem das bacias

A área de drenagem da bacia, sub-bacia ou microbacia é a área plana (projeção horizontal) inclusa entre seus divisores topográficos. A área da bacia é o elemento básico para o cálculo das outras características físicas.

[a] **Bacia Hidrográfica – (BH)** – é a área delimitada por um divisor de águas que drena as águas das chuvas por ravinas (grotas), canais e tributários, para um curso principal, com vazão efluente, convergindo para uma única saída e desaguando diretamente no mar. Essa feição quanto ao tamanho apresenta uma superfície maior que 3.000 km<sup>2</sup>. Segundo o manejo proposto por Rocha e Kurtz (2001).

[b] **Sub-bacia Hidrográfica – (SBH)** – o conceito é o mesmo de bacia hidrográfica, acrescido do enfoque de que o deságue se dá diretamente em outro rio. As sub-bacias hidrográficas têm dimensões superficiais que variam entre 200 a 3.000 km<sup>2</sup>. Essa área pode variar de região para região, dentro do



Estado e da cartografia de apoio utilizada.

[c] **Microbacia Hidrográfica** – (MBH) – O conceito é o mesmo de bacia hidrográfica, acrescido do deságue, se dá também em outro rio, porém a dimensão superficial da microbacia é menor que 200 km<sup>2</sup>.

Outros conceitos utilizados para Microbacia Hidrográficas (MBH):

[c1] **MBH – Conceito hidrológico** – é uma área de terra, delimitada pelos divisores de água, cujo sistema de drenagem converge para as partes mais baixas dela, ou seja, rios, lagoas, açudes, etc.

[c2] **MBH – Conceito estratégico** – é uma área de terra geograficamente delimitada pelos divisores de água, priorizada para ser a unidade de planejamento do espaço rural, selecionada por seus habitantes e proprietários para ser trabalhada de forma integrada, visando ao desenvolvimento ambiental, econômico e social no âmbito de um programa estadual.

[c3] **MBH – Conceito acadêmico** – é uma área da superfície terrestre, drenada por um rio principal e seus tributários, sendo limitada pelos divisores de água. É uma área definida topograficamente, drenada por um curso de água, ou um sistema conectado de cursos de água, tal que toda vazão efluente seja descarregada através de uma simples saída.

[c4] **MBH – Conceito geográfico/social** – é uma forma de organização local em que os moradores consideram os aspectos geográficos e hidrológicos, naturais do território em que vivem, para organizar-se.

As bacias maiores que 3.000 km<sup>2</sup>, para efeito de Planejamento integrado de bacias, deverão ser divididas em duas ou quantas sub-bacias forem necessárias. Sousa; Rezende e Fernandes (2005) destacam a sub-bacia como unidade básica de planejamento gestão sustentável para as atividades rurais. Os citados autores estabeleceram os conceitos de bacia e sub-bacia relacionando as ordens hierárquicas dentro de uma determinada malha de drenagem. Acrescentou, ainda, que o termo microbacia, embora muito difundido em âmbito nacional, constitui uma denominação empírica, imprópria e subjetiva.

A sub-bacia pode ser dividida em várias microbacias, assim como a micro-bacia pode ser dividida em minibacias e estas podem ser, em secções (parte da minibacia até o talvegue).

**Tabela 1 – Bacias Hidrográficas do Estado do Ceará e suas Sub-bacias e Microbacias**

Fonte: João Bosco de Oliveira. Dados de 2007.

Bacias Hidrográficas	Área em km <sup>2</sup>	Sub-bacias hidrográficas	Área média da sub-bacia*	Número de microbacias	Área média da microbacia*
Salgado	12.694	28	453,36	635	20
Alto Jaguaribe	24.899	22	1.131,77	1.245	20
M.Jaguaribe	11.123	10	1.112,30	556	20
Banabuiú	19.691	18	1.093,94	985	20
B.Jaguaribe	8.066	10	806,60	403	20
Metropolitana	14.910	16	931,88	746	20
Litorânea	8.489	7	1.212,71	424	20
Curu	8.764	10	876,40	438	20
Acaraú	14.326	10	1.432,60	716	20
Coreaú	10.832	9	1.203,55	542	20
Poti	16.836	11	1.530,55	842	20
Totais	150.630	151	997,54	7.532	20

(\*) – Área média da sub-bacia e microbacia expressa em km<sup>2</sup>. O cálculo da área média da microbacia foi efetuado, considerando 20 km<sup>2</sup> por microbacia, para quantificar o seu número por bacia hidrográfica.



**Foto 1 – Sub-bacia e Microbacia com seus Divisores de Águas, Vertentes e Tributários**  
Fonte: João Bosco de Oliveira.

## ASPECTOS CONCEITUAIS BÁSICOS

SUB-BACIA	TRIBUTÁRIO COMPONENTE DA SUB-BACIA	AÇUDE EXISTENTE	AÇUDES PREVISTOS	MUNICÍPIOS
1.	Riacho Jardim	-	Berê	Jardim / Jati
2.	Riacho Porteiras / Porcos	-	-	Porteiras / B. Santo
3.	Riachos dos Porcos	Atalho	-	Jati / B Santo
4.	Riacho Jenipapeiro	-	-	B. Santo / Milagres
5.	Riacho Jirau	-	Abaíara	Abaíara
6.	Riacho das Vargens	-	-	Missão Velha
7.	Riacho Correntinho/ Caras	Tomaz Osterne	-	Crato
8.	Riacho Salamanca	-	-	Barbalha/Juazeiro
9.	Riacho Caras	-	-	Crato / Juazeiro
10.	Riacho dos Carneiros	Manoel Balbino	-	Caririçu
11.	Riacho Batateiras	-	-	Crato / Juazeiro
12.	Riacho Caiçara	Cachoeira	-	Aurora
13.	Riacho São Lourenço / Rosário	Rosário	Riacho Meio	Grangeiro / Aurora
14.	Riacho Carrapateira	-	-	Granjeiro
15.	Riacho do Machado	Olho d' água	-	Várzea Alegre
16.	Riacho São Miguel	Ubaldinho	-	Cedro
17.	Riacho Tatajuba	Tatajuba	-	Icó
18.	Riacho Umari / São João	Lima Campos	-	Icó
19.	Riacho Capin Pubo	-	-	Icó
20.	Riacho do Caio Prado	-	-	Milagres
21.	Riacho Gameleira	-	Pombas	Umari
22.	Riacho Mamoeiro	-	Trapiá	Ipaumirim / Baixo
23.	Riacho Extrema	Extrema	-	Lavras
24.	Riacho Jetirama	-	-	Aurora
25.	Riacho Macacos / Cuncas	Prazeres	-	Barros
26.	Riacho Pará / Porcos	-	-	Milagres
27.	Riacho Umburana / Porcos	Gomes / Quixabinha	-	Mauriti
28.	Riacho Cana Brava	-	-	B. Santo

**Quadro 1 - Bacia Hidrográfica do Rio Salgado: Área 12.694 km<sup>2</sup>: Sub-Bacias Existentes: 28**

**Fonte:** João Bosco de Oliveira. Dados de 2007.

SUB-BACIA	TRIBUTÁRIO COMPONENTE DA SUB-BACIA	AÇUDE EXISTENTE	AÇUDES PREVISTOS	MUNICÍPIOS
1.	Riacho Carnaúba	-	-	Iguatu
2.	Riacho Muquém	Muquém	-	Cariús
3.	Riachos Cariús / Fortuna	-	Poço dos Paus	Cariús / Farias Brito
4.	Riacho Cangati	-	-	Iguatu
5.	Riachos Valério / Bastiões	Valério	Felipe	Altaneira / Tarrafas
6.	Rch. Brejinho / Salgadinho/ Bastiões	-	-	A. do Norte/Potengi
7.	Riachos S. Gonçalo/Miguel	Canoas	-	Assaré
8.	Riachos Conceição / Camboeiro	Poço da Pedra	S.Pedro Mamoeiro	C. Sales /Saboeiro
9.	Riacho Urubuzeiro / Catingueira	Benguê	-	Aiuaba
10.	Riacho Torto / Otti	-	Jucá	Parambu
11.	Riacho Puiú / Riachão	Parambu	-	Parambu
12.	Riachos Espírito Santo / Parambu	Espirito Santo	-	Parambu
13.	Riacho Trici	Trici	-	Tauá
14.	Riacho Carrapateira	Forquilha II / V. Bor	-	Tauá
15.	Riacho Favela	Favela	-	Tauá
16.	Riacho Muquém	Muquém	Arneiroz II	Arneiroz
17.	Riacho Condardo	Rivaldo Carvalho	-	Catarina
18.	Riacho Ererê / Trussu	Trussu	-	Iguatu
19.	Riacho Quincoé	Quincoé	-	Acopiara
20.	Riacho Faé	-	Faé	Quixelô
21.	Riacho Madeira Corta	-	-	Quixelô / Acopiara
22.	Riacho Maracajá	-	-	Orós

**Quadro 2 - Bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe: Área: 24.899 km<sup>2</sup>: Sub-Bacias Existentes: 22**

**Fonte:** João Bosco de Oliveira. Dados de 2007.

BACIAS HIDROGRÁFICAS  
ASPECTOS CONCEITUAIS, USO, MANEJO E PLANEJAMENTO

SUB-BACIA	TRIBUTÁRIO COMPONENTE DA SUB-BACIA	AÇUDE EXISTENTE	AÇUDES PREVISTOS	MUNICÍPIOS
1.	Riacho Córrego dos Fernandes	-	-	Fortim
2.	Riacho das Painelas	-	-	Palhano
3.	Riacho Escodeiro	-	-	Morada Nova
4.	Riacho Carnaúba / Barbada / Palhano	S Antônio de Russas	-	Russas
5.	Riacho Bananeira/ Riachinho	-	-	Russas
6.	Riacho Tabuleiro/Araribu/C.Grande	-	-	Russas
7.	Riacho dos Bodes / Lagoa da Salina	-	-	Tabuleiro do Norte
8.	Riacho São José / Córrego da Perereca	-	-	Jaguaruana
9.	Riacho Córrego do São Gonçalo	-	-	Itaíba
10.	Riacho Mata Fresca	-	-	Icapuí

**Quadro 3 - Bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe: Área: 8.066 km<sup>2</sup>: Sub-Bacias Existentes: 10**

Fonte: João Bosco de Oliveira. Dados de 2007.

SUB-BACIA	TRIBUTÁRIO COMPONENTE DA SUB-BACIA	AÇUDE EXISTENTE	AÇUDES PREVISTOS	MUNICÍPIOS
1.	Riacho Umburana	-	-	Beberibe
2.	Riacho Feijão/Juazeiro /Camara /Pirangi	Batente	Feijão	Ibaretama Beberibe
3.	Riachos das Almas/Riachão/Choró	Pompeu Sobrinho	-	Choró
		Pacajus	-	Pacajus
4.	Riachos Jacinto/Cangati	-	-	Canindé
5.	Riacho do Padre	-	-	Capistrano
6.	Riachos Pesqueiro /Salgadinho	Pesqueiro	-	Aratuba Capistrano
7.	Riachos Candeia/Susto/Aracoiaba	Aracoiaba	-	Aracoiaba
8.	Riacho Malcozinhado	Malcozinhado	-	Cascavel
9.	Riacho Catu Cinzento	Catucinzento	-	Aquiraz
10.	Riachos Coaçu/Sapiranga	-	-	Aquiraz
11.	Riacho Salgado/Acarape/Pacoti	Acarape, Pacoti	-	Redenção, Itaitinga
12.	Riacho Gavião / Cocó	Gavião	-	Euzébio
13.	Riacho Maranguape	-	Maranguape	Maranguape
14.	Riacho Ceará	-	-	Maranguape
15.	Riachos Juá/Cauhipe	Cauhipe	-	Caucaia
16.	Riacho Cruz/Anil/ São Gonçalo	Amanary/S. Novos	-	Caucaia
17.	Riacho dos Macacos	Macacos	-	Ibaretama

**Quadro 4 - Bacia Hidrográfica Metropolitana: Área: 14.910 km<sup>2</sup>: Sub-Bacias Existentes: 17**

Fonte: João Bosco de Oliveira. Dados de 2007.

SUB-BACIA	TRIBUTÁRIO COMPONENTE DA SUB-BACIA	AÇUDE EXISTENTE	AÇUDES PREVISTOS	MUNICÍPIOS
1.	Riacho Córrego da Baixa d água	-	-	Trairi
2.	Riachos Nazaré / Santana / Trairi	Trairi	-	Trairi
3.	Riacho Tamanduá	-	-	Trairi
4.	Riachos Deserto / Mundaú	Mundaú	-	Uruburetama
		Gameleira	-	Gameleira
5.	Riachos Gabriel / Mendes / Missi / Aracatiaçu	S. Aço Aracatiaçu	Missi	Irauçuba/Miraíma
		Patos	Aracatiaçu	Amontada
6.	Riachos dos Porcos /Aracatimirim	Timbaíba	Aracatimirim	Itarema
		Timbaíba	Raizes	Itarema
7.	Riachos Arca / Riachão	-	-	Itarema

**Quadro 5 - Bacia Hidrográfica Litorânea: Área: 8.489 km<sup>2</sup>: Sub-Bacias Existentes: 07**

Fonte: João Bosco de Oliveira. Dados de 2007.

SUB-BACIA	TRIBUTÁRIO COMPONENTE DA SUB-BACIA	AÇUDE EXISTENTE	AÇUDES PREVISTOS	MUNICÍPIOS
1.	Riacho Córrego do Jardim	-	-	Paracuru
2.	Riacho Melância	-	Melância	São Luís do Curu
3.	Riachos Mel / Salgado / Bom Sucesso / Capitão Mor	Trapiá I	-	Canindé
		Desterro	-	Caridade
4.	Riachos Furnas / Camarão / Siriema	-	-	Caridade/Canindé
5.	Riachos Bom Jesus / Longá	Caracas, Escoridão	-	Canindé

ASPECTOS CONCEITUAIS BÁSICOS

6.	Riachos Cachoeira Souza / Canindé	Souza	-	Canindé
		Salão	-	Canindé
7.	Riachos Salvação /Conceição / Curu	São Mateus	-	Canindé
8.	Riachos Paulo / Tejuçuoca	Gal. Sampaio	-	Gal. Sampaio
9.	Riachos Paulo / Tejuçuoca	Tejuçuoca	-	Tejuçuoca
		Jerimum	-	Irauçuba
10.	Riachos Itapajé / Caxitoré	Caxitoré	-	Pentecoste
		-	-	São Luís do Curu

**Quadro 6 - Bacia Hidrográfica do Rio Curu: Área: 8.764 km<sup>2</sup>: Sub-Bacias Existentes: 10**

**Fonte:** João Bosco de Oliveira. Dados de 2007.

SUB-BACIA	TRIBUTÁRIO COMPONENTE DA SUB-BACIA	AÇUDE EXISTENTE	AÇUDES PREVISTOS	MUNICÍPIOS
1.	Córrego Litorâneo	-	-	-
2.	Riacho das Araras	-	-	-
3.	Riachos Jucás / Novilhos	-	-	-
4.	Riachos Tanquinho/S. Vicente	São Vicente	-	S. do Acaraú
5.	Riachos Contendas / Acaraú Mirim	Acaraú Mirim	-	Massapê
6.	Riacho Gabriel	Mucambinho	-	Sobral
7.	Riacho Manganga	-	-	-
8.	Riachos Riachão/Papoco/Jaibara	Aires de Souza	-	Sobral
		Coriolando Souza	-	Pacujá
		Taquara	-	Mocambo
9.	Riacho Ipuzinho/Jatobá	Jatobá	-	Ipueiras
10.	Riacho do Curtume/Coronel/Acaraú	Farias de Souza	-	Nova Russas
		Aroeiras	-	Nova Russas
		Carão	-	Tamboril
		-	Irapuã	Nova Russas
11.	Riacho do Frade/Papagaio/Macacos	Carmina	Poço Comprido	Catunda / Sobral
12.	Riachos Jacurutu/Batoque/Groairas	Edson Queiroz	-	Santa Quitéria
13.	Tamanduá / Oficina/Madeiras	Arrebita	-	Forquilha
		Forquilha	-	Forquilha
14.	Riachos das Rolas / Fumo / Saco	-	-	Forquilha

**Quadro 7 - Bacia Hidrográfica do Rio Acaraú: Área: 14.326 km<sup>2</sup>: Sub-Bacias Existentes: 14**

**Fonte:** João Bosco de Oliveira. Dados de 2007.

SUB-BACIA	TRIBUTÁRIO COMPONENTE DA SUB-BACIA	AÇUDE EXISTENTE	AÇUDES PREVISTOS	MUNICÍPIOS
1.	Rch Dentro/Mourão/Paraguai/Poeira	-	-	-
2.	Riachos Inhandura / Pesqueiro	Premooca	-	Uruoca
		Tucunduba	-	Senador Sá
		Martinopole	-	Martinopole
		-	Inhandura	Senador Sá
3.	Riacho Jaguabari / Lagoinha	-	Jurema	Martinopole
		-	-	-
4.	Riachos Trapiá / Itapiranga / Coreaú	Pinga	-	Alcântara
		Trapiá III	-	Frecheirinha
5.	Riacho Jardim / Várzea da Volta / Boqueirão	Várzea da Volta	-	Moraújo
		Angico	-	Coreaú
		Diamante	-	Coreaú
		-	Campanário	Martinopole
6.	Rch Quatigoba / Itacolomi/Gangorra	Gangorra	-	Granja
		Itaúna	-	Granja
7.	Riacho Boqueirão Ubatuba	-	-	Chaval
8.	Rch.Remédio e Cangalha	-	-	Camocim
9.	Riacho Juazeiro /Jardim	-	-	Tianguá

**Quadro 8 - Bacia Hidrográfica do Rio Coreaú: Área: 10.832 km<sup>2</sup>: Sub-Bacias Existentes: 09**

**Fonte:** João Bosco de Oliveira. Dados de 2007.

BACIAS HIDROGRÁFICAS  
ASPECTOS CONCEITUAIS, USO, MANEJO E PLANEJAMENTO

SUB-BACIA	TRIBUTÁRIO COMPONENTE DA SUB-BACIA	AÇUDE EXISTENTE	AÇUDES PREVISTOS	MUNICÍPIOS
1.	Riacho Pirangi	-	-	-
2.	Riachos Gameleira / Catarina	-	-	-
3.	Pitombeira /Jaburu	Jaburu I	-	Tianguá
4.	Riacho Árabe	-	-	-
5.	Riachos Piau / Inhunçu / Macambira	-	Canindezinho	Croatá
		-	Lontras	Croatá
		-	Sítio	Croatá
		-	Gameleira	Porangi
		-	Carnaúba	Porangi
6.	Riacho Cap. Pequeno /Cavalos / Poti	Realejo	Fronteiras	Crateús
		Colina	-	Quiterianópolis
7.	Rch. Patos / Correntes / Dentro / Alto Poti	Flor do Campo	Alto Poti	Novo Oriente
		-	-	-
8.	Rch Vertentes/Soares/Lages/Sta. Luzia /Meio	Jaburu II	-	Independência
9.	Rch. Independência/Bom Princípio /Cupim	Barra Velha	-	Independência
		Cupim	-	Independência
10.	Riacho Tourão	-	-	Crateús
11.	Riachos Olho D' água/Jatobá/Casimiro	Sucesso	Diamante II	Ipaporanga

**Quadro 9 - Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba: Área: 16.830 km²: Sub-Bacias Existentes: 11**

Fonte: João Bosco de Oliveira. Dados de 2007.

SUB-BACIA	TRIBUTÁRIO COMPONENTE DA SUB-BACIA	AÇUDES EXISTENTE	AÇUDES PREVISTOS	MUNICÍPIOS
1	Riacho Tapuio / Lages	-	-	S.J. do Jaguaribe
2	Rch. Flores/Bonsucesso/Figueiredo	Madeiro	Figueiredo	Iracema/A. Santo
		Canafístula/Ema	-	Potiretama
3	Riacho Pitombeira /Umburana	-	-	Ererê
4	Riacho Velame/ São Caetano	Adauto Bezerra	-	Ererê
5	Riacho Angico	-	-	Pereiro
6	Riacho Boa Vista	-	-	Jaguaribe
7	Riacho Feiticeiro	Joaquim Tavora	-	Jaguaribe
8	Riacho Manoel / Lopes Porca Magra	Nova Floresta	-	-
9	Riacho do Sangue / Jenipapeiro	Rch. do Sangue	São Bernardo	Milhã/ Solonópole
		Jenipapeiro	Capitão Mor	Solonópole
10	Riacho das Pedras / Ferreira	-	-	Solonópole

**Quadro 10 - Bacia Hidrográfica do Médio Jaguaribe: Área: 12.694 km²: Sub-Bacia Existente: 10**

Fonte: João Bosco de Oliveira. Dados de 2007.

SUB- BACIA	TRIBUTÁRIO COMPONENTE DA SUB-BACIA	AÇUDES EXISTENTE	AÇUDES PREVISTOS	MUNICÍPIO
1	Riacho Curral Velho	Curral Velho	-	Morada Nova
2	Riacho Aroeira	-	-	Morada Nova
3	Riacho Tapuio	-	-	Morada Nova
4	Rch. Sítia Salgadinho Cavalos Uruquê	Cedro	-	Quixadá
		Pedras Brancas	-	Quixadá
5	Riacho Piraribu	Piraribu	-	Quixeramobim
6	Riacho Umari Teotônio Barricas	Queto	João Guerra	Madalena
7	Riacho Ipueiras	-	-	Quixeramobim
8	Sibiro	-	-	Quixeramobim
9	Rch. Conceição/Estreito/Quixeramobim	Mons. Tabosa	Conceição	Mons.Tabosa
		Fogareiro	-	Quixeramobim
		Quixeramobim	-	Quixeramobim
10	Riachos Capitão Mor / Barricas	Capitão Mor	-	Boa Viagem
		Vieira	-	Boa Viagem
11	Riacho Boa Vista	São José I	-	Quixeramobim
12	Riacho Forquilha / Alegre	-	-	Quixeramobim
13	Riacho Cachoeira / Capitão Mor / Patu	Capitão Mor I	-	Pedra Branca
		Trapia II	-	Pedra Branca
		Patu	-	Sen. Pompeu

14.	Riacho João Alves / Mosquito / Banabuiu	Serafim Dias	-	Mombaça
		Banabuiu	-	Banabuiu
15.	Riacho São Gonçalo	São José II	-	Piquet Carneiro
16.	Riacho Valentin / Pimenta	-	-	Banabuiu
17.	Riacho Santa Rosa	Cipoada	-	Morada Nova
18.	Riacho Livramento	Poço do Barro	-	Morada Nova

**Quadro 11- Bacia Hidrográfica do Rio Banabuiu: Área 19.691 km<sup>2</sup>: Sub-Bacias Existentes: 18**

Fonte: João Bosco de Oliveira. Dados de 2007.

## 1.4 Morfometria das Bacias e Escoamento Superficial

A forma da bacia hidrográfica tem grande importância no seu comportamento hidrológico. Uma bacia de forma arredondada permite que as águas de enxurradas se concentrem mais rapidamente em sua saída ou que ela seja atingida, ao mesmo tempo, por uma chuva forte, principalmente se for pequena. Já as bacias alongadas e estreitas se comportam de maneira inversa. Daí uma cidade ou vila, localizada na saída de uma bacia hidrográfica arredondada, ocorrer maior risco de inundações.

Outro aspecto importante é quanto ao número e distribuição dos cursos d'água na bacia hidrográfica, que têm forte atuação na maior ou menor rapidez com que as enxurradas são drenadas para fora da bacia, provocando consequências semelhantes às da forma.

A declividade também é um parâmetro importante no comportamento das bacias hidrográficas. Áreas com declividade elevada, acima de 50%, aceleram as enxurradas e dificultam a infiltração de água no solo, que um fenômeno dependente do tempo.

[a] **Forma da Bacia** – Há vários coeficientes que podem ser calculados para indicarem a forma da bacia. Dentre eles, pode-se citar o coeficiente de compacidade ou Índice  $K_c$  (*Gravelius*), que é a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia, ou seja:

$$K_c = \pi \cdot P / D$$

$K_c$  = Coeficiente de compacidade

$$\pi = 3,1416$$

$P$  = Perímetro da bacia (em metros ou quilômetros)

**D** = Diâmetro do círculo de área igual à da bacia (em metros ou quilômetros)

O valor **D** é dado:

$D = 1,128 \sqrt{A}$  onde  $A$  = área da bacia expressa em  $m^2$  ou  $km^2$

Voltando a formula de  $K_c$  tem-se:

$K_c = P / \pi \cdot 1,128 \sqrt{A}$  onde  $K_c = 0,28 \cdot P / \sqrt{A}$

Quanto mais próximo de 1 for o valor de  $K_c$ , mais arredondada será a bacia. Já números de  $K_c$  muito menores do que 1 indicara bacias estreitas e alongadas ou retangulares.

[b] **Fator Forma** –  $K_f$  – É a relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia. Mede-se o comprimento da bacia ( $L$ ) quando se segue o curso d'água desde a desembocadura até a cabeceira mais distante na bacia. A largura média é obtida quando se divide a área pelo comprimento da bacia.

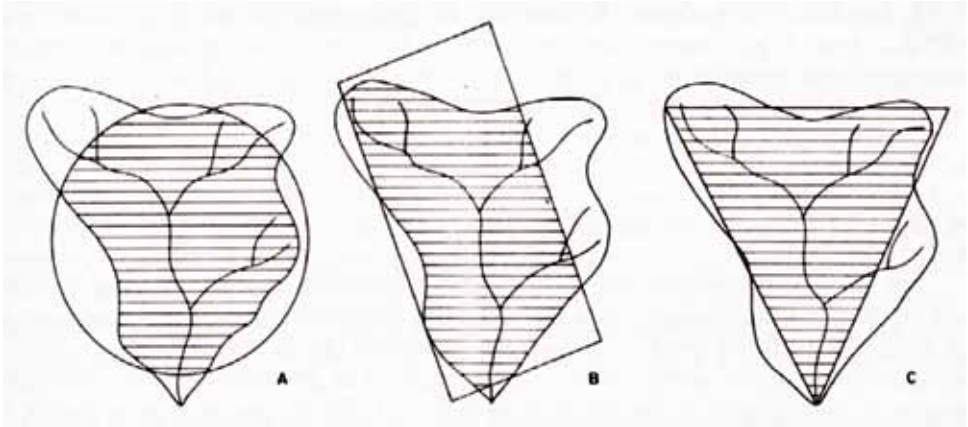
**$K_f = \text{Largura Média} / \text{Comprimento}$**

**$\text{Largura Média} = \text{Área da Bacia (A)} / \text{Comprimento (L)}$**

**$K_f = A / L^2$**

O fator de forma constitui outro índice indicativo da maior ou menor tendência para enchentes de uma bacia. Uma bacia com um fator de forma baixo é menos sujeita às enchentes que outra de mesmo tamanho, porém com maior fator de forma. Isso se deve ao fato de que numa bacia estreita e longa, com fator de forma baixo, há menos possibilidade de ocorrência de chuvas intensas cobrindo simultaneamente toda sua extensão. E, também, numa tal bacia a contribuição dos tributários atinge o curso d'água principal em vários pontos ao longo do mesmo, afastando-se, portanto, da condição ideal da bacia circular no item anterior, na qual a concentração de todo o deflúvio da bacia se dá num só ponto.





**Figura 4 – Formas das Bacias - A = Circular – B = Retangular – C = Triangular**  
**Fonte:** Christofolletti (1974).

## 1.5 Hierarquia Fluvial

A hierarquia fluvial consiste no processo de se estabelecer a classificação de determinado curso d'água ou da área drenada que lhe pertence no conjunto total da bacia hidrográfica, na qual se encontra. Isso é realizado com a função de facilitar e tornar mais objetivo os estudos morfométricos sobre as bacias hidrográficas.

Inicialmente, é importante salientar alguns conceitos empregados na análise hierárquica de bacias de drenagem, a saber:

[a] **Rede fluvial ou rede de canais** – é o padrão inter-relacionado de drenagem formado por um conjunto de rios em determinada área, a partir de qualquer número de nascentes até a desembocadura da referida rede;

[b] **Confluência** – é o lugar onde dois canais se encontram;

[c] **Nascentes** – de um rio é o lugar onde o mesmo se inicia (nos mapas é representado pelo começo da linha azul);

[c] **Segmento Fluvial** – é o trecho do rio ou canal ao longo do qual a ordem, que lhe é associada, permanece constante; e

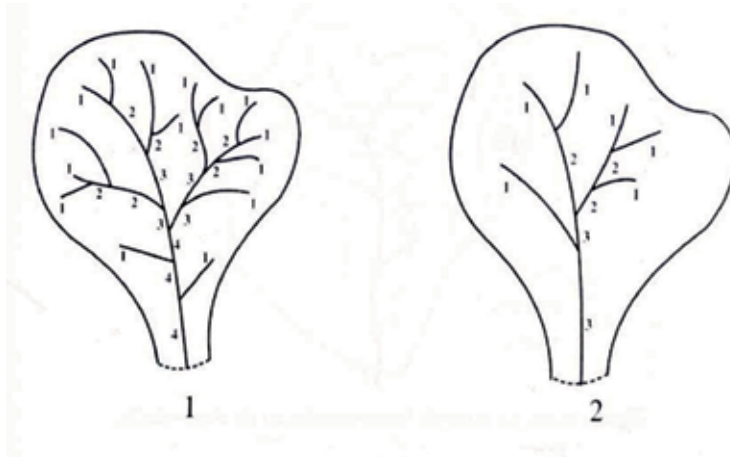
[d] **Rio Base** – de uma determinada rede de drenagem é o rio que recebe somente tributários de ordens mais baixas que a sua.

Horton e Strahler foram quem propuseram, de modo mais preciso, os critérios iniciais para a ordenação dos cursos de água. Desta forma teríamos:

- **Canais de primeira ordem** – são aqueles não possuem tributários;
- **Canais de segunda ordem** – são aqueles que somente recebem tributários de primeira ordem;
- **Canais de terceira ordem** – são aqueles que podem receber um ou mais tributários de segunda ordem, mas também podem receber afluentes de primeira ordem; e
- **Canais de quarta ordem** – são aqueles que recebem tributários de terceira ordem e, também, os de ordem inferior. E assim sucessivamente.

Todavia, na proposta de ordenação de Horton, o rio principal é consignado pelo mesmo número de ordem deste a sua nascente. Para se determinar qual é o afluente e qual o canal principal, a partir da última bifurcação, podem ser usadas as seguintes regras:

- Partindo da jusante da confluência, estender a linha do curso de água para montante, para além da bifurcação, seguindo a mesma direção. O canal confluyente que apresentar maior ângulo é o de ordem menor.
- Se ambos os cursos possuem o mesmo ângulo, o rio de menor extensão é geralmente designado como de ordem mais baixa.



**Figura 5 - Hierarquia Fluvial segundo Horton e Strahler**

Fonte: Valente e Gomes (2005).

## 1.6 Comprimento das Ravinas

As ravinas, aqui consideradas, são drenos naturais que surgem a partir da linha divisória de águas e fluem até aos sulcos e até a meia encosta aproximadamente. Geralmente, são efêmeros, só possuem água enquanto está chovendo. É nelas que surgem os processos de erosão. Desta maneira, o controle ou combate às erosões deve começar pelas ravinas.

O comprimento da vazão superficial é dado por:

$$C = L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n \text{ ou } C = \sum C_i$$

Onde:

$\sum C_i$  = Somatório das distâncias equidistantes desde a linha do divisor de águas ao primeiro afluente (canal ou riacho) na microbacia

$C$  = Comprimento das ravinas

$C$  = Corresponde ao somatório das equidistâncias da menor distância da linha divisória d'água ao início dos afluentes (canais ou riachos)

Para cada afluente é avaliado um ou mais valores de ( $L$ ). Devido ao fato das erosões iniciarem-se nas ravinas e o valor de  $L$  ir da linha divisora de águas

ao final das ravinas, pode-se concluir que:

Quanto maior for o valor de “C” maior será o perigo de erosão na microbacia.

## 1.7 Relação de Bifurcação

Ela foi definida como sendo a relação entre o número total de segmento de uma determinada ordem e o número total dos de ordem imediatamente superior. A expressão utilizada para o cálculo é representada como:

$$Rb = Nu / Nu + 1$$

Onde:

$Nu$  = é o numero de segmento de uma ordem

$Nu + 1$  = é o numero de segmento da ordem imediatamente superior

“Em uma bacia determinada, a soma dos números de canais de cada ordem forma uma série geométrica inversa, cujo primeiro termo é a unidade de primeira ordem e a razão é a relação de bifurcação”.

## 1.8 Densidade de Drenagem

A densidade de drenagem é obtida através da equação:

$$D = \Sigma L(R, C, T) / A$$

Onde:

$\Sigma L(R, C, T)$  = somatório dos comprimentos das ravinas (grotas), canais (riachos) e tributários (rios), na microbacia expressa em km

$A$  = área da microbacia expressa em ha

$D$  = densidade de drenagem

Comparando-se duas ou mais microbacias, podem-se calcular valores pequenos e grandes para a densidade de drenagem (D).

O valor D pequeno: significa a presença de rochas resistentes, ou solo muito permeável, ou cobertura vegetal densa, ou relevo suave.

O valor D grande: significa a presença de rochas pouco resistentes, ou solo impermeável, ou pequena cobertura vegetal, ou relevo acidentado.

Esses valores ajudam substancialmente no planejamento integrado de bacias, sub-bacias e microbacias hidrográficas.

## 1.9 Índice de Circularidade

O índice de circularidade é dado pela seguinte equação:

$$IC = A / A_c$$

Onde:

IC = Índice de circularidade

A = Área da microbacia em ha

$A_c$  = Área do círculo de perímetro igual ao do perímetro da microbacia considerada

**Área do Círculo:**  $S = \pi \cdot R^2 = A_c$

**Perímetro do Círculo**  $C = 2\pi R$

Isolando-se o R temos:

$R = C / 2\pi$  substituindo na equação da Área

$S = \pi \cdot (C / 2\pi)^2$

$S = \pi \cdot C^2 / 4\pi^2$

$S = C^2 / 4\pi = A_c$

O valor de A é fornecido em ha ou m<sup>2</sup> e o valor de C<sup>2</sup> em hm<sup>2</sup> ou m<sup>2</sup>. O valor de IC é um valor adimensional. Quando o valor máximo para IC é 1; neste caso, a microbacia terá a forma circular.

Conclusão: quanto maior for o valor de IC (comparado entre microbacias), mais próxima estará a microbacia da forma circular e maior será o perigo de

enchentes (maior concentração de água no tributário principal, quando se tem chuva intensa cobrindo a sua extensão). Essas microbacias deverão ter maior cobertura vegetal e conservação de solo.

## 1.10 Declividade Média da Microbacia

A magnitude dos picos de enchentes e infiltração de água, trazendo consequência de maior ou menor grau de erosão, depende da declividade média da microbacia (que determina maior ou menor velocidade de escoamento da água superficial), associada à cobertura vegetal, tipo de solo e tipo de uso da terra.

A declividade média da microbacia é dada pela equação:

$$H = \Sigma LCN \times \Delta h / A \times 100$$

Onde:

**H** = Declividade média, em %.

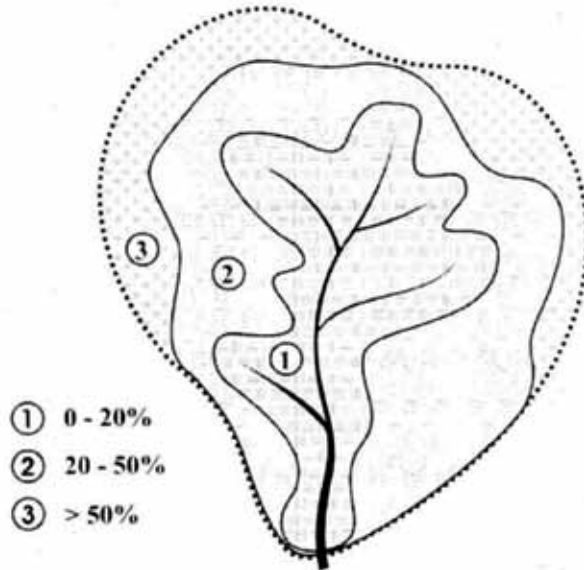
**$\Sigma LCN$**  = Somatório dos comprimentos de todas as curvas de nível na microbacia mapeada expressa em hm ou m

**A** = Área da microbacia dada em ha ou m<sup>2</sup>

**$\Delta h$**  = Equidistância entre as curvas de nível dada em hm ou m

Normalmente  $\Delta h$  é igual a 20 metros quando se utiliza cartas de 01h50min. 000 e 40 metros para cartas de 1:100.000.

O valor H será adimensional, sendo o valor da declividade média da microbacia dada em % ou seja, H x 100.



**Figura 6 – Divisão de Bacia Hidrográfica em Classes de Declividade**  
 Fonte: Valente e Gomes (2005).

## 1.11 Coeficiente de Rugosidade

O coeficiente de rugosidade (*Ruggdensess Number – RN*), segundo o Método Sicco Smith é um parâmetro que direciona o uso potencial da terra com relação às suas características para agricultura, pecuária ou florestamentos. (ROCHA; KURTZ, 2001).

Os RN, comparados com o uso da terra, determinam as áreas de conflitos nas microbacias. O coeficiente de rugosidade é dado por:

$$RN = D \times H$$

Onde:

**D** = Densidade de drenagem da microbacia.

**H** = Declividade média da microbacia.

O produto  $D \times H$  mostra, nitidamente, que quanto maior for o valor do

RN, maior será o perigo de erosão na microbacia. O RN é adimensional.

Sicco Smith, autor deste método, classificou quatro classes para os RN. As classes estabelecidas foram:

**A** – Solos apropriados para agricultura – menor valor de RN

**B** – Solos apropriados para pastagens (pecuária)

**C** – Solos apropriados para pastagem/florestamento

**D** – Solos apropriados para florestamentos – maior valor de RN

Para se caracterizar o uso potencial da terra, são calculados, nas microbacias os elementos: amplitude e intervalo.

Para se compreender melhor a definição das classes de RN, tomam-se, como base, os valores fictícios.

**Tabela 2 – Valores para o Cálculo do Coeficiente de Rugosidade em Microbacia**

Microbacia – número	RN	Valores encontrados*
1	2	A
2	3	A
3	4	A
4	5	B
5	6	B
6	8	C
7	12	D

Fonte: Valente e Gomes (2005).

\* - Valores provenientes do quadro de análise. (Tabela 3).

**Amplitude** = o maior intervalo do RN – o menor valor do RN

Onde temos:

$A = 12 - 2 = 10$  e o Intervalo “I” =  $A / 4 = 2,5$  onde o denominador 4 representa o número de classes (A, B, C, D).



Classes	Intervalo de Domínio valor (RN)	Uso	Valores Encontrados
A	$2 + 2,5 = 4,5$	Agricultura (A)	3 RN. -3 MBH para (A)
B	$4,6 + 2,5 = 7,1$	Pecuária (B)	2 RN. -2 MBH para (B)
C	$7,2 + 2,5 = 9,7$	Pec./Floresta (C)	1 RN. -1 MBH para (C)
D	9,8 a 12	Floresta (D)	1 RN. -1 MBH para (D)

**Tabela 3 – Quadro de Análise do Coeficiente de Rugosidade**

Fonte: Valente e Gomes (2005).

## 1.12 Tempo de Concentração

Definido por Swami e Mattos (1975) como sendo o tempo que a chuva, que cai no ponto mais distante da secção considerada de uma bacia, leva para atingir esta secção. Ou seja, mede o tempo para que toda a bacia contribua para o escoamento superficial na secção considerada, a partir do início da chuva.

O tempo de concentração pode ser estimado de diferentes maneiras. Neste trabalho, busca aplicar a fórmula proposta por Giandotti, que apresentamos a seguir:

$$TC = 4.\sqrt{A} + 1,5.Lw / 0,8.\sqrt{Hm - Ho}$$

Onde:

Tc = Tempo de concentração em (horas)

A = Área da bacia em (km<sup>2</sup>)

Lw = Comprimento do talvegue em (km)

Hm = Altitude média em (m)

# **A Microbacia Como Unidade de Intervenção** 2

---

---

## 2 A MICROBACIA COMO UNIDADE DE INTERVENÇÃO

### 2.1 Considerações Gerais

O desenvolvimento moderno da agricultura no Estado do Ceará, ocorrido nos últimos anos, não eliminou a forma predatória de uso dos recursos naturais. Se anteriormente a ausência da tecnologia era responsável pela a degradação do solo, gerando uma produção itinerante, hoje, além destas razões, a própria tecnologia, ao procurar a busca do aumento da produção, gera problemas muito graves, no que concerne à erosão hídrica, associado ao manejo inadequado do solo e da água, levando, ao longo do tempo, a uma situação de degradação, com certo grau de intensidade no meio ambiente nas zonas rurais das bacias hidrográficas, comprometendo os recursos hídricos, a flora e a fauna.

Em busca de uma melhor sobrevivência, a ação antrópica do homem rurícola, na maioria das vezes de forma inconsciente, tem aumentado o processo de degradação ambiental com sérias consequências na produção do setor agrícola e nos recursos hídricos.

Pesquisas e estudos realizados demonstraram que as atividades agrícolas e pecuárias devem, cada vez mais, a dinâmica das águas dentro da filosofia de Microbacias Hidrográficas (MBH) e racionalizando a adoção de práticas de manejo e conservação nas atividades agropecuária, de modo a não afetar a capacidade de uso do solo, como também a qualidade da águas, com repercussões sobre a produção agrícola e o meio ambiente.

No processo de seleção e escolha das MBH, carecem de certas informações com a finalidade de ressaltar a importância dessa unidade natural de intervenção, além de ser um espaço privilegiado para a gestão dos recursos naturais e a implementação de políticas públicas de manejo e conservação do solo. Tais informações dizem respeito aos fenômenos, relacionados com os padrões de drenagem, e o escoamento superficial que nela fluem; a erosão hídrica do solo e as atividades agropecuárias, com principal destaque para suas

inter-relações e impactos sobre o solo, as águas, a flora e a fauna.

Para uma melhor compreensão, as MBH de uma determinada superfície de uma área territorial qualquer, funcionam como uma rede condutora de água pluvial, oriundas de precipitação na forma de chuvas e das águas fluviais que fluem sobre a malha de drenagem da área em questão. Por conseguinte, as MBH são unidades naturais cuja característica dominante é a dinâmica da água, traduzida pela sua energia potencial que pode ser utilizada pelo homem em perfeita convivência com a preservação e conservação dos recursos naturais.

Em relação ao seu tamanho, a microbacia tende ser homogênea, havendo uma similaridade quanto ao solo, água, vegetação, clima, população, com interesse comum e tipo de exploração agropecuária, e, conseqüentemente, problemas idênticos.

Desta maneira, a MBH é uma unidade básica de planejamento e de operação para o desenvolvimento de forma sustentável das atividades agrícolas neste espaço físico, permitindo um melhor uso, manejo e conservação do solo, dos recursos naturais concernentes à água, flora e à fauna, refletindo na organização social da população, habitante desta unidade territorial da bacia hidrográfica de uma região.

Segundo Fernandes e Souza (1994),

As abordagens de planejamento e gestão, que adotam a microbacia hidrográfica como unidade básica de trabalho, é mais adequada para compatibilizar a produção com a preservação ambiental; por serem unidades geográficas naturais (seus limites geográficos – os divisores de água – foram estabelecidos naturalmente), as microbacias hidrográficas possuem características biogeofísicas e sociais integradas.

Por conseguinte, para o desenvolvimento das atividades agropecuárias, a MBH deve ser vista como unidade básica do ecossistema para a implementação das ações de conservação do solo e da água, além de visar à preservação

ambiental. Sendo que o planejamento e a execução dos trabalhos realizados deverão ser, a partir da organização comunitária, locais com mesmo objetivo comum.

Dentre os efeitos benéficos, resultante dos impactos da implantação do modelo de gestão por meio das microbacias no semiárido cearense, destacamos:

- Reestruturação do sistema de produção da agricultura;
- introdução de técnicas e práticas modernas de produção;
- aumento da produção agrícola;
- organização da produção;
- melhoria da qualidade e disponibilidade de água;
- preservação da biodiversidade;
- conservação dos recursos naturais; e
- consciência educacional da importância da preservação do ambiente.

## **2.2 Concepções do Projeto de uma Microbacia**

O uso econômico e social do semiárido, em sua ocupação através da exploração da atividade agropecuária, em áreas concedidas desde o poder provincial até hoje, têm sido considerados como os principais responsáveis pela degradação ambiental do semiárido do Estado.

A elucidação das intervenções prioritárias para preservação, conservação e recuperação do bioma caatinga do Estado do Ceará deve ser considerado como a mais urgente, visto que é grande a área existente hoje, em estado de degradação (10,2 % da superfície do semiárido cearense). Com este processo torna-se perceptível em diversos municípios, tornando-se inadiáveis a adoção de medidas mitigadoras para o processo, visando impedir a evolução da degradação em solos erodidos ou ameaçados de desertificação.

As ações programadas, a partir de projetos de desenvolvimento hidroambiental dentro da MBH, seguido da execução de práticas e técnicas edafoclimáticas, fitotécnicas e, ainda, a diversificações dos sistemas de produção, compatível à realidade local. Nas microbacias hidrográficas, serão dados os primeiros passos para criação de atividades ambientais, capazes de sustentar espécies vegetais para o consumo humano e animal, além da recuperação dos solos e redução dos processos de erosão em que se desenvolva vegetação de porte arbustivo e arbóreo, cuja finalidade é a de recompor a vegetação, com o aumento da umidade e recuperação da temperatura, e induzir a funcionalidade natural do sistema ecológico no domínio das MBH.

Como um processo contínuo de execução integrada, a implementação também de projetos produtivos que agregam valor à matéria prima local (frutos, leite e derivados, carnes madeira e outros) e proporcionam o desenvolvimento dos núcleos de produção existentes em arranjos produtivos mais organizados e rentáveis, contribuindo para a efetividade das ações previstas para o uso sustentável da área da MBH através da garantia de outras fontes alternativas de renda e absorção da mão-de-obra excedente da atividade agrícola ou pecuária, assegurando, assim, aos nossos sucessores, um ambiente mais estável e com melhor qualidade de vida.

Objetivando a obtenção de maiores respostas do ponto de vista econômico e social com a conservação dos recursos naturais, as atividades serão realizadas nas áreas da MBH, integrando as ações dos programas e projetos dos órgãos governamentais nos âmbitos Federal, Estaduais e Municipais, de modo a permitir que as articulações, entre estes, venham a gerar efeitos, capazes de encadear o ambiente e as economias locais.

Nas áreas da MBH, a forma de atuação será em conjunto com os integrantes das comunidades, mediante a implementação de Unidades Demonstrativas (UD's) por meio das quais serão introduzidas todas as práticas e técnicas de intervenção, necessárias à conservação dos recursos naturais.

Nesse aspecto, a estratégia de concentrar e ampliar os investimentos em MBH configura-se como uma opção racional para obtenção de resultados rápidos, de grande impacto, sustentáveis e, ao mesmo tempo, possíveis de serem alcançados, com aplicação dos recursos disponíveis. As intervenções deverão ser realizadas a partir de critérios específicos, a serem definidos com uma programação prévia.

### **2.3 Caracterização da Microbacia**

As ações desenvolvidas nas MBH's vêm preencher os objetivos de proporcionar a sustentabilidade dos recursos naturais do Estado do Ceará. A implementação desses objetivos constituem-se em um processo de fundamental importância para redução dos impactos de natureza antrópica e ambiental.

Neste contexto, o grande fundamento das MBH's está na magnitude dos danos oriundos do uso e manejo do solo e da água de forma não-racional, a inadequação da aptidão agrícola e ambiental e sistemas de produção de baixo nível tecnológico. Desta maneira, é importante considerar as demandas diferenciadas de inovações tecnológicas, em particular nas microbacias, que apresentam uma heterogênea estrutura agrária.

Recuperar as nascentes das vertentes hidrográficas, objetivando a desaceleração dos processos erosivos que ocorrem durante a quadra invernal, é uma intervenção que reflete diretamente na redução do assoreamento riachos, rios e reservatório, acumulando quantidades significativas de sedimentos liberados pelos solos à montante das vertentes da MBH's. Estas intervenções reduzem de maneira considerável as perdas de solos. Tais materiais, associados ao material inerte de natureza orgânica disponíveis, introduzido de forma sazonal, poderão ser retidos por meio de construção de um sistema de barragens, sucessivas de pedras, arrumadas em forma de arco romano, escalonados dentro da malha de drenagem da microbacias. O sedimento acumulado em cada uma destas barragens quando localizado em área sob a proteção da cobertura vegetal nativa atual, permitirá recomposição das espécies nativas de porte herbáceo, arbustiva e arbórea, que compõem a biodiversidade no domínio da caatinga.

Nas áreas onde se evidencia a presença de faixas aluviais, deverão ser executadas as barragens subterrâneas, de modo a permitir uma maior disponibilidade de água durante o período seco, por meio de poço implantado no eixo desta estrutura hídrica. Esta obra permitirá, ainda, o desenvolvimento de um substrato úmido capaz de permitir a sustentação de espécies vegetais de consumo humano e também para nutrição animal, além de proporcionar surgimento de indivíduos de porte herbáceo, arbustivo e arbóreo, recompondo gradativamente a vegetação ciliar com espécies locais nativas, típica da região semiárida, podendo ainda contribuir para a formação de um microclima ribeirinho.

Outro tipo de obra, que poderá ser executado nesta ambiência de uma MBH, são os cordões de pedra em contorno ou sistema de terraço base estreita, que se constituem um recurso importante, sobretudo para os solos da ordem dos luviosolos, principalmente nas unidades de solos rasos com pavimentação desértica na superfície em que os cordões de pedra tornam-se bastante eficientes. Esta característica é bastante comum em áreas cultivadas dos sertões semiáridos cearenses. Ambas as estruturas, acima descritas, são construídas segundo as niveladas básicas, locadas sobre a superfície do terreno, objetivando a retenção de água e de solo removido pelo processo erosivo, diminuindo as perdas de macro e micronutrientes e da matéria orgânica, a partir de escoamentos superficiais do solo desnudo.

A estrutura de caráter hidroambientais mencionada permitirá mitigar os efeitos da estiagem e do processo de degradação ambiental na área de influência da MBH. Tais intervenções proporcionarão uma melhor ocupação do solo por parte dos moradores das comunidades, existentes dentro da área da MBH.

Por meio da difusão e introdução de novas técnicas e práticas fitoedáficas (terraços de formas variadas, quebra ventos e outros), aliados às diversas práticas de manejo de solo e água, (métodos de lavoura seca ou *dry farming*, plantio direto, cobertura morta e outros) adaptados às condições locais das MBH's, quando implantados proporcionam maior estabilidade aos sistemas produtivos



locais, reduzindo, desta forma, os sistemas produtivos itinerantes, além de motivar melhores e maiores respostas econômicas, em relação às variabilidades climáticas regionais e locais (estiagens).

Finalizando, com os projetos das MBH's, voltados para as organizações através dos arranjos produtivos com adoção de novas tecnologia e agregação de valores na transformação e beneficiamento da matéria prima local, resultarão, conseqüentemente, na ampliação e desenvolvimento da economia local, com o devido respeito ao meio ambiente.

## **2.4 Objetivos**

A exploração econômica racional e a conservação ambiental são os principais objetivos a serem alcançados, mas sem perder de vista os objetivos socioeconômicos necessários à garantia da sustentabilidade do meio em questão. Por conseguinte, os trabalhos a serem desenvolvidos nas MBH's envolvem todas as características biogeofísicas e sociais integradas, com o fito de se obter os maiores e melhores resultados econômicos e sociais, sem estabelecer a degradação dos recursos naturais.

As intervenções devem ser sempre planejadas e executadas de forma conjunta pelos produtores rurais e agentes do governo municipais, do poder estadual e outras entidades, públicas ou privadas, que tenham relações com a proposta da MBH's.

### **2.4.1 Objetivo geral**

Estimular e despertar uma consciência conservacionista e ambiental para o uso e manejo adequado dos recursos naturais (solo, água, flora e fauna), de modo que se obtenha o máximo de benefício, de maneira contínua.

## 2.4.2 Objetivos específicos

- Contribuir para efetuar a conscientização das comunidades existente na área de cada MBH, sobre o manejo e a conservação dos recursos naturais, como requisito básico para o desenvolvimento rural sustentável;
- efetuar a restauração da mata ciliar ao longo dos cursos d'água e nas áreas de topo de morros;
- efetuar a proteção em torno dos mananciais e nas cabeceiras das nascentes, por meio do melhoramento e conservando a quantidade e qualidade dos recursos hídricos;
- promover a recuperação dos solos cultivados em avançado estado de degradação, mediante o manejo e uso sustentável dos recursos naturais, utilizando novas tecnologias alternativas efetuadas e viáveis aos arranjos produtivos locais;
- promover o fortalecimento das formas organizacionais dos produtores rurais, garantindo a continuidade das ações nas áreas de intervenções da MBH; e
- realizar e estabelecer um plano de capacitação dos produtores rurais residentes nas áreas da MBH, sobre a importância do uso e gestão dos recursos naturais.



# Aspectos Metodológicos 3

---

---

### 3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

No âmbito das MBH's, os atores principais são as prefeituras municipais, os CMDS, liderança locais, sindicatos rurais, escritórios regionais de secretaria estaduais, empresas públicas (EMATERCE), ONG 's e os diversos representantes ativos da sociedade civil, capazes de contribuir com os objetivos do projeto.

Dentro de uma estratégia metodológica, a legitimação e a participação ativa de todos os atores que possam intervir nas áreas da MBH's, tanto no planejamento como na execução das ações, mostram-se fundamentais para conseguir uma maior sustentabilidade e garantia de um impacto agroecológico significativo. Por conseguinte, o processo participativo torna-se extremamente importante para o desenvolvimento de um projeto de microbacia hidrográfica.

O impacto que se deseja sobre o solo e o meio ambiente, nas áreas de intervenção, dependem da possibilidade de efetuar a introdução e manutenção de um grande número de medidas conservacionistas e ambientais. As obras de caráter hídrico e edáfico não podem oferecer um impacto suficientemente significativo de imediato e, sim, após um determinado tempo com a intervenção das forças ativas da natureza, visto que precisam ser acompanhadas de ações complementares conservacionistas e tecnológicas dos sistemas de arranjos produtivos, de forma concomitante.

Neste contexto, são de fundamental importância a participação e a cooperação dos produtores rurais, objetivando mudar o comportamento e efetuar adoções de tecnologias compatíveis ao meio físico local, requerendo todo um processo de conscientização e aprendizagem. Como estratégia geral de atuação, será adotado os seguintes procedimentos:

- Envolver a sociedade civil, tendo como parceiros os Conselhos Municipais de Desenvolvimento Rural, que terão participação ativa na seleção da MBH, do município a ser trabalhada;
- discutir com a comunidade os problemas e fatores limitantes da microbacia, a partir de um diagnóstico participativo, baseado

em instrumento técnico como uma diagnose socioeconômica, levantamento planialtimétrico e o mapeamento geoagroambiental;

- definir, com a participação das comunidades existentes dentro da área da microbacia, as intervenções a serem desenvolvidas, além das responsabilidades de cada um dos envolvidos no processo de execução dessas ações;
- mobilizar as comunidades existentes nas MBH's mediante a utilização dos instrumentos disponibilizados pelo projeto e, quando necessário, buscar por intermédio de outros agentes financeiros que tenham interesse nas ações desenvolvidas pelo projeto;
- organizar e fortalecer as formas organizacionais de produtores rurais já existentes objetivando facilitar a implementação das ações e assegurando a continuidade das mesmas.



# **Componentes Técnicos**

# **das Microbacias**

# **4**

---

---



## 4 COMPONENTES TÉCNICOS DAS MICROBACIAS

Para uma melhor integração das ações a serem implementadas no projeto executivo de uma microbacia, estas ações serão compostas por quatro componentes principais, a saber:

### 4.1 Organização Rural

#### [a] Objetivos

Estabelecer o fortalecimento das organizações rurais de produtores, objetivando promover e assegurar a transparência, a descentralização e eficácia das ações implementadas no projeto, garantindo, desta forma, a continuidade das ações propostas.

#### [b] Metodologia

O princípio que aciona todo o processo de trabalho de uma MBH é traduzido pela adesão consciente dos produtores rurais e no diálogo permanente entre os representantes da comunidade e as entidades públicas municipais e estaduais que atuam na área de influência da MBH.

Nesta metodologia proposta, dois pressupostos básicos destacam como elementos imprescindíveis: o respeito mútuo, entre os vários atores sociais (usuários da MBH, a sociedade civil e o poder público), e o diálogo permanente como premissa para se atingir os objetivos, fundamentado no conhecimento técnico da área.

O processo de sustentação à organização dos produtores será efetivado a partir da articulação entre as organizações e os vários atores que atuam na área, por meio da compreensão sobre o que sejam as atividades/ações das MBH's.

A forma de proceder à legitimação e à participação ativa de todos os atores, nas etapas do planejamento e na execução, é fundamental para se ter uma sustentabilidade das ações previstas e para garantir um impacto socioeconômico

e agroecológico significativo. Para que isto ocorra, as comunidades rurais previamente organizadas deverão:

- Proceder com a definição quanto à sua adesão ao projeto da MBH e dele participarem coletivamente;
- assumir compromissos e responsabilidades de interesse de todos;
- efetuar contribuição para a formulação de propostas de intervenção, durante a elaboração do plano conservacionista estratégico para o manejo da MBH; e
- participar da definição e da seleção de prioridades e de suas efetivas participações.

#### **[c] Operacionalização**

- Efetuar a capacitação de técnicos executores para agilizar os processos de mobilização e organização comunitária;
- proceder à identificação das organizações locais existentes e sua formalização, a partir dos interesses dos produtores rurais;
- estabelecer a divisão de responsabilidade entre todos os membros da organização de produtores, objetivando sua participação; e
- efetuar o fortalecimento das organizações formalizadas, por meio do treinamento de seus membros.

#### **[d] Atividades**

- Capacitação da equipe técnica;
- identificação das comunidades;
- mobilização das comunidades;
- fortalecimento das comunidades; e
- elaboração do plano anual.

## 4.2 Mapeamentos Agroecológicos

### [a] Objetivo

Este componente visa fornecer informações técnicas georeferenciadas, plotadas em cartas na escala de 1:25.000 ao nível de semidetalhe, de conformidade com as normas indicadas pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS) e o Serviço Nacional de Levantamento Classificação de Solo do SNLCS/EMBRAPA, de modo a proporcionar a formação de um banco de dados espacial e cadastral. Tais informações básicas são imprescindíveis na etapa de avaliação do marco zero.

### [b] Resultados esperados através do uso destes dados cartográficos

Estas informações permitirão à equipe técnica:

- Planejamento estratégico da área da microbacia;
- identificação e seleção priorização das áreas a serem restauradas;
- estabelecer a localização das obras previstas, práticas e técnicas de conservação do solo, água e vegetação a serem implementadas e
- permitir uma melhor planificação da assistência técnica e extensão rural.

### [c] Atividades

Com base no resultado esperados, torna-se necessário implementar:

- Disponibilizar todo acervo cartográfico disponível às instituições, envolvidas no projeto da MBH, e a outros atores participantes;
- promover a capacitação dos técnicos executores do projeto da MBH; e
- fornecer instrumentos básicos para a execução das ações propostas.

#### **[d] Mapas básicos**

- Dispor da carta de 1:100.000 da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), para localização do município e da área da MBH, em relação ao território estadual, além de sua difusão demográfica;
- elaboração de um mapa com informações planimétrica e altimétrica, contendo a hidrografia, relevo e a rede viária local na escala de semidetalhe, ou seja, 1: 25.000;
- elaborar um mapa pedológico, contendo cada classe de solo e de aptidão agrícola na escala de 1:25.000, que subsidiará no planejamento conservacionista do uso e manejo do solo e da água;
- estabelecer um mapa, contemplando o uso atual e a cobertura vegetal da área da MBH, circunscrita pelos seus divisores de água, na escala de 1: 25.000;
- com base na carta planimétrica e altimétrica e nos dados climáticos estabelecer e locar a estrutura fundiária na área e sua aptidão agroclimática, visando visualizar as áreas críticas em relação às propriedades;
- estabelecer a dinâmica ambiental da MBH, através da identificação das suas vulnerabilidades, concernente ao solo, à água, à vegetação e ao relevo, além da degradação, decorrente dos níveis de pressão antrópica sobre a base de recursos naturais; e
- elaborar a carta de planejamento conservacionista, com base nas classes de capacidade de uso de cada propriedade rural, situada dentro de cada MBH.

N.B – Para viabilizar esta componente, deverão ser treinados, nos dois primeiros anos, os técnicos responsáveis pela execução do projeto da MBH, pelas empresas contratadas para elaboração do levantamento e cartografia da área da área em questão.

### 4.3 Assistência Técnica e Extensão Rural

Para alcançar os objetivos concernentes à assistência técnica para um projeto de MBH, é necessário estimular a participação da extensão rural, por meio de metodologias consistentes, tendo como premissas básicas as seguintes ações:

- Ter, sempre, em mente que a família rural é o recurso mais importante, valioso e decisivo para proceder às mudanças esperadas do desenvolvimento sustentável;
- estabelecer a priorização da capacitação da comunidade, de modo que esta esteja em condições de utilizar racionalmente as potencialidades dos seus meios físicos e compreender os possíveis impactos ambientais, econômicos e sociais a que estão sujeitas com a agricultura itinerante;
- priorizar processos que valorizam e esgotam as soluções que têm como base os recursos disponíveis na comunidade sobre aqueles que dependem de recursos e serviços externos, que nem sempre estão disponíveis no âmbito das comunidades;
- promover à eliminação das causas que originam os problemas e, se possível, de uma única vez, para que não seja necessário corrigir ano a ano as suas consequências;
- estabelecer preferencialmente as formas que visam privilegiar as tecnologias de processos e, posteriormente, a tecnologia de produto;
- priorizar as medidas preventivas, que, via de regra, são de baixo custo sobre as medidas corretivas de elevado custo.

#### [a] Objetivos

- Estabelecer junto aos produtores rurais e suas famílias uma consciência participativa, para a solução dos problemas que afetam a comunidade;
- promover junto aos produtores rurais, o desenvolvimento de uma consciência ambiental e de uma agricultura sustentável, por

intermédio do uso de um manejo adequado dos recursos naturais; e

- efetuar a contribuição para uma melhor conservação da cobertura vegetal nativa e melhoria da renda, do padrão de qualidade de vida das famílias rurais, pela eficiência e otimização do uso dos fatores de produção.

### **[b] Estratégia**

O serviço de assistência técnica extensão rural buscará e ampliará o seu enfoque, visualizando todo o contexto dos sistemas de produção, partindo da premissa que o produtor rural e sua família constituem-se parte integrante e ativa deste sistema. A MBH tem como objetivo central a participação mais ativa dos beneficiários, não apenas na fase do diagnóstico e planejamento, mas também na execução das ações, tendo como unidade espacial de trabalho a própria microbacia hidrográfica.

Para se obter e garantir resultados sustentáveis em longo prazo, a principal estratégia da extensão rural será a mobilização da comunidade, além da conscientização da racionalidade técnica das ações previstas para o projeto, bem como os impactos tecnológicos, socioeconômicos, como premissas fundamentais para manter e aperfeiçoar as atividades a serem desenvolvidas na área de ação da microbacia.

Para a execução das ações previstas no projeto, é indispensável que todo público, objeto das intervenções, seja capacitado, em particular, o futuro técnico executor, de modo que tenha sempre em vista as premissas, os objetivos e a racionalidade técnica do projeto.

### **[c] Atividades**

O desenvolvimento estratégico para implementação deste componente é composta por diversas atividades que estão descritas a seguir:

- Divulgação do Projeto

Para que um projeto de microbacia hidrográfica atinja seus objetivos e metas, é de fundamental importância a divulgação de seus propósitos previstos e de sua racionalidade técnica; que deverão atingir todas as comunidades rurais dentro da MBH, e outros setores regionais na sua área de influência. Esse processo de divulgação será efetivado mediante as metodologias usuais de extensão rural, tais como palestras, seminários, reuniões, dentre outros, e contará, ainda, com apoio das atividades de divulgação previstas.

- Diagnósticos e Planejamento da Microbacia

Tomando por base a componente contida no item – Mapeamento Agroecológico, nas informações socioeconômicas e nos dados oriundos do levantamento para definição do “marco zero”, o técnico executor, juntamente com a comunidade da microbacia, elaborará o diagnóstico socioeconômico e ambiental da MBH, a partir do qual serão planejadas. Como resultado deste planejamento, será elaborado o projeto técnico da microbacia e o plano de anual de trabalho onde constarão as demandas do ano em curso. Nesta etapa, a equipe de assistência técnica será responsável por toda orientação aos produtores na implementação dos projetos aprovados, bem como por ministrar os treinamentos técnicos específicos das práticas a serem executadas.

#### **4.4 Projeto de Manejo Biofísico de Conservação**

O Projeto de manejo biofísico de conservação em microbacias hidrográficas propõe a implementação de condições edáficas, hídricas e bióticas favoráveis à recuperação de áreas críticas e degradadas. Tais atividades podem ser exemplificadas através da contenção de sedimentos realizadas por intermédio das barragens sucessivas, implantadas nas vertentes dos relevos ondulados do semiárido. Essa estrutura estabelece um desenvolvimento escalonado, deixando, em cada ponto construído, um substrato sedimentado, criando uma reserva de umidade nos alvéolos gerados e permitindo a restauração da vegetação existente em sua área de influência. Essa temática leva à garantia da preservação e recuperação da biodiversidade.

As alternativas apresentadas neste projeto, para o manejo do solo, água e vegetação, incluem de forma prioritária medidas destinadas à organização e exploração racional da produção e conservação dos solos, vegetação e recursos hídricos nas MBH. Essas ações gerarão impactos positivos de médio e longo prazo tanto para o ambiente como para redução dos riscos de erosão hídrica, contenção de sedimentos, aumento da capacidade de armazenamento de água, recomposição da mata ciliar, recuperação de áreas degradadas, implantação de sistemas produtivos adequados à realidade e aumento da cobertura do solo. No que diz respeito à economia local, pelo aumento e recuperação da produtividade e organização da produção. Proverão, ainda, benefícios globais, pelo aumento tanto de áreas recuperadas como o aumento da biodiversidade e pelo incremento de espécies nativas nestas áreas das microbacias.

Em um projeto de manejo de MBH, a atividade de conservação do solo, da água e da vegetação, para sua viabilização, requer três componentes básicos, a saber, organização rural, mapeamento ambiental, assistência técnica e extensão rural. Esses componentes serão os responsáveis pela identificação e organização das comunidades até a elaboração de um plano de ação executivo, definindo as intervenções nas áreas pré-determinadas dentro das microbacia.

Para realização do projeto, as ações serão executadas pelo corpo técnico da extensão rural, em conjunto com os membros das comunidades, localizadas dentro da área de ação do presente projeto. As ações serão efetuadas pelas Unidades Demonstrativas (UD's) que, por meio dessa metodologia, poderão ser demonstradas todas as práticas preconizadas para a área do projeto. Com base nas UD's, outros métodos de extensão rural, tais como as visitas técnicas, excursões, treinamento dia de campo, dentre outros, serão realizados visando à conscientização do produtor rural.

De maneira geral, o uso adequado dos recursos naturais, dentro de uma filosofia de microbacia hidrográfica, requer a concepção de ações específicas, adequadas à realidade de cada área. Esse componente deverá exercer papel ativo na reestruturação de novos arranjos produtivos, em consonância com a conservação dos recursos naturais.



### **[a] Objetivos**

Efetuar a execução das obras hidroambientais e práticas de conservação do solo, da água e da vegetação nas áreas selecionadas pelo projeto.

### **[b] Objetivos específicos**

- Escolher e produzir sistemas de manejo e uso dos recursos naturais, em especial o solo e água, associados às adequadas condições socioeconômicas e aos aspectos relacionados com a hidrografia e outros componentes fisiográficos da área;
- exercer a função de polo irradiador de nova tecnologia e objeto de capacitação de recursos humanos;
- promover a diversificação e a integração das atividades agrosilvopastoris, visando diversificar a produção dentro da microbacia;
- restituir e preservar as condições físicas, químicas e microbiológicas do solo, da qualidade da água e da cobertura vegetal, por meio da adoção de práticas conservacionistas, ajustadas às condições da área;
- defender e restaurar as reservas das espécies nativas da caatinga, prioritariamente aquelas que compõem as matas ciliares e os cumes dos morros;
- tornar sensível o produtor rural para o fato de que sua propriedade fazer parte de unidade fisiográfica maior (a bacia hidrográfica), que o uso não-racional do solo, da água e da vegetação conduzirão a prejuízos para si próprio e para outros, dentro do sistema hidrológico;
- conscientizar e habituar os produtores a adotar práticas que não prejudiquem o equilíbrio ecológico.

### **[c] Requisitos técnicos**

Para que os objetivos sejam alcançados, serão usadas as seguintes estratégias técnicas:

- Uso de técnicas e práticas de manejo capaz de controlar o escoamento superficial, reduzindo desta forma os efeitos danosos da erosão hídrica;
- adoção de técnicas de manejo que proporcionem o aumento das taxas de infiltração de água do solo, no seu perfil, conseqüentemente o acréscimo da capacidade de armazenamento de água no solo;
- difundir tecnologias que proporcionem a proteção e o aumento da vegetação no solo, como forma de evitar a geração de sedimentos, cuja maior efeito danoso consiste em provocar assoreamento na rede de drenagem e reservatórios dentro da área da microbacia; e
- induzir a implementação de tecnologias de fomento à biodiversidade local, por meio de práticas de recuperação de áreas degradadas.

#### **[d] Metodologia de trabalho para elaboração do projeto técnico executivo**

O projeto técnico executivo deverá seguir os seguintes passos para sua realização:

**d1 – Revisão bibliográfica:** nas áreas concernentes à microbacia, nos aspectos:

- Fisiografia
- Geomorfologia
- Geologia
- Solo
- Vegetação
- Clima

**d2 – Setorização da microbacia e cálculo da área:** tendo como base:

- Folha topográfica (SUDENE – ESCALA – 1:100.000 – Estado Ceará)

**d3 – Ampliação da base cartográfica**

- Fototransferência - 1:40.000 para 1:25.000

**d4 – Seleção das Aerofotos – Fotoleitura – Fotoanálise – Fotointerpretação**

- Fisiografia – (Solos)
- Capacidade de uso – (Classe 1 a Classe 8 )
- Uso da Terra – (Caatinga – Capoeira – Reflorestamento – Campo – Culturas Anuais – Área com fruticultura e Área urbana).

**d5 – Legenda Fisiografia Preliminar**

**d6 – Checagem de Campo**

- Análise fisiográficas
- Atualização do uso da terra
- Correção das classes de declividade
- Coleta de amostras de solos

**d7 – Interpretação dos Resultados**

- Das análises dos solos
- Correção das manchas
- Geração dos conflitos de uso
- Geração dos dados climáticos
- Caracterização física da microbacia
- Legenda fisiográfica definitiva

### **d8- Geração dos mapas temáticos**

- Mapa planialtimétrico
- Mapa de uso da terra
- Mapa de aptidão de uso das terras
- Mapa hidrográfico / rodoviário
- Mapa de conflitos de uso das terras
- Mapa fisiográfico

### **[e] Informações básicas para o planejamento conservacionista da MBH**

#### **e1 – Antecedentes**

#### **e2 – Seleção e caracterização da microbacia hidrográficas**

#### **e3 – Sistema de produção predominantes**

- Propriedade rural
- Propriedade familiar
- Parceiros

#### **e4 – Diagnóstico da situação**

- Aspectos de clima
- Aspecto de solo
- Produção agrícola
- Produção pecuária
- Matas e cobertura vegetal

- Meio ambiente e poluição
- Força de trabalho na área da MBH
- Estrutura viária
- Serviços comunitários

#### **e5 – Proposta de ação**

- Aumento da cobertura vegetal
- Controle do escoamento superficial
- Melhoria da infraestrutura e dos meios de produção
- Validação de opções tecnológicas no âmbito das propriedades cooperadas

#### **e6 – Proposta para a MBH. – recomendações técnicas**

- Implementações das práticas conservacionistas
- Restauração de matas
- Manejo do solo
- Manutenção das práticas conservacionistas
- Manejo de implementos e maquinaria agrícola
- Outras recomendações

#### **[f] Atividades**

- Efetuar a implementação das Unidades Demonstrativas (UD's), visando à construção e adoção por parte dos produtores das obras de caráter hidroambientais;
- proporcionar a divulgação de tecnologias de manejo e conservação do solo e água;

- estabelecer e estimular a adoção, nas propriedades da área de ação, de tecnologias concernentes às áreas degradadas; e
- promover e incentivar a prática do reflorestamento de espécies nativas, em especial nas áreas referentes às zonas de nascentes e cursos d'água.

### **[g] Estratégia operacional**

A partir da seleção e da identificação da intervenção com a participação das comunidades envolvidas no processo, o técnico executor de forma participativa identificará e selecionará as áreas críticas em relação à degradação dos recursos naturais e elaborará o planejamento das intervenções, necessárias ao controle e a recuperação dos recursos naturais para o uso sustentável.

Para tanto, deverá priorizar:

- Áreas onde ocorram sinais de processos de degradação, em função do uso e manejo do solo de forma incorreta e, principalmente, aquelas com horizonte A, truncado pelo intenso desgaste provocado pelos processos de erosão laminar;
- áreas que necessitam de estabilização, dada a presença de ravinas ou voçorocas, além de outras formas de erosão severa;
- áreas em que são encontradas as nascentes dos rios e riachos e as zonas ribeirinha, onde ocorre desmatamento severo;
- áreas dentro da malha de drenagem natural, em que possam ocorrer riscos de assoreamento e/ou poluição de mananciais;
- áreas de pastagens em que se evidencia o uso do super pastoreio; e
- priorizar as áreas com maior superfície de vegetação primitiva e de preservação permanente.

Para o atendimento desses requisitos mencionados, é imprescindível, em primeiro lugar, motivar os produtores rurais, por meio de um programa que induza à educação ambiental, sensibilizando-os com a preservação do

meio físico, efetuando discussão das inter-relações e impacto de certas práticas agrícolas tradicionais, indutoras do processo erosivo.

Por fim, a realização da capacitação técnica, por meio de treinamentos específicos, e a utilização dos métodos adotados pela extensão rural, deverão ser aplicadas na busca de uma melhor conscientização no uso das tecnologias.

# **Práticas e Técnicas de Conservação do Solo e Água**

# 5





## 5 PRÁTICAS E TÉCNICAS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO E ÁGUA

### 5.1 Práticas Hidroambientais

#### **Barragens de contenção de sedimentos ou barragens sucessivas**

Consiste em uma estrutura de pedra solta arrumada em forma de cunha, distribuídas em um formato de arco romano, implantado regularmente na rede de drenagem de uma determinada microbacia. Esta obra tem como objetivo efetuar a retenção de sedimentos, gerados pelo o processo erosivo, à montante das áreas cultivadas em consequência do mau uso do solo e da cobertura vegetal. A implementação das barragens de pedras de forma sucessivas visa, entre outras finalidades:

- Promover o assoreamento, com a sedimentação gradativa dos leitos erodidos e rochosos dos pequenos cursos d'água dentro da rede de drenagem da microbacia;
- contribuir para redução da salinidade nos leitos dos riachos e promover, gradualmente, a fertilização dos sedimentos retidos entre uma obra e outra;
- proporcionar o ressurgimento espontâneo de diversas formas de vida vegetal e animal;
- prover uma disponibilidade de água para consumo animal, segundo uma distribuição temporal e espacial satisfatória, viabilizando o aproveitamento da produção vegetal da caatinga;
- promover nos terraços sedimentados, formados no fundo dos pequenos vales das microbacias, um substrato vegetal que, junto com a água disponível, permitirá uma exploração pecuária diversificada;
- no conjunto das barragens de contenção de sedimentos, a parte mais importante do processo de implantação das barragens, é correta o trinômio executivo: localização, amarração e marcação, antes de

iniciar-se a construção da obra;

- em qualquer caso, a escolha dos locais adequados à construção das barragens de pedras deve atender a algumas exigências fundamentais. A mais importante de todas as exigências é a que nos pontos eleitos para a localização das obras existam, caso a caso, condições mínimas de amarração das estruturas às margens do curso d'água. Além disso, no local de cada obra deve haver material adequado e em quantidade suficiente para atender às necessidades da construção.
- após a eleição do tributário (riacho) a ser trabalhado dentro da microbacia, a operação de construção deve ser executada sempre de jusante para montante.



**Foto 2 – Barragens de Contenção de Sedimentos**

**Fonte:** João Bosco de Oliveira e Socorro Liduina Carvalho Costa.

Para atender às necessidades de amarração estrutural, nas diferentes situações de execução da obra, devem ser eleitas as quatro maiores pedras, às margens do riacho a ser trabalhado, para que sirvam de pontos de ancoragem.

• **Barragens subterrâneas** – As barragens subterrâneas consistem na construção de um septo ou *cut of*. no depósito aluvial, com a finalidade de

impedir que a água nele acumulada continue a escoar durante o período de estiagem, a partir do local do eixo da barragem para a montante, isto é, na parte superior do sentido do fluxo do riacho, onde a água irá acumular. Enquanto isso, à jusante da barragem, ou seja, no sentido do baixo curso do riacho, o nível irá continuar baixando com o tempo. Desta forma, como resultado esperado, teremos a garantia de água e de um substrato úmido para o cultivo. Para sua localização, alguns critérios básicos deverão ser obedecidos, como sejam:

- **Aspectos sociais e demanda** – A primeira condição estabelecida é a importância que a obra irá desempenhar. Um investimento público numa obra que não desperte interesse da comunidade local não faz qualquer sentido. Portanto, é necessário verificar qual a demanda hídrica que a obra vai atender e que uso ou usos se espera da água a ser acumulada, quantas pessoas serão beneficiadas e se há um real interesse na sua construção, comprometendo-se o proprietário do terreno a conservá-la e explorar o máximo da sua disponibilidade, principalmente mediante o plantio de culturas adequadas.

- **Qualidade da água** – A água não deve possuir salinidade elevada, pois acarretaria no aumento da concentração de sais e prejudicaria o solo e as culturas nele implantadas. O ideal seria coletar uma amostra de água numa cacimba existente e a medição da sua condutividade elétrica, com um condutivímetro portátil. Na inexistência de um condutivímetro, pode-se experimentar (sem ingerir) um pouco d'água para verificar o seu sabor ao paladar (doce, amarga, salobra, salgada, etc.). Se não existir água no leito, em escavação ou em cacimba, devem-se consultar os moradores da região sobre a condição de uso da água, quando o riacho está “correndo”, se o homem aceita bem aquela água ou, em caso negativo, se os animais bebem da mesma. Outro elemento a observar é a existência de crostas de sal no depósito aluvial ou ainda a presença de determinadas gramíneas (para quem as conhece) que são típicas de água salgada.

- **Espessura do depósito aluvial** – Considerando que a evaporação alcança até 0.5 m de profundidade, o depósito aluvial deve possuir, na “calha

viva” do curso (rio ou riacho), pelo menos 1,5 m de espessura, para justificar a implantação de uma barragem subterrânea. Para se detectar a espessura do depósito, deve-se efetuar três sondagens, sendo uma calha viva e as outras, dispostas uma para cada lado, numa distância aproximadamente equidistante entre calha viva e as margens do depósito aluvial. Eventualmente, poderá vir a ser necessária a perfuração de um ou dois furos.

- **Constituição Granulométrica do Aluvião** – O aluvião deverá ser de constituição predominantemente arenosa, podendo conter alguma mistura com material fino (silte ou argila); porém deve haver nas amostras retiradas das sondagens, uma predominância de areias sobre as frações mais finas.



**Foto 3 – Modelo de Barragem Subterrânea**

**Fonte:** João Bosco de Oliveira.

- **Sistemática de localização da barragem subterrânea** - Apesar de simples, os estudos para localização e dimensionamento de uma barragem subterrânea não devem ser prescindidos, sob pena de malogro no resultado esperado. As atividades envolvidas no estudo, na ordem cronológica de

execução, são discriminadas a seguir:

#### **a) Levantamento de dados**

Essa atividade inicial prevê a escolha das comunidades mais carentes para o atendimento hídrico, a partir de intervenções de baixo custo e que não impliquem em acumulação de grandes volumes de água e elevados custos. Se o uso da água armazenada for também para a irrigação, devem ser observadas as condições de instalação de culturas irrigadas.

Os elementos a serem levantados, nessa etapa, são os dados demográficos mais atuais, sobretudo de demanda hídrica, relatórios socioeconômicos da região, relatórios hidrogeológicos, mapas topográficos e geológicos e, em especial as aerofotos.

#### **b) Fotointerpretação e análise de cartas topográficas**

A fotointerpretação geológica constitui uma atividade importante na pesquisa desses mananciais aluviais, pois permite detectar a existência dos depósitos aluviais, definem a sua geometria, delimitar e dimensionar a sua área, estabelecer as relações morfológicas entre a calha viva e os terraços aluviais, escolher os locais mais estreitos para a localização do eixo barrável com diminuição dos custos construtivos e, ainda, complementar as informações sobre as condições de atendimento à população circunvizinha.

A conjugação da fotointerpretação com a análise cartográfica permite definir as dimensões superficiais do depósito aluvial, bem como o dimensionamento da bacia hidrográfica, elementos esses de grande importância para os cálculos de reserva e recursos exploráveis, a serem efetuados no estudo.

#### **c) Reconhecimento de campo**

A visita de reconhecimento do local é imprescindível, pois muitos dos elementos do estudo não podem ser observados na fotointerpretação.

A morfologia do depósito aluvial, sobretudo a relação entre a calha menor ou calha viva e a calha maior, bem como os terraços aluviais que podem estar integrados ao depósito aluvial ou constituírem terraços suspensos, são aspectos de fundamental importância e que, muitas vezes, chegam a inviabilizar a construção da barragem. Outro elemento fundamental do estudo é a qualidade da água devendo, nessa visita, ser efetuada uma medição expedita da condutividade elétrica, por meio de um condutivímetro portátil.

Por outro lado, pode existir um depósito de boas características de potencialidade e qualidade da água, porém, com o nível da água já bem próximo à superfície ou mesmo aflorando, decorrente da existência de barramentos naturais (soleira do embasamento cristalino), ao longo do vale. Nesses casos, o barramento subterrâneo se torna desnecessário, devendo apenas ser recomendada a construção de poços rasos ou amazonas, tecnicamente bem construídos.

#### **d) Sondagens com ou sem geofísica**

As sondagens destinam-se a esclarecer a geometria e a natureza granulométrica dos aluviões. As amostras coletadas em cada furo são classificadas pelo técnico, devendo os furos ir até o embasamento rochoso, anotando-se ainda a profundidade em que se atingiu (quando ocorrer) o nível d'água. Assim, as sondagens têm como finalidade a identificação da composição granulométrica do depósito aluvial, a sua espessura e a profundidade do nível d'água, ou zona de saturação do depósito aluvial.

A detecção da profundidade do embasamento e conseqüentemente a espessura do depósito aluvial pode ser afetada de maneira mais precisa, por meio de métodos geofísicos (sísmico ou eletrorresistividade), desde que se efetue, paralelamente, a uma ou duas sondagens de aferição.

Em função das sondagens, é posicionado o local do eixo barrável, levando-se em conta a seção de menor largura e de menor profundidade; também é definido pelas sondagens o local onde perfurar um poço para ensaio.

### e) Coleta de água para análise físico-química e biológica

Durante o ensaio de bombeamento, preferencialmente, próximo ao seu término, deverá ser coletada uma amostra de 2 litros de água para realização de análise físico-química completa. O resultado da análise permitirá caracterizar hidro-quimicamente a água do depósito aluvial, classificando-a quanto à probabilidade e uso para irrigação.

No caso de não ter sido necessário realizar um ensaio de bombeamento, a coleta de água poderá ser efetuada num cacimbão existente na área aluvial ou numa escavação, executada na ocasião com a finalidade específica de coleta d'água.

Da água coletada, pode-se efetuar uma análise físico-química, ou ainda, no caso de se ter certa urgência na definição do local para execução imediata da barragem, pode-se simplesmente medir a condutividade elétrica da água, a partir de um condutivímetro portátil.

**Mata ciliar** – Consiste na revitalização do ambiente, caracterizado pela grande heterogeneidade de condições ecológicas, que atua na seletividade das espécies arbustivas e arbóreas. No semiárido esta vegetação ripária tem sofrido uma ação do homem de forma intensa. O regime de cheias dos rios e as oscilações do lençol freático exercem importante influência sobre o encharcamento do solo, afetando diretamente a vegetação, definindo as espécies que ocorrem em condições mais úmidas e as que são encontradas apenas nas áreas secas. O regime de inundação atua também no transporte de serrapilheira e, conseqüentemente na fertilidade de solo e na dispersão de sementes, variando de intensidade à medida que se afasta da margem do curso d'água. Como os rios e riachos presentes em nossa região, a vegetação é influenciada, ainda, pelo clima, topografia e pela formação florestal em que está inserida. Desta forma, uma grande heterogeneidade fisionômica florística e estrutural é encontrada nas matas ciliares.

Uma das situações mais comum, observada na prática, onde o rio é delimitado por um dique, sujeito a inundações temporárias, as áreas adjacentes ao dique e aquelas mais baixas são encharcadas permanentemente. Nestas condições de ambiência, ocorre uma seletividade de espécies, com capacidade de sobreviver por períodos variados de inundação e adaptadas a uma umidade maior do solo.

Determinadas espécies são peculiares destes ambientes, ou seja, só ocorrem em solos muito encharcados. À medida que se afasta do curso d'água e o terreno começa a apresentar declividade, torna-se menor a influência do regime de inundação na definição da vegetação, ou seja, há um gradiente de vegetação em resposta ao regime do lençol freático e das inundações do solo. Portanto, a topografia é também um fator determinante na influência da umidade do solo e na vegetação. Mesmo na inundação periódica e naquelas caracterizadas pelo encharcamento permanente do solo, como as matas de brejos, à medida que se afasta do rio, a vegetação torna-se menos adaptada à umidade do solo.

Via de regra, recomenda-se adotar os seguintes critérios básicos na seleção de espécies para recuperação de matas ciliares:

- Plantar espécies nativas com ocorrência em matas ciliares da região;
- plantar o maior número possível de espécies para gerar alta diversidade;
- utilizar combinação de espécies pioneiras de rápido crescimento junto com espécies não pioneiras (secundárias tardias e climáticas);
- plantar espécies atrativas à fauna; e
- respeitar a tolerância das espécies à umidade do solo, isto é plantar espécies adaptadas a cada condição de umidade do solo.

Na escolha de espécies a serem plantadas em áreas ciliares, é imprescindível levar em consideração a variação de umidade do solo nas margens dos cursos d'águas. Além das espécies frutíferas, as áreas ribeirinhas dos riachos e rios, nos solos aluviais, poderão ser florestadas, racionalmente, com inúmeras espécies



florestais de grande valor como: pau d'arco, angico, umburana, cedro, jatobá, pau branco, aroeira e angelim, respeitando, contudo, a faixa da mata ciliar que não deverá ser objeto de exploração.



**Foto 4 – Mata Ciliar**

**Fonte:** João Bosco de Oliveira

Nas regiões semiáridas, as matas ciliares podem ser classificadas em quatro categorias. Na primeira, enquadram-se as que formam galerias propriamente ditas, ladeando riachos e rios muito estreitos. Na segunda, as matas dos grandes e largos rios. Na terceira, as dos reservatórios, cuja oscilação do nível das águas é função da recarga dos mesmos. Na quarta, as matas ciliares dos lagos naturais pouco variáveis.

Segundo Bastos (1968), não são muitas as espécies botânicas, incluindo árvores e arbustos, que possam beneficiar as matas ciliares, atendendo às exigências alimentares dos animais silvestres com seus produtos: frutos e folhas forrageiras. Entretanto, não será difícil encontrar, nas matas existentes no Nordeste, espécies frondosas que, oferecendo abundante sombra, possam ser introduzidas nas matas ciliares, para enriquecê-las com mencionados recursos.

Entre as poucas espécies de árvores e arbustos, que podem enriquecer as matas ciliares, serão citadas as seguintes:

**ALMÉCEGA** (*Protium sp*) - da família Burseráceas, árvore frondosa com frutos comestíveis.

**ARATICUM** (*Arona sp*) - da família das Anonáceas, nome que engloba diversas variedades, não especificadas.

**ARAÇA** (*Psidium sp*) - da família das Mirtáceas, arbusto de baga redonda comestível.

**CAMBUCA** (*Rubachia glomerata*) - da família das Mirtáceas, árvore de pequeno porte com frutos de polpa rica em sulco e doce, que atrai insetos e é ótimo alimento para a fauna.

**CAJUEIRO** (*Anacardium occidentale Lin*) - da família das Anacardiáceas, árvore frondosa com frutos aquênio reniforme com pedúnculo carnoso, suculento e comestível.

**CAJAZEIRA** (*Spondia sp*) - da família das Anacardiáceas, árvore alta e frondosa no inverno, com fruto drupáceo comestível.

**CAMARÁ** (*Lantana sp*) - da família das Verbenáceas, arbusto de copa densa com frutos drupáceos comestíveis.

**CAMBOIM** (*Eugenia sp*) - da família das Mirtáceas, arbusto com copa densa.

**CANAFISTULA** (*Cássia fistula Linn*) - da família das Leguminosas Cesalpinóideas com folhas altamente de valor forrageiros.

**CARNAUBA** (*Copernicia cerifera Mart*) - da família das Palmáceas com fruto em bagas.

**COAÇU** (*Coccoloba cordifolia Meissn*) - da família das Poligonáceas.

Árvore de copa densa e folhas grandes com baga drupácea comestível.

**GOIABEIRA** (*Psidium guajava* Linn.) - da família das Mirtáceas com fruto em baga polpuda aromáticas comestível.

**ENXERTO DE PASSARINHO** (*Phoradendron SP*) - da família das Lorantáceas, com fruto em drupa, muito comestível pelos pássaros que deixam suas sementes nas árvores, pelas fezes, vivendo da seiva como parasita.

**GUABIRABA** (*Eugenia sp*) - da família das Mirtáceas. Arbusto de copa erecta com fruto em baga carnosa e alimentícia.

**INGÁ** (*Ingá sp*) - da família das Leguminosas Mimosoides com frutos pequenos e de pouca polpa, envolvendo as sementes. Dessa polpa, a fauna aquática se alimenta, quando a semente se desprende da vagem, ainda envolta com a mencionada polpa.

**JARAMATAIA** (*Vitex gardneriana Schau*) - da família das verbenáceas. Árvore em solos úmidos coluviais de textura arenosa, onde esta planta apresenta vasto sistema radicular profundo. Seu fruto é uma baga rósea.

**JUAZEIRO** (*Zizyphus joazeiro Mart*) - árvore da família das Ramináceas, sempre verde cujos frutos são comestíveis e as folhas forrageiras. Pode vegetar nos barrancos dos rios e riachos.

**MAMA DE CACHORRO** (*Vitex Pausheana Moldenke*) - árvore da família das Verbenáceas, árvore pouco frondosa, com fruto pequeno em drupa alimentícia.

**MURICI DA MATA** (*Byrsonima sp*) - da família das Malpiguiácea, árvore de grande porte e frondosa com fruto em drupa comestível.

**OITICICA** (*Licania rígida Benth*) - Planta da família das Rosáceas, árvore ribeirinha nos barrancos, muito frondosa, cuja copa, em forma de umbrela, proporciona grande refrigério para fauna silvestre e aquática.

**PAU POMBO** (*Tapirira guianensis Aubl*) - da família das Anacardiáceas com fruto drupáceo pequeno que, depois de cair na água e amolecer, servirá de alimento à fauna aquática.

**PITANGA** (*Eugenia sp.*) - da família das Mirtáceas com baga em gomos, aromática, com caroço redondo bem comestível.

**PUÇÁ** (*Cauwolfia ternifolia H.B.K*) - da família das Apocináceas, planta arbustiva com fruto drupáceo liso com bastante sulco e alimentício.

**QUIXABA** (*Bumelia sartorum Mart.*) - da família das Sapotáceas, árvore frondosa com baga comestível.

**ROSA TURQUIA** (*Parkinsonia aculeata Linn.*) - da família das Leguminosas Cesalpinióides, também denominada de Turco ou Cedro Bravo, com sementes dispostas em vagem linear, de alto valor alimentício para aves, caprinos e ovinos. Ocorre em terras úmidas e palustres.

**SABIÁ** (*Mimosa caesalpiniaefolia Benth*) - da família das Leguminosas Cesalpinióides, folhas altamente forrageiras, que podem servir de alimento à fauna aquática ao cair nas águas.

**TORÉM** (*Cecropia sp.*) - planta da família das Moráceas, também chamada de Umbauba ou Imbaúba, com fruto drupáceos pequenos e comestíveis. É uma árvore que ocorre em terras férteis com suficiente umidade.

**TRAPIÁ** (*Crataeva Trapiá Linn.*) - da família das Caprifoliáceas. Árvore frondosa com fruto em bagas mole e comestível, de cor branca.

**Reflorestamento** – Os beneficiários diretos da cobertura vegetal são seus produtos úteis ao homem como madeira, resinas, óleos essenciais, plantas medicinais, frutos, mel, dentre outros. Os benefícios indiretos dos serviços de cobertura vegetal do reflorestamento estão, em grande parte, contribuindo para a conservação do solo, o controle dos ventos, a redução dos riscos de enchentes, a redução da poluição do ar e da água, a polinização, o controle biológico de

pragas e a manutenção da estabilidade dos cursos d'água.

No que diz respeito a esta atividade, é muito comum pensar que a silvicultura é direcionada somente para grandes empresas de madeiras. Esta afirmativa não condiz com a realidade de nosso semiárido. No entanto, os reflorestamentos para produção de madeira podem ser uma importante fonte de renda para pequenos, médios e grandes proprietários rurais, contanto que sejam plantados e manejados com qualidade apropriada, para atender as demandas dos diversos mercados consumidores.

Quando se planta uma árvore, deve-se pensar muito bem na espécie e no objetivo que se quer atingir. Quando se quer sombra, de nada adianta plantar uma árvore com poucos ramos, de copa pequena e que perde folhas na época de maior insolação e calor. Para lenha, estacas, mourões e carvão, é desejável ter madeira de densidade média a alta. Para construção civil, boas propriedades de resistência mecânica, aliadas à estabilidade dimensional, são desejáveis. Os móveis são feitos de madeiras bonitas e fáceis de ser manipuladas e trabalhadas. Entretanto, se a madeira for destinada a serraria ou laminação é desejável produzir toras de diâmetros grandes, provenientes de árvores que tenham sido podadas, para não apresentarem nós. Toras com diâmetros pequenos proporcionam menos rendimento industrial. Os nós são considerados defeitos na madeira serrada e em lâminas e diminuem o seu preço no mercado.



**Foto 5 – Reflorestamento da Caatinga com Sabiá**  
**Fonte:** José Armando Diógenes

Baseado em estudo realizado por Alberto Loefregen, técnico alemão contratado pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), relativo à questão florestal do semiárido, é ressaltado que: “o processo de reflorestamento das zonas secas é o natural, escolhendo essências que se adaptam perfeitamente às condições climáticas e edáficas existentes, que tenham crescimento rápido e tenham folhas persistentes”.

Esse cientista, contudo, não considerou o reflorestamento racional, somente o econômico. O reflorestamento racional é executado por técnico especializado, valendo-se das experiências e pesquisas desenvolvidas em área similar à região de estudo. No reflorestamento, quer de matas artificiais, quer de capoeiras degradadas ou matas em exploração racional, as falhas de plantios ou replantios devem ser preenchidas, imediatamente, com novas mudas de origem de viveiros ou obtidas na própria mata, se existir em abundância, em locais em que a regeneração natural é muito densa. Isso é preferível ao preenchimento por meio de sementes. Se as árvores do primeiro plantio estiverem muito crescidas, deve-se tomar uma espécie nobre, tolerante e de rápido crescimento.

**Recuperação de áreas degradadas** – Um dos maiores desafios do homem tem sido utilizar de forma equilibrada os recursos naturais. Na intensa busca de tirar da natureza os meios para seu sustento e desenvolvimento, o homem provoca a degradação ambiental, comprometendo desta forma à vida futura. (REIS; NAKAZONO, 1999).

Esta prática destina-se às áreas que sofreram processo de desmatamento intensivo e erosão severa, em que se evidencia parte do horizonte superficial do solo, já erodido. Sua recuperação será efetuada mediante uma combinação de práticas edáficas e de reflorestamento conservacionista. Por reflorestamento conservacionista, entende-se o reflorestamento cujo objetivo básico é a obtenção de benefícios indiretos decorrentes da presença da cobertura vegetal. Dentre os valores indiretos, pode ser citado o melhoramento do clima local a proteção à fauna, prevenção da erosão e a regularização do ciclo hidrológico, bem como a manutenção da qualidade da água.

Raramente são realizados reflorestamento em sítios de alta qualidade, ficando estes reservados para a agricultura. Os plantios são feitos, geralmente, em áreas naturalmente de baixa qualidade ou que apresentam algum tipo de degradação, causada, principalmente pela agricultura, pecuária e obras de engenharia civil. Os principais problemas apresentados, por essas áreas alteradas, são a alta densidade do solo (compactado), que induz a uma drenagem deficiente e maior resistência física ao crescimento das raízes; empobrecimento do solo, e exposição do horizonte C, com afloramento de cascalhos e pedras.

Entende-se por degradação a alteração das características originais de uma área, em função de causas naturais ou pela ação do homem. Deste modo, existem diferentes graus de degradação desde os mais leves (desmatamento) até o mais profundo (jazidas de construção de obras de engenharia e ou cavas de mineração).

Com a remoção da cobertura vegetal, o impacto mecânico das gotas de chuva desagrega a estrutura superficial do solo. As pequenas partículas resultantes selam os poros, diminuindo a taxa de infiltração. Ao mesmo tempo, a precipitação que era interceptada pela folhagem, passa a atingir diretamente o solo, provocando o aumento do escoamento superficial e, conseqüentemente, da erosão.

No que tange as causas da degradação do solo, sua intensidade está estreitamente ligada às atividades de mineração de jazidas, que são as principais causadoras. Muitas vezes, com o término da exploração de uma jazida e/ou de um recurso mineral, a cava encontra-se em um elevado grau de degradação, inviabilizando qualquer tentativa de revegetação, deixando como saída mais racional a reabilitação da área.

Em termos de extensão, as atividades agropecuárias são as principais degradadoras dos solos. O pastoreio excessivo provoca empobrecimento e compactação do solo, deixando-o propenso ao estabelecimento de processos erosivos. As práticas agrícolas, sem adoção de medidas de conservação, também

contribuem para a queda da qualidade das características físicas, químicas e biológicas do solo.

As voçorocas também se constituem em áreas degradadas e são causadas, principalmente, pelo mau uso do solo na agricultura, pela exploração de recursos minerais e pela falta de medidas de conservação do solo, nas áreas contíguas às estradas, principalmente as vicinais.

A compactação do solo é uma característica presente em quase todas as áreas degradadas. Segundo Seixas (1988), a compactação é o ato de forçar a agregação das partículas do solo e, por sua vez, reduzir o volume por elas ocupado. A densidade do solo é uma importante característica de campo e as consequências da compactação incluem: aumento na densidade natural do solo, decréscimo no volume de macroporos, redução na velocidade de infiltração e movimento interno de água. A densidade é, possivelmente, a característica do solo que melhor indica a ocorrência de um processo de degradação das características físicas do mesmo, a redução da capacidade de armazenamento de água, a diminuição da aeração e aumento da resistência mecânica do solo ao crescimento das raízes.



Foto 6 – Horto de Produção de Essências Florestais Nativas  
Fonte: João Bosco de Oliveira



**Adequação de estradas vicinais** – Ao se buscar o manejo integrado do solo e da água, não se pode prescindir de medidas complementares das estradas, dentro da microbacia hidrográfica. A inadequação das estradas, não integrada ao correto sistema de manejo de solos, faz com que inúmeros problemas ocorram, agravando a erosão nas áreas de exploração agropecuária, bem como dificultando a manutenção e acelerando a degradação dessas.

A manutenção de estradas mal locadas e mal construídas é de alto custo e de difícil execução, onerando prefeituras municipais. Ao mesmo tempo, uma vez resolvido o problema da água das lavouras, que é jogada nas estradas, torna-se necessário solucionar o problema representado pela água captada pelas estradas e que adentram pelas áreas de agropecuária, acelerando a erosão e, até mesmo, impossibilitando a instalação de práticas conservacionistas.

Desta maneira, a adequação de estradas, de modo integrado, às práticas de manejo dos solos, propicia um melhor controle da erosão, bem como reduz drasticamente as necessidades de custo de manutenção, o que representa substancial economia ao município e ao produtor rural.

As obras de adequação de estradas compreendem, basicamente, a relocação de trechos críticos, a correção do leito de rolagem, o revestimento primário de trechos críticos, a construção de caixas de infiltração e a construção de lombadas, para integração ao sistema de terraceamento e na caixa de infiltração.

O trabalho em estradas, de maneira integrada com as demais práticas de manejo de solo, deve levar em consideração alguns princípios básicos, citados abaixo:

- A água das áreas da agropecuária, ou seja, culturas e pastagens, não devem chegar às estradas; e
- A água captada pelo leito da estrada deve ser bem distribuída nas áreas de agropecuária, de modo a não causarem erosão.

Para tanto, deve-se implantar, simultaneamente, o sistema de conservação dos solos e adequação de estradas. Sempre que possível, recomenda-se trabalhar a adequação das estradas no seu traçado (leito) original. Sem relocação de traçado é recomendada quando não se pode solucionar, algum problema sério, apenas com as práticas de adequação. As principais situações, em que a relocação de trechos de leito de estrada pode ser necessária, são:

- Quando a pendente for excessivamente longa e provoca excessivo acúmulo de água, pode-se relocar o traçado, para redução do comprimento de rampa, observando o limite de inclinação admissível para o tipo de tráfego;
- quando o custo de adequação do leito original for mais caro que recolocar o leito em novo traçado; e
- quando não for possível, no leito original, solucionar algum problema técnico de entrada de água na propriedade ou na própria estrada.

O leito abandonado, face à relocação, deverá ser recuperado para o sistema produtivo, ou seja, lavouras criações, reflorestamento e/ou área de preservação.

**Terraceamento** – Conceitualmente, dá-se o nome de terraço a um



**Foto 7 – Adequação de Estradas Vicinais**  
Fonte: João Bosco de Oliveira.

conjunto formado pela combinação de um canal com um camalhão ou dique de terra, construído a intervalos apropriados, no sentido transversal ao declive do terreno, que permite a contenção das enxurradas, forçando a absorção da água pelo solo ou drenagem lenta e segura do excesso de água.

O terraço é uma prática eficiente para controle da erosão, desde que seja criteriosamente planejado, executado e mantido. Um sistema de terraços, se mal planejado ou executado, poderá ocasionar muito danos que benefícios.

É indicado para declives de até 20%, ou pouco mais, dependendo de vários fatores e condições que deverão ser estudados para cada caso particular. Nem todos os solos e declives podem ser realizados terraços com êxito. Nos pedregosos ou muito rasos, com subsolo adensado, é muito dispendioso e difícil de manter um sistema de terraço. As dificuldades de construção e manutenção aumentam à medida que cresce a declividade.

O terraço, quando bem planejado e bem construído, reduz as perdas de solo, de água pela erosão e previne a formação de sulcos e grotas, sendo mais eficiente quando usado em combinação com outras práticas, como plantio em contorno, cobertura morta e culturas em faixa, sistema Guimarães Duque, captação “in situ”, dentre outras. Após vários anos, seu efeito se pode notar nas melhores produções das culturas, devido à conservação do solo e da água.

Os terraços devem ser construídos quando outras práticas conservacionistas, mais simples, não sejam suficientes para o controle adequado da erosão. Todavia, as seguintes recomendações devem ser observadas:

- Na construção do terraço, é fundamental que o coroamento do camalhão esteja nivelado, ou seja, na mesma altura, não podendo ficar com altos e baixos. No fundo do canal, a própria água será encarregada de nivelar, levando terra da parte mais alta para a mais baixa. Mas, a crista do camalhão é a parte mais fraca e vulnerável do terraço;
- Um terraço deve ir de uma extremidade à outra do terreno. Quando

construído com auxílio de trator, e este, no final da gleba, tenha cerca, a manobra fica limitada e a boca do canal do terraço deverá ficar em um plano mais baixo. O excesso de água acumulado deverá ser direcionado para um talvegue natural ou um canal escoadouro previamente planejado;

- Deve-se ter especial cuidado com as águas que vêm de fora da gleba, onde se deseja construir um sistema de terraço. Os terraços não têm condições de receber fluxo de água oriundo de outro terreno. Águas vindas de áreas vizinhas, acima (à montante) ou de lado, principalmente, se vierem concentradas (juntas em valetas, sulcos etc.) arrebatamos terraços. Antes de se marcar e construir os terraços deve-se percorrer as divisas da gleba e observar, atentamente, se vem água de fora. Se estiver entrando água de fora, desviá-la com canais divergentes; se o volume escoado for reduzido, construir caixas de contenção. Não sendo possível livrar-se das águas de vizinhas, é preciso pensar duas vezes antes de construir os terraços; e
- Um terraço não fica pronto no primeiro ano de sua construção. O camalhão sofre acamamento; a água vai trabalhar o canal; algumas partes do camalhão vão ceder mais que as outras e haverá grande assoreamento do canal em alguns pontos. Um terraço deve ir sendo trabalhado, melhorado, acertado com o passar dos anos. Um manejo bem feito da área onde foram construídos os terraços, com aração, gradagem, limpezas do canal, plantios bem feitos, melhoram o terraço. Quando se marca e constrói os terraços, ficam muitas curvas, até bicos, devido à existência de sulcos, de erosão e de ravinas. Com o tempo, à medida que se acerta a superfície do solo, fechando sulcos e ravinas, é possível e é desejável que se tirem as curvas bruscas, os bicos e que se suavizem os terraços.



**Foto 8 – Área Terraceada em Solo Argissolo**

**Fonte:** João Bosco de Oliveira.

O comprimento e o gradiente dos terraços são um ponto importante a ser observado em um planejamento de conservação de solo. Para os terraços em nível, não há limite teórico do comprimento dos terraços, principalmente, quando as extremidades destes forem bloqueadas. Entretanto, como raramente se consegue manter o canal com zero de gradiente, recomenda-se construir travessieiros a intervalos de, aproximadamente, 100 metros ou bloqueios de terra, para evitar que a água escorra no canal por grandes extensões.

Normalmente usa-se dar uma caída de 3‰ (três por mil) (3 metros de caída a cada 1.000 metros de terraços), ou seja, 0,3% (0,3 por cento), isto quer dizer:

- Dar caída de 3 metros em 1.000 metros, ou
- Dar caída de 30 centímetros em 100 metros, ou
- Dar caída de três centímetros em cada 10 metros.

O gradiente maior que três por mil, pode provocar erosão no canal do terraço e gradiente menor que três por mil não realiza bom escamento das águas. Os solos argilosos suportam até cinco por mil, mas não se deve ir além de três por mil, nos solos de textura arenosa.

Outra forma de dar inclinação aos terraços é o que chamamos de gradiente progressiva. Progressivo, porque começa com zero por mil e vai aumentando até chegar cinco por mil. Desta maneira:

- Nos primeiros 100 metros, gradiente de 0‰ - 0 por mil;
- Nos segundos 100 metros, gradiente de 1‰ - 1 por mil;
- Nos terceiros 100 metros, gradiente de 2‰ - 2 por mil;
- Nos quartos 100 metros, gradiente de 3‰ - 3 por mil;
- Nos quintos 100 metros, gradiente de 4‰ - 4 por mil; e
- Nos sextos 100 metros gradiente de 5‰ - 5 por mil;

Para o caso de se ter que fazer terraços maiores (mais que 400 metros para os solos arenosos e mais que 600 metros para os solos argilosos), deve-se fazer cair para os dois lados. Por exemplo:

- Do centro da área caem 400 metros para um lado e 400 metros para outro lado, ou;
- das duas extremidades fazer cair 400 metros para o centro da área.

Para se terracear uma gleba em desnível, deve-se ter um lugar por onde a água saia da gleba, por meio dos escoadouros naturais, os talveges.

**Cordões de vegetação permanente** – Esta prática hidroambiental consiste em implantar fileiras de plantas perenes e crescimento rápido, denso tal como o capim elefante e/ou cana de açúcar, dentre outras, com plantio sempre efetuado em contorno:

- **Em culturas anuais** – cultivadas continuamente na mesma faixa, ou em rotação, ou cerradas, formando os cordões de vegetação permanente;
- **em culturas perenes** – como ocorrem nas culturas de pomares, os cordões de vegetação permanentes são colocados entre as fileiras de árvores, com determinado espaçamento horizontal, formando “barreiras vivas” para o controle da erosão.

Os cordões de vegetação permanente são uma prática bastante eficiente de controle de erosão, chegando a ser equivalente aos terraços. Dados obtidos pela seção de conservação de solo do IAC – SP revelam que essa prática controla cerca de 80 % das perdas de solo e 60 % das perdas de água. Para as condições de exploração agrícola do semiárido, os cordões de vegetação permanente, de maneira geral, apresentam vantagens sobre o sistema de terraços, traduzidos pela simplicidade e facilidade de execução. Mesmo locados sem muita precisão, sua eficiência é satisfatória, permitindo o seu emprego pelo pequeno produtor, pois demanda pouco conhecimento técnico.

O sistema de cordão de vegetação permanente apresenta limites de aplicação, com sucesso, que ultrapassam aos dos sistemas de terraço. Segundo Marques e Bertoni (1961), os cordões podem ser empregados, com relativa segurança, em relevo de até 60%. Esses sistemas são utilizados como meio de formação de terraço, devendo ser locados com espaçamento recomendados para os sistemas de terraços, sendo necessário, desta forma, mais cuidado e precisão na sua marcação. O principal inconveniente, em relação ao sistema de terraço, diz respeito à diminuição da disponibilidade de área para culturas anuais.

Os cordões de vegetação permanente deverão ter de 1 a 2 metros de largura. A vegetação, empregada em sua formação, deverá ter valor econômico para as atividades da propriedade, devendo, ainda, possuir as características seguintes:

- Ter crescimento rápido;
- proporcionar a formação de barreira densa junto ao solo;
- elevada longevidade ou durabilidade;
- não possuir caráter invasor para as terras de cultura adjacente; e
- não fornecer abrigo para moléstias e pragas das culturas, que estiverem sendo intercaladas.

O espaçamento, entre os cordões de vegetação permanente, varia com o grau de declividade e com a textura do solo. Essa distância entre os cordões poderá ser usada, também, para o sistema de terraço. As espécies mais utilizadas na formação dos cordões de vegetação permanente são:

- **Cana-de-açúcar** (*Saccharum officinarum. linn.*) - que oferece valor econômico e fonte forrageira para alimentação do rebanho;
- **Capim Elefante** (*Pennisetum purpureum. Schum.*) - através das variedades Napier e Mercker, podem ser utilizados na formação dos cordões;
- **Erva Cidreira** (*Melissa officinalis Linn.*) - que também fornece um óleo essencial medicinal, além de proporcionar uma boa barreira de contenção de solo;
- **Capim Braquiária** (*Brachiaria humidicula sp.*) - além de ser uma excelente forrageira de porte herbáceo é, também, muito boa para segurar os solos vulneráveis à erosão hídrica;
- **Capim Gordura** (*Melinis minutiflora Beauv.*) - uma das mais resistentes e úteis gramíneas, desenvolve-se bem em terreno secos, sendo boa para realizar fixação de solo;
- **Capim Touceira** (*Panicum paniculatum*) - apresentam um sistema radicular longo e forte, com bons resultados no combate à erosão.

Outras gramíneas poderão ser utilizadas nas práticas de formação de cordões de vegetação permanentes.





**Foto 9 - Faixa de Vegetação Permanente Intercalada com Lavoura Anual**  
**Fonte:** João Bosco de Oliveira.

**Quebra-ventos** – Quando o vento atravessa uma barreira de árvores, sua velocidade perto do solo é diminuída e sua temperatura e umidade também são modificadas. Baseados nesses fatos, os quebra-ventos têm várias utilidades em áreas rurais, para proteção de pessoas, cultivos, animais e prédios, contra extremas ações do clima.

Os quebra-ventos evitam a erosão eólica dos solos. Partículas finas dos solos desnudos são carregadas facilmente, quando o vento excede a 21 km/hora. Os quebra-ventos podem reduzir significativamente a velocidade a sotavento, isto é, depois que o vento atravessa a barreira vegetal. Esse efeito se estende por uma distância de oito a quinze vezes a altura das maiores árvores da barreira, depois que o vento recupera sua velocidade primitiva.

Segundo Guimarães Duque (2004), não é aconselhável fazer desmatamento em largas e extensas áreas de caatinga e capoeiras, porque o intemperismo físico e químico, associado ao elevado índice de insolação, contribui para a degradação do solo. Em tal situação, deixa-se, em 100 a 200 metros de largura de desmatamento, uma faixa de vegetação nativa de 20 a 30 metros de largura, localizada em posição perpendicular aos ventos dominantes.

Se a vegetação espontânea, alta, já foi destruída, os renques de árvores são plantados com a largura e a distância acima mencionadas. A barreira viva, composta de árvores unidas, impele o vento baixo para cima protegendo o solo. Entre as essências mais indicadas para compor um sistema de quebra-ventos, destacamos o eucalipto, o juazeiro, o tamarindo, o bambu, o avelós e a canafístula, que servem para este fim, devendo escolher-se bem a espécie que melhor se adapte às condições do solo e do clima. As estruturas dos quebra-ventos servem para efetuar divisões de parcelas ou talhões de áreas cultiváveis e de pastagens.

Os efeitos dos quebra-ventos também se estendem à pecuária, podendo proporcionar conforme o caso, redução de mortalidade de animais recém-nascidos, redução da necessidade de ingestão de alimentos no inverno, manutenção da produtividade e melhoria da qualidade da pastagem. Os quebra-ventos ainda constituem sombra para o gado, caracterizando-se como mais uma fonte de benefício. O uso de quebra-vento deve ser considerado quando a erosão causada pelo vento se constituir num sério problema e quando outras práticas se revelarem pouco efetivas.



**Foto 10 – Quebra-Ventos**

**Fonte:** João Bosco de Oliveira.

**Cordões de pedra em contorno** – Esta prática tem a função de segmentar o comprimento de rampa, ou seja, a maior declividade da área, fazendo diminuir o volume e a velocidade das enxurradas, forçando a deposição de sedimentos nas áreas onde são construídos e formando patamares naturais. Em consequência, provocam aumento na profundidade efetiva do solo e diminuem os desgastes provocados pela exportação de sedimentos, nutrientes e matéria orgânica, melhorando a condição de infiltração e o armazenamento de água para as plantas. Considerando ainda, que o conhecimento dessa técnica conservacionista e sua aplicação no campo influenciam no aumento da capacidade produtiva do solo. Essa prática, dentre outras finalidades, tem como objetivos:

- Redução da massa de sedimentos, por meio do controle da erosão, proporcionado pelos cordões de pedra em contorno;
- modificar o microrrelevo entre as faixas de solo, compreendida entre dois cordões de pedras sucessivos, como também aumentar a profundidade do solo; e
- melhoria das condições físicas e químicas do solo, onde essa técnica conservacionista foi aplicada.

Quanto à aplicabilidade desta prática, é indicada para unidade do solo com elevada taxa de pedregosidade superficial, neste caso destacando-se os luvisolos e os argissolos. A eficiência dos cordões de pedras em contorno como prática conservacionista é claramente evidenciada, por meio da retenção de sedimentos, podendo alcançar valores da ordem de 60 t/ha/ano de material retido.

Em função da massa de sedimentos retida pelo cordão de pedra em contorno, na área de depósito, verifica-se uma sensível melhoria em todas as propriedades físicas e químicas em relação à área de remoção, sobretudo, no que se refere aos teores de matéria orgânica, teor de argila, de água disponível e nutriente.

O espaçamento, entre os cordões de pedra em contorno, deverá obedecer aos dados contidos em tabelas, semelhantes ao espaçamento adotado nos terraços. No processo construtivo dos cordões de pedra em contorno, devem-se verificar as seguintes etapas:

- Determinação da declividade da área a ser trabalhada, para escolha do espaçamento horizontal ou vertical, segundo a textura do solo;
- localização no campo das curvas de nível, de acordo com o espaçamento determinado;
- construção dos cordões de pedra, seguindo as curvas de nível, locadas no campo; e
- as pedras deverão ser transportadas para a formação dos cordões de pedra, com auxílio de padiola ou “pá de cavalo”.

A construção é feita normalmente, aproveitando as pedras que afloram no próprio terreno. Os cordões de pedra são uma espécie de taipa construída sempre em nível. A natureza e a forma de manejo do solo encarregam-se de nivelar a área entre os cordões de pedra.



**Foto 11 – Cordões de Pedra com Vegetação Natural**

**Fonte:** João Bosco de Oliveira.

## 5.2 Práticas e Técnicas de Caráter Fitoedáfico

**Plantio direto** – Prática agronômica caracterizada pelo baixo tráfico de máquinas sobre as áreas agrícolas, com o objetivo de promover a redução dos custos com o preparo e cultivo do solo, mediante a redução do número de horas de máquinas, utilizadas nessas operações. Por outro lado, este sistema de manejo visa, ainda, a diminuição dos riscos de compactação do solo e, conseqüentemente, promove a redução dos efeitos danosos da erosão hídrica, além da manutenção da fertilidade do solo e o aumento das taxas de retenção de umidade das áreas cultivadas. Este sistema de manejo tanto poderá ser utilizado nas condições de lavoura de sequeiro como em lavoura irrigada.

Um dos mais importantes questionamentos sobre plantio direto é o que acontece com o desenvolvimento das raízes e com a densidade do solo. Sabe-se que as raízes têm condições propícias ao seu desenvolvimento somente em solos dotados de um número adequado de canais, suficientemente grandes para sua penetração. Em outras palavras, se o solo estiver demasiadamente compacto, por ação dos equipamentos, aquele desenvolvimento é inibido e a cultura evoluirá satisfatoriamente. A densidade do solo é, em geral, resultado dos efeitos das máquinas, ou seja, de seu peso e de suas passagens sobre a área.

Os pesquisadores Brown e Hawkins (1967) realizaram avaliações sobre preparo do solo e desenvolvimento de raízes, concluindo que, quando o controle das ervas daninhas é feito unicamente pelo emprego de herbicidas, possivelmente há necessidade de lavrar a terra nos trilhos das máquinas (por onde passam as rodas), em virtude da compactação sofrida por estas áreas. Entre as muitas vantagens, proporcionadas pelo sistema de plantio direto, situam-se:

- Maior controle da erosão;
- melhor manutenção da umidade do solo;
- conservação da matéria orgânica do solo e de sua estrutura;

- melhor germinação das sementes;
- melhor desenvolvimento das plantas; e
- menos trabalho e menor custo de produção.

A combinação desses fatores se traduz por maior flexibilidade para o produtor, possibilitando melhores colheitas, mesmo em períodos desfavoráveis. Tendo em vista que este sistema deixa os resíduos das plantas sobre a superfície da terra, melhorando, portanto, a retenção de água e a menor dependência de chuvas para efetivação do plantio.

O plantio direto propicia, igualmente, melhores condições para a germinação, dado o fato de as sementes serem colocadas em um sulco, o qual se apresenta úmido e levemente comprimido pela máquina plantadora. Assim, elas podem obter umidade com facilidade, por ação capilar.

A germinação das invasoras sofre retardamento, pois o solo não é perturbado entre as linhas da cultura, em consequência, as plantas ficam praticamente livres de sua concorrência, em especial durante o período de crescimento inicial, quando se apresentam mais sensíveis. Como todas as sementes são colocadas a uma mesma profundidade, a lavoura resulta mais uniforme.

No plantio direto, no ponto de vista estrutural e gerencial em relação à propriedade, esta prática exige:

- Necessidade de capacitação de técnicos, produtores e operadores de máquinas;
- difundir práticas de uso e manejo de solo, máquinas e herbicidas; e
- compatibilizar a potência dos tratores com as máquinas de plantio.

Dentre os aspectos tecnológicos, considerados fundamentais para o sucesso na implantação e condução das lavouras, ressaltam-se:

- Implantação de estrutura básica de conservação do solo (terraço concordância, com talvegues gradientes etc.). O plantio direto não deve ser visto como prática substitutiva, mas sim, complementar para a conservação do solo;
- Eliminar as camadas compactadas e adensadas “pé de grade” no solo trabalhado, que afetam o desenvolvimento do sistema radicular das plantas;
- Eliminar sulcos e valetas de erosão pelo nivelamento da superfície do terreno, para facilitar o deslocamento e tornar mais eficiente o trabalho das máquinas semeadoras e pulverizadoras;
- Correção preventiva da acidez e da fertilidade do solo, principalmente, no que se refere ao fósforo e potássio;
- Produção de cobertura morta em quantidades suficientes (4 a 6 t/ha) para proteger, pelo menos, 50% da superfície do terreno; e
- Eliminação das ervas daninhas de difícil controle e redução do grau de infestação por meio de medidas preventivas de controle integrado.

As principais dificuldades, constatadas na execução do plantio direto, dizem respeito à exigência de investimentos iniciais e da necessidade de mudança nos hábitos e processo rotineiro de trabalho. O plantio direto ainda é um sistema em evolução para as condições do semiárido cearense e nordestino. A melhoria do grau tecnológico e econômico advirá dessa evolução, nas diferentes condições em que o sistema tem sido implantado.

Propor-se a solução definitiva, por meio de receitas prontas para o plantio direto é inviável e, por demais, pretensioso, pois não só nesse, mas, em qualquer outro sistema de plantio, novas soluções podem gerar novos problemas, quando empregado de uma maneira generalizada.

A adoção do sistema requer uma qualificação técnica e cultural do produtor, bem como a conscientização da real necessidade de sua adoção. Requer, também, um adequado acompanhamento de pesquisa e assistência



técnica e, sobretudo, a frequente troca de experiência entre agricultores e técnicos.

Nessa situação, é desejável que a adoção e a expansão do sistema ocorram de forma gradual, para que os técnicos e os agricultores, por meio do tempo e da experiência vivida, se familiarizem com as exigências e limitações próprias do sistema.



**Foto 12 – Plantio Direto**

**Fonte:** Josualdo Justino Alves.

**Cultivo mínimo** – Prática agrônômica, que tem como principal objetivo a reduzida mobilização do solo, o aumento significativo dos níveis de matéria orgânica no solo, proporcionando desta forma, a elevação da retenção da umidade disponível para as plantas, durante todo o seu período fenológico, diminuindo, desta forma, os riscos de frustrações de safras. Essa prática apresenta fundamentos similares a anterior, apresentando grande viabilidade para pequenos cultivos.

Quando falamos das técnicas de cultivo ou preparo mínimo para o plantio de culturas, deveríamos, em primeiro lugar, entender o sentido destes termos, os quais estão rapidamente entrando no vocabulário dos técnicos e agricultores.



As expressões cultivo mínimo ou preparo mínimo podem ser usadas quando se referem a qualquer sistema de cultivo, em que há menos movimento do solo do que o normalmente empregado na forma de preparo convencional. Nesta categoria, existem muitos sistemas diferentes. Variam de verdadeiras técnicas de nenhum preparo ou plantio direto, em que é cortado apenas um sulco no solo não cultivado para os sistemas que envolvem cultivo total.

Deveríamos entender que as técnicas de cultivo mínimo e plantio direto não são, necessariamente, apropriados para todas as situações apresentadas pela cultura. Primeiramente, o produtor precisa ter motivos definidos para usá-las, ou seja, a necessidade de controlar a erosão do solo e reduzir as exigências de mão-de-obra ou, simplesmente, diminuir despesas. Em segundo lugar, qualquer técnica de cultivo mínimo deve ser apropriada às condições locais de cultivo. Não seria adequado o cultivo mínimo numa área muito infestada de gramínea perene ou ervas, com características arbóreas e nos solos pesados e mal drenados. Também não seria aconselhável começar este tipo de cultivo em áreas de baixa fertilidade ou em terrenos em que já exista o problema de solo muito compactado. Pode-se entender por cultivo mínimo, também, a utilização de cultivo que se traduza por diminuição da necessidade de preparo do solo.



**Foto 13 – Cultivo Mínimo**  
**Fonte:** João Bosco de Oliveira.

Em regiões, onde se observa problemas de adensamento superficial do solo, o cultivo mínimo se faz necessário. Esse método, em uma única passada, após o cultivo anterior, pode proporcionar a quebra de estrutura superficial adensada, incorporando restos de culturas e desagregando os torrões maiores, deixando a superfície em condições de receber a operação seguinte de semeadura. Nesse caso, a redução do tráfico de máquinas também reduz o efeito do adensamento do solo.

**Escarificação** – Escarificar significa romper o solo na camada superficial, até no máximo de 25 a 30 cm, utilizando o implemento denominado de escarificadores, utilizados para o preparo primário do solo.

Pela forma de trabalhar, o escarificador pulveriza menos o solo do que o arado ou a grade, deixando a superfície do terreno escarificado, sem enterrar a maior parte dos resíduos vegetais. Esse implemento é altamente válido no controle da erosão. O seu uso é apropriado para quebrar as camadas compactadas existentes na superfície dos solos mecanizados.

Como preparo primário do solo, a prática da escarificação objetiva: destruir as ervas daninhas e soltar o solo para permitir a colocação das sementes. A escarificação, propriamente dita, visa proteger o solo da erosão pela não incorporação total de resteira ou restolho da cultura anterior e menor pulverização do solo. A escarificação objetiva, ainda, romper camadas compactadas e adensadas do solo, a profundidade de 10 a 25 cm, permitindo uma melhor infiltração de água no solo e diminuindo a enxurrada ou escoamento superficial.

Os escarificadores são implementos amplamente utilizados nos países como Estados Unidos e Europa para o preparo primário e melhor conservação do solo, além de permitir economia de combustível. O escarificador substitui com vantagens o arado e a grade pesada, podendo ser utilizado continuamente no preparo do solo de uma propriedade.

A comparação dos escarificadores com a grade pesada e o arado de discos nos permite afirmar que:

- O gasto de combustível é bem menor do que usando o arado de discos, além de permitir preparar o dobro de área no mesmo espaço de tempo;
- os escarificadores apresentam gasto de combustível levemente maior que a grade pesada, tendo rendimento ligeiramente menor, mas não se observando qualquer ocorrência de erosão em áreas escarificadas;
- a escarificação deixa, na superfície do solo, maior quantidade de resíduos vegetais (80%), protegendo-o contra a erosão;
- dentre os escarificadores, consegue-se o melhor controle de ervas daninhas com aquele munido de enxada pé-de-pato e com a menor distância entre braços (20 cm);
- após o preparo primário do solo e antes do uso da grade, o índice de rugosidade é superior na escarificação, ou seja, com terreno mais resistente à erosão;
- a aração pulveriza o solo o dobro a mais do que a escarificação;
- aumenta a infiltração e a capacidade de retenção de água no solo; e
- os rendimentos das culturas têm-se mostrado, após a escarificação, iguais ou maiores do que quando o solo é preparado com arado ou grade.

Assim sendo, para nossas condições de solo e clima, é importante adotar sistemas de preparo que não pulverizem excessivamente e sejam capazes de manter os restos de outras culturas na superfície, total ou parcialmente. Desse modo, tem-se procurado estudar o arado escarificador como implemento alternativo para o preparo primário do solo. Dados, oriundos de pesquisa, têm mostrado o efeito benéfico da escarificação no controle do solo e da água, no processo erosivo.

É evidente a eficiência dos sistemas conservacionistas de preparo de solo no controle do escoamento superficial e, conseqüentemente, nas perdas de água. Isso pode representar maior armazenamento de água e menor risco de veranico e, também, a possibilidade de redução da frequência de irrigação em áreas irrigáveis.

Devido a sua forma de trabalhar, o escarificador promove menor efeito de desestabilização dos agregados do solo e, conseqüentemente, a preservação de sua estrutura, não enterrando a maior parte dos resíduos vegetais. Fato, altamente válido para o controle da erosão, seu uso é apropriado para o cultivo mínimo em que se efetua a quebra das camadas compactadas e adensadas, existentes na superfície dos solos intensamente manejados. Nessas condições, o escarificador pode realizar um bom trabalho de preparo do solo, por meio do afofamento, da boa granulação e da incorporação de restolho, provocando a inversão da leiva. Sua necessidade de potencia é de cerca de 60% da de aração.

O objetivo da escarificação, como preparo primário do solo, é destruir ervas daninhas e soltar o solo. Já como escarificação, visa proteger o solo da erosão pela não incorporação total do restolho da cultura anterior e menor pulverização do solo, além de romper camadas compactadas, a profundidade de 10 a 25 centímetros, permitindo melhor infiltração de água e diminuindo as enxurradas.



Foto 14 – Método de Escarificação de Solo  
Fonte: João Bosco de Oliveira.

**Captação *in situ*** – Prática agrônômica de caráter edáfica, visando à implantação, na superfície do solo, de uma pequena estrutura de captação, estabelecida pela forma de mobilização da superfície da área trabalhada, mediante a criação de sulcos em nível, objetivando a retenção de água, oriunda da precipitação pluviométrica e conseqüentemente a disponibilidade de umidade em todo o ciclo da cultura. Esta prática é concebida para regiões semiáridas, onde se evidencia a presença de solos rasos a moderadamente profundos, sujeitos à problemas de formação de crostas superficiais de baixa taxa de infiltração e zonas sujeitas às irregularidades climáticas no tempo e no espaço.

O CPTSA, estudando métodos de lavoura seca, efetuou dois métodos diferenciados embora com a mesma finalidade. O método *in situ* (I) – consiste na construção de uma área trabalhada de sulcos paralelos em nível, sendo que entre os dois sulcos consecutivos deve ser implantado um plano inclinado, formado pela borda do sulco e o sulco vizinho. A parte mais elevada do sulco serve de área de plantio e o plano inclinado servirá de bacia de captação d'água. Todo este sistema deve ser implantado, segundo as niveladas básicas.



**Foto 15 – Método de Captação *In Situ***  
Fonte: Josualdo Justino Alves.

O método de captação *in situ* (II) – consiste em efetuar uma pequena variação do método *in situ* (I). Para implantação desse método, efetua-se o preparo normal do solo, fazendo-se a abertura do sulco, de acordo com o espaçamento da cultura que se deseja implantar, seguindo sempre as niveladas básicas pré-marcadas. A segunda operação consiste na adaptação de uma lâmina sulcadora, cujo trabalho realizado é deixar um camalhão e uma área de captação com declive duplo de sentido contrário.

As principais vantagens das técnicas de captação *in situ*, dentre outras, podemos mencionar:

- Maior área de captação de água entre as linhas de plantio; e
- pode ser implantado plantio em fileira dupla;

A desvantagem do método está relacionada ao fato de que o sistema necessita sempre de adaptações nos implementos, tanto a tração motora como a tração animal. As capinas devem ser feitas logo que

ocorra o aparecimento das primeiras ervas daninhas; em seguida, efetua-se uma nova passagem com a lâmina sulcadora, para reformar a estrutura de captação.

**Método Guimarães Duque** – Esse método consiste em efetuar na área trabalhada um sulcamento em nível, de acordo com as niveladas básicas, segundo o espaçamento da lavoura que se deseja implantar. Os sulcos podem ser abertos, por meio de arado de disco, à tração motora, arado de aiveca, à tração animal ou, ainda, por meio de sulcadores tanto à tração motora como à tração animal. A operação de plantio da lavoura escolhida será efetuada em cima do bordo da leiva, tombada pelo arado ou, então, na berma do sulco, deixado pelo sulcador.

No Método Guimarães Duque, dentre outras vantagens, destacamos:

- Diminuição do custo de preparo primário do solo, em comparação

com o sistema convencional;

- menor mobilização do solo, reduzindo as perdas por erosão hídrica, resultante dos elevados índices de erosividade e erodibilidade do solo na região semiárida; e
- melhoria do stand da cultura, motivado pela maior disponibilidade de água às plantas de um cubo de terra mais friável, facilitando, desta forma a melhor penetração do sistema radicular da planta, maior desenvolvimento das mesmas, pelo adicional de umidade concentrada dentro do sulco, proporcionada pelo método.

As capinas deverão ser efetuadas com auxílio do cultivador, acoplado com enxadas do tipo picões, logo que as ervas daninhas venham a brotar, deixando o solo em condições de absorver mais água. Esta capina deve ser feita com a profundidade a mais rasa possível. A correção do fator limitante do solo de toda região semiárida e a disponibilidade de umidade para as plantas, poderá ser solucionada mediante a adoção deste método.



**Foto 16 – Método Guimarães Duque (1)**  
Fonte: Francisco Holanda.





Foto 17 – Método Guimarães Duque (2)  
Fonte: João Bosco de Oliveira.

**Bacia de chuvas** – Prática agrônômica de caráter edáfica, direcionada mais especificamente para culturas permanente ou semipermanentes e em áreas de relevo movimentado. Esse método consiste em fazer, sobre a superfície do solo, uma pequena bacia de captação de água, seguindo o alinhamento das niveladas básicas. Essas bacias são construídas manualmente, com auxílio de uma enxada ou então de um arado de disco adaptado, ou seja, pré-dentado. A água da chuva é conduzida, sem perdas, para o nível das raízes e mesmo a sua penetração profunda é útil para os órgãos subterrâneos, em crescimento descendente. A cultura é plantada no bordo da terra, escavada com os implementos usados na sua construção.



Foto 18 – Método Bacia de Chuvas  
Fonte: Bulletin 57 Publicado pela *Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)*.



**Sulcos barrados** – O método de captação de água também denominado de sulcos com retenção são práticas agronômicas de lavoura seca, bastante utilizadas em varias regiões semiáridas do mundo, especialmente em Portugal e Espanha. Esse método consiste em sulcar a área em nível e construir, dentro do próprio sulco, pequenos diques, objetivando proporcionar uma maior uniformidade de infiltração da água, acumulada dentro do sulco barrado.

O método deve ser recomendado para áreas de relevo plano a suave ondulado, em que o solo apresente uma permeabilidade, de moderada a lenta. Em áreas de relevo fortemente ondulado, esse método deve ser evitado. No caso de usar solos com declive um pouco acentuado, a água deve estar protegida por um sistema de terraço. Após a capina, o sistema de sulco barrado deverá ser refeito para que possa continuar a captação de água de chuva. O espaçamento do sistema de sulcos barrados deve ser igual ao da lavoura a ser implantado. A sua construção é realizada com o uso do sulcador convencional à tração motora ou animal ou, então, com o barrador de sulco, podendo ser, ainda, efetuado com auxílio de uma enxada.



**Foto 19 – Método Sulcos Barrados**  
Fonte: CPTSA/EMBRAPA.

**Cobertura morta** – É uma prática agronômica de caráter edáfica, consistindo em colocar, sobre a superfície do solo da área cultivada, material de origem vegetal seco, em forma picada ou de roço da vegetação nativa, existente no local. Essa prática, também conhecida como *mulch*, permite uma melhor retenção de umidade para as plantas, além da redução da competição das ervas daninhas e evaporação direta da água do solo.

O princípio básico deste método é a manutenção sobre a superfície do solo, dos restos culturais, que formam uma camada protetora na superfície. Essa prática, sem dúvida, é fundamental por vários motivos, dentre eles destacamos:

- Contribui para a manutenção da umidade do solo, impedindo o ressecamento da superfície do solo pelo o sol;
- diminui as oscilações de temperatura na superfície do solo, proporcionando uma média térmica adequada para o desenvolvimento da vida microbiana;
- permite a multiplicação da micro, meso e macrovida, pela decomposição da matéria orgânica no solo;
- protege o solo contra ação das chuvas, que provocam desestruturação dos agregados; e
- diminui a concorrência das ervas daninhas.

A cobertura morta exerce influência marcante nas características físicas, químicas e biológicas do solo. A superfície do solo, protegida pelo *mulch*, não sofrerá o impacto direto das gotas de chuvas e a desagregação. Com isso, ocorrerá:

- Redução do selamento superficial, em que a ação da chuva, em áreas não protegidas, irá desagregar as partículas do solo obstruindo seus poros; e
- elevação das taxas de infiltração e uma conseqüente diminuição do escoamento superficial.

Tanto a qualidade quanto a quantidade dos resíduos vegetais exercem influência na infiltração de água no solo. A densa e espessa cobertura morta, promovida por restos vegetais, proporciona as maiores taxas de infiltração da água no solo.

É importante lembrar que na execução da prática da cobertura morta, para sua perfeita consecução, é necessário evitar alguns problemas quais sejam:

- Risco de fogo, visto que o material seco, principalmente capins e palhas, nos períodos mais secos, incendeia com bastante facilidade;
- poderá ocorrer uma maior concentração de raízes nas camadas mais superficiais do solo;
- pode constituir-se em abrigos de pragas;
- o material deverá ser bem escolhido para evitar a proliferação de plantas com sementes de ervas invasoras; e
- às vezes, o material é escasso e difícil ou pode estar a grandes distâncias, tornando a prática cara e até inexecutável.

A cobertura morta tende a promover uma melhoria da estrutura do solo na camada superficial, ou seja, no horizonte (A). Contudo, o seu efeito mais importante, no que concerne ao controle da erosão hídrica, pela proteção que oferece contra o impacto das gotas de chuva e contra o escoamento acelerado da enxurrada, pode ser observado, mediante os níveis de controle, que giram em torno de 53% nas perdas de solo e de 57% nas perdas de água.

A cobertura morta, em algumas regiões, tem-se mostrado de grande valia, não só para o controle da erosão hídrica, mas também no controle da erosão eólica, sendo, pois, de grande eficiência. Entretanto, para se ter bons resultados, alguns requisitos deverão ser satisfeitos:

- A prática da cobertura morta demanda um bom nível de fertilidade do solo nas condições naturais;

- os níveis de nitrogênio no solo devem ser satisfatórios; e
- a vida microbiana do solo deve ter suas atividades estimuladas.



**Foto 20 – Sistema de Cobertura Morta com Roço e com Bagana de Carnaúba em Cultivo de Hortaliças**

Fonte: Dados de 1987 Publicados por IAPAR.



**Foto 21 – Sistema de Cobertura Morta com Roço e com Bagana de Carnaúba em Cultivo de Hortaliças**

Fonte: João Bosco de Oliveira.

Para que a cobertura morta tenha sucesso na produtividade do solo, faz-se necessário que haja adequado suprimento de nitrogênio para a atividade microbiana do solo e para o uso da planta.

**Adubação orgânica** – Constitui-se em uma prática de caráter edáfica, traduzida pela aplicação direta no solo de adubo orgânico de origem vegetal e animal, tais como o esterco, restos de vegetais e adubos verdes, por meio da incorporação no solo da biomassa oriunda de plantas.

A matéria orgânica do solo é originária das plantas, dos minerais e dos microrganismos que vivem na terra ou a ela vão ter. As plantas são as principais fontes de matéria orgânica, quer pela deposição dos ramos folhas, quer pela contribuição oferecida pelas raízes. No solo, a matéria orgânica é encontrada em diferentes estádios de decomposição. O conteúdo e a composição da matéria orgânica são consequência de fatores diversos, tais como: o tipo de vegetação, a topografia, o clima e o tempo (idade). No solo, o acúmulo ou a destruição sofre o efeito da atividade dos microrganismos, os quais são afetados pelas condições de umidade, aeração, temperatura e aeração do meio (pH), além do indispensável suprimento de nutrientes e de fontes energéticas.

A importância da matéria orgânica pode ser evidenciada pela sua influência nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

Nas propriedades físicas do solo, como as densidades aparente e real, a porosidade, a superfície específica, a estrutura e a retenção de água, a importância da matéria orgânica já foi demonstrada. A influência da matéria orgânica se faz notar ainda, na cor, consistência, permeabilidade, aeração, temperatura e outras propriedades físicas do solo.

Nas propriedades químicas e físico-químicas do solo, a matéria orgânica tem sua importância ressaltada na reação do solo, nos conteúdos de bases trocáveis e na capacidade de troca catiônica, atributos esses que muito contribuem no suprimento de nutrientes às plantas. A capacidade de as matérias orgânicas adsorverem Ca, Mg, K e outros elementos, evita a lavagem desses

nutrientes em solos pobres em argila; a CTC da matéria orgânica pode ser de 2 a 20 vezes a das argilas.

Na biologia do solo, a matéria orgânica tem importância como fonte de energia e de nutrição para os microrganismos heterotróficos.

É importante ter conhecimento sobre a relação C:N da matéria orgânica, para se ter a informação do tempo necessário a ser aguardado, para se efetuar um plantio, bem como, se o nitrogênio inorgânico do solo será imobilizado ou se o nitrogênio orgânico está mineralizado.

Merece especial referência a afirmação de que um dos mais importantes papéis, desempenhados pela matéria orgânica no solo, é a sua propriedade de formar quelatos com cátions reconhecidos como nutrientes das plantas.

A matéria orgânica do solo resulta da decomposição dos vegetais (raízes e partes aéreas) e dos animais, incluindo excrementos e outros resíduos importados de outros locais, como o lixo. Estes resíduos orgânicos são importados às terras de cultura diretamente, ou na forma de compostos.

Para estimar a quantidade de matéria orgânica presente no solo dosa-se o carbono orgânico ou o nitrogênio total. Considerando-se que a matéria orgânica decomposta contém cerca de 58% de carbono e 5% de nitrogênio, tem-se:

$$\% \text{ Matéria Orgânica} = \text{C orgânico (\%)} \times 1,7$$

$$\% \text{ Matéria Orgânica} = \text{Nitrogênio (\%)} \times 20$$

A matéria orgânica é de inestimável importância ao solo, não apenas servindo de fonte de nutrientes, notadamente de nitrogênio, enxofre e micronutrientes, mas aumentando a capacidade de troca catiônica, a capacidade de retenção de água, resistência à erosão e a estabilidade de agregados.



**Foto 22 - Adubação Orgânica (Sólida e Líquida)**  
**Fonte:** Grupo KUHN.

**Fonte:** MF Rural

**Controle de queimadas** – A queimada como prática agrícola na atividade de preparo primário dos solos e, principalmente, na área semiárida, torna-se altamente prejudicial. Essa prática desgasta o solo, em especial a população de microorganismo, sendo também indutor do processo de compactação superficial dos solos, propiciando os grandes riscos de erosão das áreas trabalhadas, no período de ocorrência de chuvas, que se inicia na quadra invernososa.

O manejo adequado da área desbravada, após a retirada da madeira destinada a sua utilização para mourões, estacas e lenha e outros tipos para uso múltiplos, deixando na superfície do solo uma grande quantidade ramos, garranchos e folhas, no volume aproximado de 16 t/ha, além da ocorrência significativa de serapilheira da ordem de 4 t/ha, dependendo do grau de densidade da área que foi desbravada.

O fogo é, realmente, uma das maneiras mais fáceis e econômicas de limpar um terreno recém-derrubado, de eliminar o trabalho e as dificuldades do enterro de restos culturais, de combater certas moléstias ou pragas das culturas, de limpar e renovar as pastagens. Entretanto, os prejuízos ocasionados pelo fogo, na destruição da matéria orgânica e na volatilização do nitrogênio, são de grande importância para fertilidade do solo.

Dentre as desvantagens apresentadas pela queima generalizada das áreas



cultivadas, destacamos:

- Consome a matéria orgânica do solo;
- volatiliza as substâncias necessárias à nutrição das plantas;
- elimina os microorganismos do solo;
- deixa o solo desnudo, aumentando a vulnerabilidade à erosão hídrica;
- diminui a produtividade.

O Estado do Ceará propõe efetuar difusão de uma prática simples, visando evitar os efeitos danosos das queimadas, por meio do enleiramento, em nível, dos materiais acima mencionados. Essa prática poderá ser implementada nas novas áreas agregadas às novas fronteiras agrícolas. Admite-se, apenas, a queima pontual dos troncos remanescentes da vegetação arbórea e arbustiva, existentes na área a ser trabalhada.



**Foto 23 – Queimadas Nocivas ao Solo**  
Fonte: Josualdo Justino Alves.



**Foto 24 – Formas Corretas de Proteção do Solo por meio do Enleiramento da Vegetação**  
Fonte: João Bosco de Oliveira.



[2.11] – Subsolação – A subsolação é uma prática agrônômica que tem como objetivo único romper camadas compactadas do solo, abaixo da camada arável, atingindo profundidade de trabalho de pelo menos 30 a 35 cm, utilizando os subsoladores.

A subsolação não é uma operação de preparo primário do solo. Por conseguinte, não deve ser executada, no mesmo local, antes de três anos. É uma operação pouco eficiente na eliminação de plantas daninhas e solta o material apenas em faixa.

O subsolador é um implemento constituído de um quadro porta-ferramenta, em que são montados os “braços” ou haste, separados entre si à distância, geralmente, maior de 50 cm, chegando até no máximo de 80 cm.

Sua ação é capaz de fazer penetrar suas hastes a uma profundidade da ordem de 30 a 35 cm, podendo manter essa profundidade durante o trabalho, sem que ocorram embuchamentos, sendo tracionado por trator com potência nominal superior 110 CV. Quando após a subsolação, é usada a grade pesada para destorroar ou eliminar ervas daninhas, o efeito da subsolação fica totalmente anulado.

Quando se pensar em realizar a subsolação, é necessário julgar a sua necessidade ou não. Observações de perfis do solo devem ser feitas no local a ser trabalhado e, para isto, recomenda-se que o agricultor recorra a um técnico da área, para a devida assistência. Não se deve efetuar subsolação sem necessidade.

O julgamento deve ser feito mediante a abertura de uma trincheira na área questionada. Na parede do perfil aberto, com auxílio de um canivete ou faca, verifica-se a presença ou não de camadas compactadas ou adensadas, sua espessura e profundidade. Na presença da compactação, buscam-se as alternativas para rompê-las:

- No caso da presença de compactação na profundidade de 10 a 20 cm,

utiliza-se o escarificador, associado à adubação verde. É a solução mais comum; e

- no caso do adensamento ocorrer a partir de 35 cm de profundidade, quando a lavoura exige maior profundidade para o sistema radicular, utilizar-se-á o subsolador.

A operação de subsolagem deve ser feita de preferência em solo seco, para aumentar sua eficiência, ou seja, permitir o rompimento lateral do solo. Quase nenhum efeito, de soltar o solo, consegue-se quando o mesmo está muito úmido, visto que, nesse caso, os ferros somente cortam o solo, sem quebrá-lo lateralmente.

O processo de compactação do solo envolve aspectos que se relacionam com a física, química e propriedades biológicas, como também, com os fatores ambientais, tais como o clima, tratamentos agronômicos do solo, principalmente o manejo e o tipo de cultura.

O processo de compactação é, basicamente, a mudança de volume de uma massa de solo. É uma alteração na densidade global do solo, que se reflete na relação de vazios ou na porosidade.

Para se entender o processo da compactação, é preciso ter em mente que o solo é formado por três fases: a fase sólida, composta de material, mineral e orgânico, a fase líquida, representada pela água, e a fase gasosa, constituída pelo ar. Embora essas três fases mantenham certo equilíbrio, em determinado solo, ocorrem algumas variações temporárias, devido a fatores como a chuva, a seca e a movimentação de máquinas sobre o terreno. Um solo considerado ideal mantém um equilíbrio entre as fases sólida, líquida e gasosa, contendo cerca de 50% de sólido, 20% de poros grandes que abrigam o ar do solo e 30% de poros pequenos que retém a solução ou água do solo.

Quando o solo é sujeito a uma pressão, como acontece quando um peso repousa sobre ele, ocorre uma deformação das partículas sólidas e da fase líquida, levando a uma diminuição do seu volume. Esse rearranjo ou movimentação das

partículas depende das características de cada solo e ocorre de maneira que as fases sólidas e líquidas tomam parte do espaço destinado à fase gasosa.

Entretanto, algumas medidas podem ser adotadas com a finalidade de diminuir a incidência de compactação dos solos agrícolas:

- Utilizar tratores com quatro rodas traseiras, a fim de distribuir melhor o peso;
- conduzir o trator com velocidade o mais alta possível, para diminuir o tempo de compressão do terreno;
- evitar trafegar pelos solos agrícolas quando estão muito molhados, os solos secos são mais resistentes a compactação; e
- diminuir o tráfego de veículos e estabelecer áreas para a movimentação.

**Adubação verde** – Entende-se por adubo verde a incorporação de



**Foto 25 – Subsolador de Hastes Fixa, Máquina Usada na Conservação do Solo**  
**Fonte:** João Bosco de Oliveira.

plantas não maduras, especialmente as plantas destinadas para a melhoria da fertilidade do solo e sua produtividade, podendo ser enterradas ou deixadas sobre a superfície. Quando a adubação verde é plantada para cobrir o solo e protegê-lo contra a erosão hídrica, também é chamada de cobertura morta.

O solo deve ser mantido coberto com plantas em crescimento ou com seus resíduos, durante o maior tempo possível, para evitar a ação dos agentes climáticos, água das chuvas e enxurradas, evitando-se a erosão hídrica. Dentre as funções da adubação verde, destacam-se:

- Proteger o solo do impacto das gotas de chuva sobre a superfície do solo desnudo, evitando a sua degradação e transporte de material pelo o processo erosivo;
- aumentar a infiltração das águas das chuvas no solo, através do sistema radicular das espécies vegetais;
- diminuir a velocidade de escoamento da enxurrada;
- produção de matéria orgânica, tanto pela parte aérea como pelas raízes, para ser aproveitada;
- soltar as camadas compactadas e realizar o chamado “preparo biológico do solo”;
- evitar a lavagem de nutrientes e adubo para as camadas inferiores do solo. Diminuir os custos com adubação química;
- diminuir a temperatura do solo, mantendo-a estável e favorecendo a vida de pequenos seres vivos;
- aumentar o rendimento das culturas posteriores pelo efeito residual da adubação verde, que melhora a fertilidade e a capacidade produtiva do solo;
- evitar o crescimento das ervas daninhas, abafando-as.

Os adubos verdes deverão ter as seguintes características:

- Devem ser resistentes a condições climáticas adversas, mostrando constância de produção;
- apresentar resistência a pragas e doenças e não exigir controle fitossanitário específico;
- não devem ser hospedeiras de doenças e pragas que prejudiquem a cultura comercial;
- apresentar crescimento inicial rápido, abafando plantas daninhas, e ciclo compatível com as culturas principais;
- produzir grande quantidade de massa verde, com alto teor de nitrogênio. Preferencialmente, devem ser plantas leguminosas, ou seja, fixadoras de nitrogênio no solo.
- não devem ser trepadeiras agressivas ou invasoras de difícil controle;
- apresentar fácil e abundante produção de sementes, para que não haja dependência da produção por terceiros e/ou importação das sementes;
- não devem ser concorrentes de culturas produtoras de alimentos ou outras utilizações comerciais, mas devem ser plantas em áreas que de outra forma ficariam em pousio.



**Foto 26 – Método Adubação Verde**

**Fonte:** Rolf Derspsch.

**Calagem** – A acidez do solo, além de certos limites, prejudica o desenvolvimento das plantas cultivadas, diminuindo a sua produção. Nos solos ácidos, o desenvolvimento de microrganismos é bastante reduzido, principalmente de bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico. A acidez torna o fósforo do solo dificilmente aproveitável.

A correção da acidez é realizada com a aplicação de cálcio ao solo, na operação conhecida como calagem. O papel do cálcio, aplicado na calagem, é neutralizar a acidez do solo, proporcionando melhores condições para o desenvolvimento das plantas. Em geral, o desejável é que todas as culturas se beneficiem com a calagem do solo e algumas, como as leguminosas, exigem um solo menos ácido para o desenvolvimento pleno da cultura.

A calagem proporciona melhor cobertura vegetal do solo, refletindo em maior proteção contra o impacto direto das gotas de chuvas, diminuindo, portanto, as perdas de solo e água pela erosão hídrica.

Na aplicação do calcário, há dois pontos a considerar: o material deve ser distribuído com antecedência suficiente para provocar, no solo, a mudança desejada no pH. Segundo Malavolta (1979), na prática, como regra, recomenda-se distribuir e incorporar o calcário, entre dois a três meses antes do plantio.

De conformidade com Malavolta e Pimentel Gomes (1979), para culturas anuais recomenda-se que a dose de calcário deve ser dividida, de preferência, em duas aplicações, metade antes do preparo primário do solo e a segunda metade no preparo secundário. O material é distribuído sobre todo o solo, numa operação manual ou mecânica. No primeiro caso, podem ser feitos montes de calcário na superfície de maneira uniforme; o operador com auxílio de uma pá distribui o material em sua volta. A distribuição mecânica é feita por implementos de diferentes modelos.

Nas culturas perenes, o calcário é aplicado, em primeiro lugar, sobre o solo e incorporado antes da abertura das covas ou sulcos. Nas plantações já estabelecidas, mas ainda novas, o material é distribuído ao redor das plantas em faixa larga e depois incorporado.

Diminuindo a acidez do solo, até níveis adequados para a vida das plantas, a calagem eleva a produção por uma combinação favorável de fatores:

- Diminui a concentração de elementos que nas terras ácidas podem se tornar tóxicos, como é o caso do alumínio e do manganês: 1 p.p.m de alumínio solúvel é tóxico para grande número de plantas cultivadas; 20 p.p.m de manganês também o é, sendo encontrado geralmente em valores de pH, mais elevados que aqueles em que se verifica a toxidez de alumínio;
- aumenta a disponibilidade do N, do P do S do B e de outros nutrientes;
- fornece cálcio e magnésio, prevenindo ou corrigindo possíveis deficiências tais como fundo preto do tomateiro e vermelhão do algodoeiro;
- fornece condições adequadas, principalmente pH e alta concentração de cálcio para a fixação simbiótica do nitrogênio; e
- melhora as propriedades físicas do terreno, tornando leves os solos pesados e, mais, facilitando o arejamento, armazenamento e a circulação da água.



**Foto 27 – Distribuidor de Calcário**  
**Fonte:** Gastão Silveira.

# **Manejo e Conservação em Áreas Montanhosas**

# 6

---

---



## 6 MANEJO E CONSERVAÇÃO EM ÁREAS MONTANHOSAS

### 6.1 Prática de Caráter Mecânico

#### 6.1.1 Terraço em patamar

##### [a] Considerações Gerais

Os terraços em patamares são estruturas muito antigas, utilizadas na conservação do solo em regiões montanhosas. Os incas, habitantes pré-colombianos do Peru e o Equador, construíram extensos sistemas de patamares nas escarpas das regiões andinas, os quais ainda se conservam e se utilizam.

Os terraços em patamares consistem em plataformas em escada, construídos em série através das encostas separadas por taludes quase verticais, protegidas com vegetação.

Os terraços em patamares se adaptam a terrenos com declividade acima de 20% e se caracterizam por apresentar, depois de prontos, um verdadeiro banco, ligeiramente inclinado para o lado de dentro do barranco.

Os patamares ou batentes têm um desnível lateral de 5 % até o talude superior e um desnível longitudinal até ao deságue, que pode ser até de 1%. Atualmente, seu uso tem se limitado a regiões com grande densidade de população e com escassez de terras planas, em que se justifica a inversão de grande quantidade de mão-de-obra para formar os patamares, ainda que sejam estreitos, para que se possa plantar e cultivar.

##### [b] Desenho e cálculo

Dois sistemas se utilizam para a construção destas estruturas. No primeiro, mediante o emprego de máquinas leves ou ferramentas manuais, de forma a efetuar o movimento da terra para baixo da pendente, até formar um batente, de conformidade com a figura que se segue. No segundo, o qual se denomina sistema de formação lenta, efetua-se a sementeira de plantas para a

formação das barreiras vivas bem densas, que após alguns anos podem efetuar cultivos normais, ficando o solo retido, lentamente até se formar os batentes. O segundo método é mais econômico, pois aproveita as práticas normais de cultivos obrigatórios realizados em uma lavoura, de outra maneira a própria erosão, entre as faixas das barreiras vivas, contribui para o desenvolvimento e formação do patamar.

Na figura que se segue, logo abaixo, apresenta-se a secção transversal típica de um terraço em patamar. Pode-se observar que o batente do patamar tem um declive de 5%, no sentido contrario da pendente do terreno. Isto permite que a água, que cai sobre a estrutura, desloque-se até o talude ou parede superior do patamar em que se concentra; em virtude do desnível longitudinal da estrutura até o deságue, a água sai lentamente do terreno. Assim, evitam-se concentrações prejudiciais de umidade na zona onde crescem os sistemas radiculares das plantas. O talude ou inclinação da parede do patamar depende da natureza do terreno. Em solo firme, pode-se usar um talude de 0.5:1 (que significa descer 0.5 unidades horizontais por 1 vertical), no entanto, há solos pouco estruturados que necessitam ser suavizados em até 1:1 ou 1.5:1.

Na Figura 7 apresenta-se a largura (c) do patamar, dada pela declividade do terreno e da profundidade do horizonte A do solo, pois, em todo caso, deve-se evitar que a profundidade de corte não ultrapasse a espessura do citado horizonte.

Suarez de Castro (1956) desenvolveu algumas fórmulas que facilitam o cálculo e a construção das estruturas. Considerando que já foi mostrada a profundidade de corte (h), a espessura do horizonte A, em metros, tem-se que a largura do patamar (c) é calculada mediante a fórmula:

$$C = 3.h / 4.p$$

Sendo:

$p$  = declive do terreno em metro por metro.

A guisa de exemplo supomos um terreno com 30 % de declive e com horizonte A de 40 centímetros de largura. A largura (C) do patamar será:

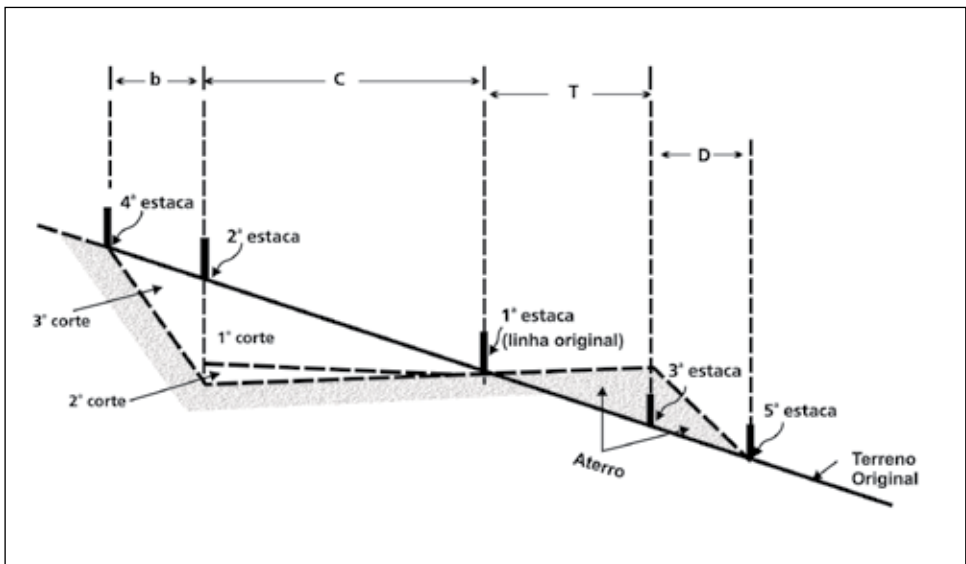
$$C = 3 \times 0.4 / 4 \times 0.3 = 1 \text{ metro}$$

Calculado, assim, o patamar, o corte não chega até o limite dos horizontes A e B e sim no pé do talude superior, lugar pelo qual vai o canal de deságue da estrutura.

Observando a figura anexa, a largura de corte deve agregar a largura da parte que sofreu terraplenagem (T) e pelo talude ( $b + b$ ), para obter a largura total (D) do patamar. Geralmente, o valor (T) é igual a (C) menos a profundidade do horizonte A. Por exemplo, no caso calculado anteriormente, T seria igual a:

$$1 - 0.4 = 0.6 \text{ metros}$$

Para simplificar os cálculos, foram desenvolvidas tabelas ou quadros, as quais são aplicadas a patamares com taludes de 1:1.



**Figura 7 – Sistema de Construção de Terraço em Patamar**

Fonte: Conservación de Suelos - Suarez de Castro – 1956.

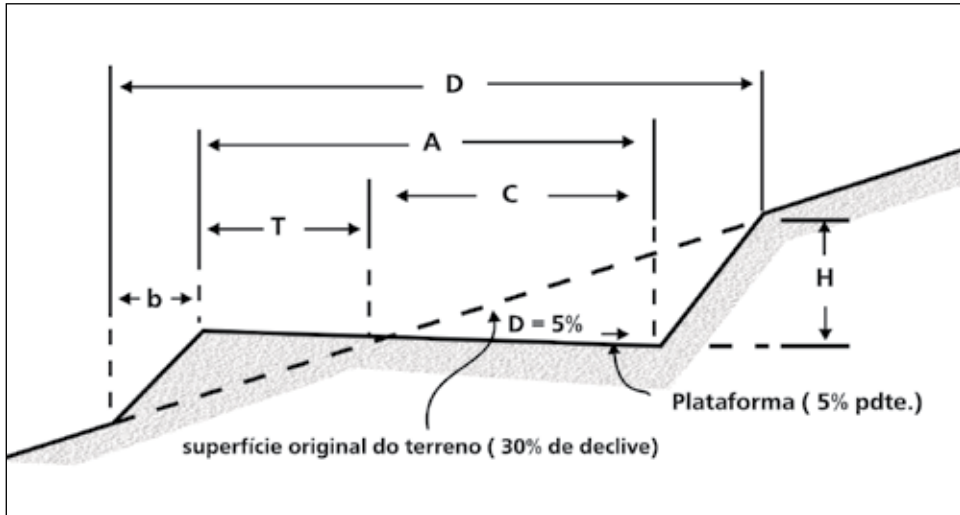


Figura 8 - Seção Transversal de um Terraço em Patamar  
Fonte: Conservación de Suelos - Suarez de Castro – 1956.



Foto 28 – Terraços em Patamares em Lavouras Frutícolas com Áreas de Roço Controlado  
Fonte: João Bosco de Oliveira.



Foto 29 – Terraços em Patamares em Lavouras Frutícolas com Áreas de Roço Controlado  
Fonte: João Bosco de Oliveira, 2004.

Tabela 4 - Cálculo de Patamares com Taludes 1:1

Declive do terreno em % ( p )	Profundidade do horizonte A em metro (h)	Largura do corte em metros (c)	Largura da faixa de terraplenagem (T)	Largura do talude em metros (b)	Largura total do patamar em metros (D)
20 %	0.2	0.75	0.55	0.19	1.68
"	0.3	1.12	.82	0.28	2.50
"	0.4	1.50	1.10	0.37	3.34
"	0.5	1.90	1.40	0.48	4.20
"	0.6	2.25	1.65	0.56	5.02
-	-	-	-	-	-
30 %	0.2	0.50	0.30	0.18	1.16
"	0.3	0.75	0.45	0.26	1.72
"	0.4	1.00	0.60	0.35	2.30
"	0.5	1.25	0.85	0.44	2.98
"	0.6	1.50	0.90	0.53	3.46
-	-	-	-	-	-
40 %	0.2	0.38	0.18	0.17	0.90
"	0.3	0.56	0.26	0.25	1.32
"	0.4	0.75	0.35	0.34	1.78
"	0.5	0.94	0.45	0.43	2.25
"	0.6	1.13	0.53	0.51	2.68
-	-	-	-	-	-
50 %	0.2	0.30	0.10	0.17	0.74
"	0.3	0.45	0.15	0.25	1.10
"	0.4	0.60	0.20	0.33	1.40
"	0.5	0.75	0.25	0.42	1.84
"	0.6	0.90	0.30	0.50	2.20

Fonte: Conservación de Suelos - Suarez de Castro – 1956.

Um patamar, calculado com base no Tabela 4, terá uma profundidade máxima de corte ligeiramente inferior à profundidade do horizonte A do solo.

### **[c] Marcação sobre o terreno**

Em terrenos com declividade variável, a distância é determinada na parte mais inclinada, de maneira que as niveladas básicas se separem nos pontos de declive mais suave; assim, será possível introduzir “cunhas” ou linhas incompletas nos locais onde se separam as linhas.

Em cada uma das linhas marcadas, procede-se assim:

- mede-se até acima da encosta uma distância igual a (c), de conformidade com o Quadro 15, e por aí marca-se uma nova linha que assinalará a largura do corte do patamar (de acordo com a figura apresentada);
- para baixo da encosta, mede-se distância igual a T, traça-se uma linha paralela as anteriores, a qual assinala-se a largura da terraplenagem “aterro” (terceira estaca na figura anexo);
- finalmente, traçam-se linhas paralelas às duas últimas (para cima e para baixo da encosta) e a uma distância delas igual a (b) da (Tabela 4), as quais indicam a largura do talude. (quarta e quinta estacas da figura apresentada).

### **[d] Escavação e terraplenagem**

Uma vez marcadas as linhas, com as estacas distanciadas de 10 em 10 metros, começa-se a escavação da caixa, delimitada pela primeira e segunda estacas, como observa-se na figura exposta, até que todo o fundo fique no mesmo nível do ponto onde está fixado a primeira estaca. Logo, escava-se a linha mestra, junto à parede da caixa, de profundidade igual a  $0,05 \times (c)$  e se une ao fundo desta com o ponto onde está a primeira estaca, formando rampa com declive uniforme; assim se processa o desnível transversal em todo o patamar. Por último, escavam-se os taludes.

**[e] Desagues**

Como no caso de toda estrutura, cuja finalidade seja transportar água, deve-se ter especial cuidado em selecionar e condicionar, em local mais apropriado possível, em que podem desaguar os patamares.

Em nenhum caso, a construção de um sistema de patamares terá início sem contar com uma zona bem protegida, em que podem desembocar, sem causar danos, as águas que cada estrutura transporta.

**[f] Proteção dos patamares**

Nas partes superiores do terreno, deve-se construir um canal paralelo aos patamares para desviar as águas de escoamento da parte mais alta. A dez (10) centímetros do bordo do talude inferior, semear uma barreira viva, composta de espécies gramíneas ou qualquer outra espécie apropriada, que dê estabilidade e resistência. Os taludes devem semear vegetação densa e rasteira. (Fotos 28 e 29).

**[g] Outras precauções importantes**

- Os patamares devem ser construídos começando pela parte mais alta do terreno e o deságue faz-se acima, de maneira que se cair um aguaceiro no tempo de construção, a água sai facilmente, sem provocar saturação do solo.
- Nunca se deve utilizar solos muito instáveis ou que tenham uma camada impermeável ou compactada e com pouca profundidade.
- A parte cultivada do patamar começa a 20 centímetros de cada uma das extremidades transversais.

## 6.1.2 Terraço em banquetta individual

### [a] Considerações gerais

Uma modificação de um terraço em patamar é chamada de terraço em banquetta individual, usado com êxito em várias regiões montanhosas da América Latina, em áreas com fruticultura e cultivo de café. Consiste em uma pequena terraplenagem circular ou oval, que se constrói arredondado em cada planta, com uma inclinação de 5 a 10%, contrário à direção da encosta do terreno. O diâmetro da estrutura varia com o declive da área. Tem-se utilizado, especialmente, em terreno com encosta entre 10 a 50%.

### [b] Vantagens e desvantagens

Além de sua ação antierosiva, o terraço em banquetta individual permite um melhor aproveitamento dos fertilizantes em áreas de encostas elevadas; assim mesmo, facilita a relação com a produtividade das lavouras.

Cada terraço em banquetta individual constitui um obstáculo que reduz a velocidade da água de escoamento, provocando a sedimentação do solo que está em suspensão e permitindo uma maior infiltração da água, onde crescem as raízes das plantas cultivadas.

Como nas regiões úmidas, os terraços em banquetas individuais não têm capacidade suficiente para reter toda a água de chuva, é necessário combiná-las com estruturas que transportem excessos de água, tais como acéguas de ladeiras ou canais divergentes de dispersão.

Os terraços em banquetas individuais são especialmente úteis em regiões secas, de chuvas escassas, nos quais é necessário conservar maior quantidade de umidade nos terrenos.

Têm, todavia, algumas desvantagens que, ultimamente, têm limitado bastante seu uso. Entre elas, podemos citar:



- O custo de sua construção é alto;
- ao estabelecê-la, limita-se artificialmente a zona de crescimento das raízes das árvores plantadas e, se as banquetas individuais têm um diâmetro reduzido (como ocorre em terrenos muito inclinados), refletem-se nas condições desfavoráveis para o normal desenvolvimento da planta; e
- quando se constroi em torno de árvores adultas, pode-se afetar muitas raízes absorventes, trazendo como consequência um perigoso desequilíbrio fisiológico.

Suárez de Castro (1956) comprovou que, no caso da cultura do café e de algumas fruteiras plantadas em terreno com pendente de 20 a 45 %, ao construir terraço em banquetas individuais, destroem-se em 35 a 40%, respectivamente, as radículas absorventes, pois não só se extraem diretamente todas as águas contidas na área limitada pelo alude superior da estrutura, sendo que as localizadas aí até acima interrompem sua conexão com o sistema total de raiz.

### [c] Especificações do terraço em banqueta individual

A forma da estrutura desejável é circular e que a planta fique no centro. Já o talude, que seja, em geral, com uma inclinação de 2:1, podendo chegar até 1:1 e, em todos os casos, protegidos com vegetação rasteira, com o objetivo de estabilizá-los. O diâmetro da banqueta é o mesmo que a profundidade dos cortes, dependendo da encosta do terreno. No Tabela 5, temos as seguintes dimensões mais usadas:

**Tabela 5 – Especificações dos Terraços em Banqueta Individual**

Declividade do terreno em (%)	Diâmetro total do terraço em (metros )	Diâmetro do corte (metros)	Diâmetro da terraplenagem (metros)	Profundidade de corte (centímetros)
< que 20 %	2.00	1.00	1.00	<30
20 a 30 %	1.80	0.90	0.90	36
30 a 40 %	1.50	0.75	0.75	38
40 a 50 %	1.20	0.60	0.60	35

Fonte: U.S.D.A. – Soil Conservation Service.

### **[d] Construção do terraço em banqueta individual**

Não é aconselhada a utilização de terraços, em banquetas individuais, em terrenos com o horizonte superficial, com uma espessura menor que 30 centímetros. Além disso, é preferível construí-las antes de que sejam verificadas a melhor época de semeadura, quando o solo continua com o nível alto de umidade, para que seja facilitada a compactação dos taludes.

Uma vez determinado o diâmetro da banqueteta individual, essa marca ao redor de um arbusto ou árvore ou mesmo de uma estaca, em que assinala o lugar onde se deve plantar; em seguida, faz-se o corte vertical do solo, até que todo fundo da banqueteta esteja no mesmo nível do ponto onde está, ou vai estar, a planta, deslocando a terra até o talude inferior.

Essa terra deve ser acomodada com cuidado, de forma a ficar bem compactada. Logo se escava o desnível do fundo do platô (5 a 10 %), contrário à encosta do terreno e, por último, escava-se o talude. Não se pode considerar terminada a construção até haver sido semeada a vegetação nos taludes, para evitar danos pela erosão.

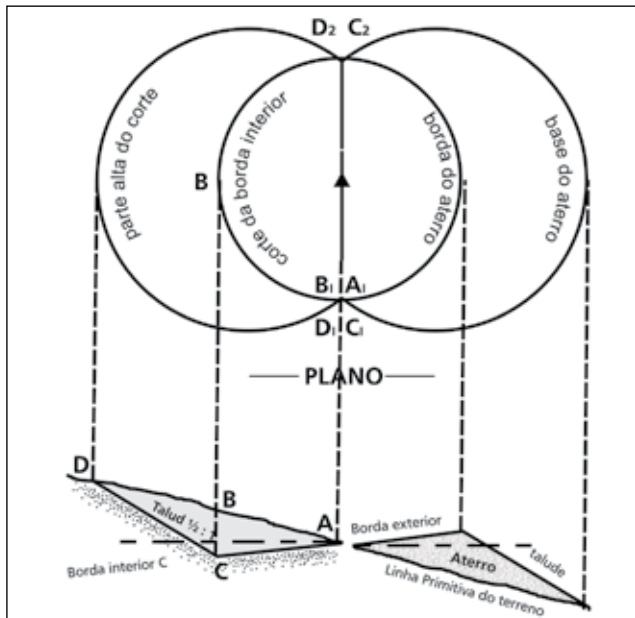
Nas regiões montanhosas das áreas tropicais, tem-se obtido alguma evidência experimental sobre redução nas perdas de solo e água, atribuídas aos terraços em banquetas individuais; todavia, como também se tem obtido dados que comprovam que, em muitos casos, as mesmas causam prejuízos às plantações, seu uso deve se restringir, seguindo os seguintes indicadores (SOUFFRONT, 1948):

- Deve-se utilizar, preferentemente, em zonas de escassez de chuvas. Em regiões muito úmidas, deve-se combiná-las com outras práticas, que ajudem a reduzir os excessos de água;
- seu uso é factível onde a mão-de-obra seja barata;
- não se deve construir em solo pouco profundo;
- sempre deve ser distribuído em contorno (em curva de nível);

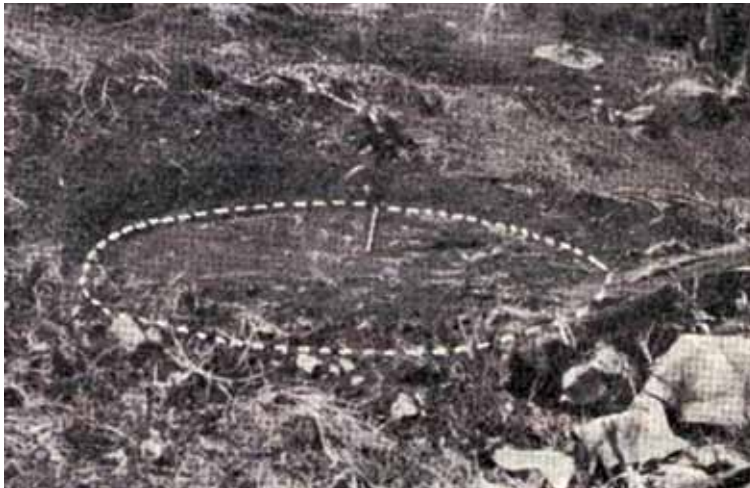
- sempre que possível, devem ser construídos antes de semear as mudas, que se deseja proteger.

O terraço em banqueta individual somente pode ser construído com ferramentas manuais, do tipo de enxadas, enxadão, picareta e chibanca, em virtude de sua própria forma, da declividade do terreno e da presença da muda ou planta. É escavado a partir da estaca, que determina o centro da banqueta. Para cima um talude aproximado de 1:3, em um semi-círculo, e a terra desagregada vai sendo deslocada para baixo, também em semi-círculo. Forma-se, assim, uma plataforma ao redor de onde ficará a planta, com aproximadamente o mesmo diâmetro que sua copa e ligeiramente inclinada para o lado de dentro do terreno.

Em terrenos de inclinação muito forte, deve-se evitar construir terraço em banqueta individual na época de chuva, pois o material desagregado dificilmente se mantém no lugar onde foi colocado. Nesse tipo de terreno, colocar, previamente, vegetação de sustentação na parte baixa para segurar a terra que irá compor o aterro da banqueta. Deve ser usado, para a sustentação da terra, vegetação de porte rasteiro. (Figura 9).



**Figura 9 – Seção Transversal da Banqueta Individual**  
**Fonte:** Conservación de Suelos - Suarez de Castro – 1956.



**Foto 30 – Banqueta Individual**

Fonte: Conservación de Suelos - Suarez de Castro – 1956.

### 6.1.3 Acéguas de encosta

#### [a] Considerações gerais

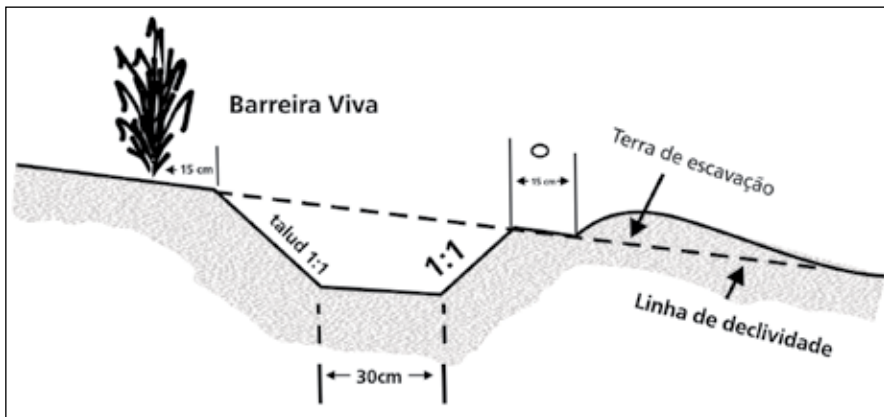
As acéguas de encosta, também denominadas de acéguas de ladeiras, são estruturas mecânicas utilizadas em regiões de precipitações elevadas e em terrenos de declividade entre 10 a 30 %, onde não é factível a construção de terraços de base larga ou base média.

Consistem em canais de 30 centímetros de largura no fundo, com taludes de 1:1 de desnível e profundidade variáveis, os quais são construídos à distâncias regulares, de acordo com o declive e o uso do terreno. A 15 centímetros do bordo superior da acéquia e em toda sua extensão planta-se sempre uma linha de planta com alta densidade (espaçamento reduzido), objetivando-se filtrar a água que chega ao canal e, desta forma, diminuir a quantidade de material que nela é depositado.

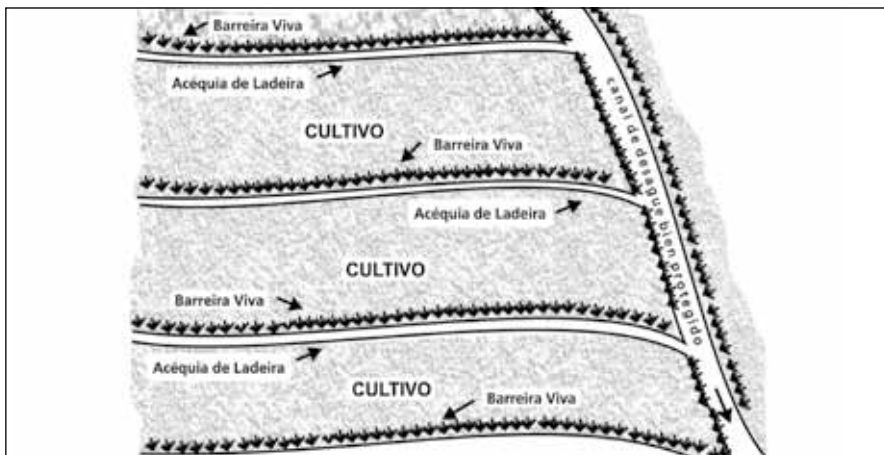
As acéguas de encosta não devem ser construídas em áreas de cultivo anuais ou pastagem, com mais de 30% de declive ou cultivo espaçado de culturas perenes, de mais 40 % de declive. São aconselháveis em zonas onde

ocorrem chuvas intensas e em solos argilosos, pouco permeáveis .

As acéguas atuam de forma semelhante aos canais de escoadouro divergente de deságue; ao dividir o comprimento do declive, cortam o escoamento superficial, antes que o mesmo adquira velocidade prejudicial, drenando lentamente o terreno dos excessos de água, levando a um deságue bem protegido. Os canais ou acéguas, assim dispostos, vão subdividindo o volume total do escoamento em porções pequenas, fáceis de manejar. Na figura que se segue é mostrado, esquematicamente, um sistema de acéquia de encosta.



**Figura 10 - Esquema de um Sistema de Acéquia de Encosta ou Ladeira**  
 Fonte: Conservación de Suelos - Suarez de Castro – 1956.



**Figura 11 - Esquema de um Sistema de Acéquia de Encosta ou Ladeira**  
 Fonte: Conservación de Suelos - Suarez de Castro – 1956.



**Foto 31 – Sistema de Acéquia em Culturas Anuais**  
Fonte: [www.elsalvador.com](http://www.elsalvador.com)

### **[b] Modo de calcular a acéquia de encosta**

Como no caso das barreiras vivas, o intervalo, ou distanciamento entre acéquias, varia com o declive do terreno e com a classe de cultivo que se tenha. A separação diminui nos terrenos de maior declividade e nas áreas ocupadas com culturas anuais como milho, mandioca, feijão, etc., os quais oferecem escassa proteção ao solo. Além disso, deve-se levar em conta que a acéquia tem uma dimensão fixa (30 centímetros), que é a largura do fundo, e não varia senão a profundidade e seu desnível.

Para facilitar o cálculo, usamos quadros preparados com base em uma intensidade máxima de chuva de 140 milímetros por hora na qual se ajusta, porém, em zonas muito úmidas. Para o cálculo, procede-se assim:

- Determina-se o declive crítico, ou seja, máxima declividade mais representativa do terreno;
- determina-se se a área é de um terreno ocupado com culturas anuais ou pastagens, ou então, para fruticultura. No caso de cultura anual, utiliza-se a Tabela 6. No caso de pastagem ou cultura permanente, utiliza-se a Tabela 7;

- busca-se na coluna (1) da Tabela 6 ou Tabela 7 (segundo caso) o declive mais próximo que se determinou sobre o terreno. Na coluna (2), lê-se a distância horizontal entre acéguas;
- mede-se, sobre o terreno, o comprimento aproximado de cada uma das acéguas;
- divide-se o comprimento de cada acéquia por 100;
- esse valor obtido, multiplica-se pelo número (Q) da coluna (4) correspondente à declividade do terreno;
- busca-se na Tabela 8 o valor de (Q), na (coluna 4) que mais se aproxima do valor obtido na operação anterior;
- na mesma linha horizontal, na Tabela 8, encontra-se o desnível que deve ter a acéquia, (coluna 1) e a profundidade efetiva (coluna 2); e
- à profundidade efetiva, agregam-se 10 centímetros para encontrar a profundidade que deve se dar ao canal.

O comprimento de cada acéquia não deve ser maior que o limite que se dá na (coluna 6) das Tabelas 6 e 7.

Quando se passa esta dimensão, torna-se necessário procurar desaguar uma metade da acéquia, até um lado e a outra metade até o outro lado, e a cada trecho calcula-se como uma acéquia separada.

#### [c] Marcação das acéguas de encosta

Depois de terminar os cálculos, efetuados com auxílio de qualquer aparelho de nivelamento, realiza-se o traçado de todas as acéguas no campo, aplicando-se o desnível que foi determinado mais conveniente. Logo se suavizam as curvas muito fechadas da linha de nível.

As acéguas de encosta são muito difíceis de construir em plantações perenes, já estabelecidas por tropeça em seu caminho (das niveladas básicas) com muitas árvores que necessitarão serem eliminadas. Deve-se estabelecer, de

preferência, antes de se realizar as novas plantações, de tal forma que sirvam de guia para o plantio em contorno, e tenha-se solo bem protegido durante os primeiros anos da plantação, nos quais é maior o perigo de erosão.

**Tabela 6- Dimensionamento das Acéguas de Encosta para Cultivos Anuais**

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Declividade do terreno em %	Distância horizontal entre acéguas em metros	Área útil, metro quadrado por cada 100 m. de canal	Descarga (Q) litros por segundo por cada 100 m. de canal	Metros de acéguas por Hectares	Limite de comprimento da acéguas em metros
2	42.0	4.200	109.5	238	90
3	30.7	3.070	95.0	326	100
4	25.6	2.500	65.0	400	120
5	21.6	2.160	56.0	464	140
6	19.3	1.930	50.0	518	160
7	17.7	1.770	46.0	565	180
8	16.5	1.650	43.0	606	200
9	15.6	1.560	40.5	645	220
10	14.8	1.480	38.5	675	360
11	14.2	1.420	36.0	705	270
12	13.7	1.370	35.5	730	280
13	13.2	1.320	34.4	755	290
14	12.9	1.290	33.4	780	300
15	12.0	1.200	31.2	835	320
16	11.3	1.130	29,2	890	340
17	10.6	1.060	27.6	945	360
18	10.0	1.000	26.0	1.000	380
19	9.5	950	24.6	1.055	400
20	9.0	900	23.4	1.110	420
21	8.6	860	22.3	1.165	450
22	8.2	820	21.3	1.220	470
23	7.8	780	20.4	1.275	490
24	7.5	750	19.5	1.330	500
25	7.2	720	18.7	1.390	500
26	7.0	700	18.0	1.440	500
27	6.7	670	17.3	1.500	500
28	6.4	640	16.3	1.550	500
29	6.2	620	15.8	1.612	500
30	6.0	600	15.6	1.670	500

Fonte: U.S.D.A. – Soil Conservation Service.

Todas as acéguas devem desaguar em um lugar bem protegido, com vegetação, em que não possam causar danos ao solo e perigo de erosão. Antes de começar a construção dos canais, deve-se fazer a localização de um conveniente deságue.



Tabela 7 – Acéguas de Encosta para Pastagem e Cultura Perenes

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Declividade do terreno em %	Distâncias horizontal entre acéguas em metros	Área útil em metros quadrados por cada 100m de canal	Descarga (Q) litros por segundo por cada 100m de canal	Metros de acéguas por hectares	Limites de comprimento das acéguas em metros
10	40.0	4.000	78.0	250	110
11	36.4	3.640	71.0	275	110
12	33.3	3.330	65.0	300	120
13	30.8	3.080	60.0	325	130
14	28.6	2.860	56.0	373	140
15	26.7	2.670	52.0	375	150
16	25.0	2.500	49.0	400	160
17	23.5	2.230	46.0	426	180
18	22.0	2.200	43.0	455	200
19	21.0	2.100	41.0	470	210
20	25.0	2.500	48.6	400	180
21	23.7	2.370	46.1	422	180
22	22.7	2.270	44.1	440	200
23	21.6	2.160	42.0	463	200
24	20.8	2.080	40.4	480	210
25	20.0	2.000	38.9	500	220
26	19.2	1.920	37.3	520	220
27	18.5	1.850	36.0	540	230
28	17.5	1.750	34.6	562	230
29	17.2	1.720	33.4	581	240
30	20.0	2.000	38,9	500	220
32	18.8	1.880	36.6	532	220
34	17.6	1.766	34.2	568	230
36	16.7	1.670	32.5	600	240
38	15.8	1.580	30.7	633	250
40	15.0	1.500	29.2	667	300

Fonte: U.S.D.A. – Soil Conservation Service.

A marcação das acéguas deve ser realizada do deságue para acima, de maneira que o fundo do canal da acéguas fique tão alto que não haja perigo de

água excedente na parte inferior do deságue.

#### **[d] Construção das acéguas de encosta**

A construção deve começar pela parte mais alta do terreno. Isso é muito importante, pois de outro modo poderia danificar toda a obra, provocando um risco de erosão muito forte. Geralmente, o trabalho é feito a mão, ainda que seja necessário dar duas ou três passadas de arado de tração animal, realizadas previamente sobre linha de demarcação, o que diminui em muito o trabalho manual necessário.

A terra, que se tira da escavação, deve ser colocada do lado inferior do canal, de forma que, depois de se fazer os taludes, fique a 15 centímetros de distância. (Figura 10). Assim, evita-se que volte a cair dentro da acéquia.

Deve ser escavada, primeiro, uma valeta, com profundidade igual  $2/3$  da profundidade necessária. Em seguida, marcam-se os pontos que tenham a declividade exata, projetada para o canal da acéquia, e termina-se a escavação unindo os pontos demarcados. Em seguida, estabelece-se os taludes dos necessários. Deve-se ter grande cuidado para que as acéguas não fiquem com altos e nem baixos, que logo formariam pontos encharcados. O declive deve ser uniforme em todo o percurso.

Ao terminar esse trabalho, procede-se o plantio de uma barreira viva ou um renque constituído por plantas de crescimento rápido e denso, a 15 centímetros do bordo superior da acéquia, em toda sua extensão. Essas estruturas (barreiras vivas), devem ser plantadas em fileiras duplas, desencontradas uma das outras, com distância de 15 a 20 centímetros, entre cepas ou estacas.

As acéguas de encosta devem-se manter perfeitamente limpas, tanto de ervas daninhas como de restos vegetais. Depois de fortes enxurradas, devem ser feitas vistorias, para fazer reparos, se necessários. Se as acéguas não são

mantidas de forma correta, podem ocorrer quebras na estrutura, causando grandes danos.

**Tabela 8 – Especificações das Acéguas de Encosta**

(1) Desnível da acéquia dados em metro por metro	(2) Profundidade efetiva em metro	(3) Descarga (Q) em litros por segundo
0.008 (*)	0.03	3.6
"	0.06	9.2
"	0.09	18.8
"	0.12	31.5
"	0.15	51.0
"	0.18	74.0
"	0.21	98.0
.....		
0.10 (**)	0.03	4.1
"	0.06	10.8
"	0.09	22.1
"	0.12	37.5
"	0.15	57.5
"	0.18	81.5
"	0.21	110.0

(\*) – Corresponde a um desnível de 8 por 1000

(\*\*) – Corresponde a um desnível de 1 por 100

Fonte: Conservación de Suelos - Suarez de Castro – 1956.

Nota: Agrega-se 0.10 metros à profundidade efetiva, para se obter a profundidade que deve ter o canal.

### 6.1.4 Terraço divergente

O terraço divergente é uma estrutura composta de um canal e um camalhão de terra na parte baixa, construído no sentido contrário ao maior declive do terreno, com um pequeno caimento, para proporcionar o transporte de enxurrada, em baixa velocidade, para um desejado ponto de escoamento.

Esse terraço é usado para um, ou mais, dos seguintes propósitos:

- Desviar a enxurrada das cabeceiras das voçorocas, para impedir o progresso da erosão;
- reduzir o comprimento de rampa, atuando como prática suplementar, em terrenos com culturas em faixa, plantadas continuamente;
- interromper a concentração da enxurrada de terrenos de topografia suave, em que, por serem planos, não é recomendado o terraceamento;

- desviar a enxurrada das proximidades das construções rurais;
- drenar a área acima, das fontes naturais de água;
- proteger um sistema de terraceamento, desviando a enxurrada de sua cabeceira;
- proteger as áreas planas das enxurradas, vindas das partes altas; e
- proteger as terras de baixadas, sujeitas a inundações ou problemas de sedimentação.

As áreas acima do terraço divergente devem ser controladas por um manejo de solo ou outras medidas estruturais, a fim de prevenir a acumulação de sedimentos nos seus canais. Quando é impossível estabelecer uma cobertura vegetal eficiente, a capacidade do canal deve ser aumentada para conter o excesso de sedimentação.

A locação do terraço divergente deve ser determinada pelas condições dos escoadouros naturais (talvegues), da topografia, do uso e tipo de solo e do comprimento da rampa. Quando a finalidade for proteger da enxurrada uma área cultivada, junto a uma área de pastagem, devem ser construídas na linha divisória, entre ambas. Se a área vai ser terraceada imediatamente abaixo do terraço divergente, deve ser locado com o mesmo gradiente dos terraços, a fim de que a primeira faixa seja aproximadamente paralela; com isso, facilitam-se as operações de cultivo, uma vez que a faixa entre o terraço divergente e o primeiro terraço, fica uniforme.

Quando o canal divergente é construído para desviar as enxurradas de cabeceiras de voçorocas, é importante que o terraço esteja em boa distância da voçoroca, a fim de proteger o terraço consolidado e evitar novos desbarrancamentos.

Quando são usados para proteger as terras planas das enxurradas vindas dos terrenos altos, devem ser construídos próximos à base das terras altas,

para desviar a enxurrada, antes que se espalhe nas terras baixas.

Quando são empregados para proteger as terras de baixada, sujeitas à inundação, devem ser construídos abaixo da base do terreno inclinado, a fim de aumentar-lhe a capacidade e tornar a construção mais econômica.

O canal do terraço divergente deve ter capacidade para receber a enxurrada esperada, no seu máximo de precipitação da área que está protegendo, a qual deve ser calculada como para os canais de escoadouros.

## **6.2 Práticas de Caráter Vegetativo de Recuperação de Solo e da Vegetação**

### **6.2.1 Barreira viva ou renque**

#### **[a] Considerações gerais**

As barreiras vivas ou renques são fileiras de plantas perenes de crescimento denso, dispostas com determinado distanciamento horizontal e plantadas através do declive, sempre em contorno ou curva de nível.

O objetivo principal destas barreiras é reduzir a velocidade da água, que corre sobre a superfície do terreno e reter o solo. Para cumprir com esta finalidade, deve-se utilizar plantas perenes de crescimento denso, semeadas em fileiras contínuas ou quase contínuas, que, no tempo mais curto possível, formem um obstáculo efetivo, ao passar do tempo no solo (Foto 30).

As barreiras vivas podem ser empregadas tanto em cultivos anuais como em cultivos densos ou de pomares. À medida que se verifica carpas ou limpas das faixas de terreno, compreendidas entre as barreira vivas, o solo que se deposita contra elas vai formando patamares, os quais podem ficar completos em um período de quatro a cinco anos. Esse é o método mais simples e econômico de formar terraço em patamares ou banqueteta.

A barreira viva tem, além disso, a vantagem de constituir um guia permanente para o plantio em contorno ou em nível.

**Tabela 9 – Espaçamento das Barreiras Vivas para Cultivos Anuais**

Declividade do terreno em %	Distâncias horizontal em metros
5	20.00
10	15.00
15	10.00
20	9.00
25	8.00
30	6.50
35	6.00
40	6.00

Fonte: Conservación de Suelos - Suarez de Castro.

### **[b] Espaçamento das barreiras vivas**

Quando se usa em cultivos que sofrem capinas intensivas, ou seja, com práticas que protegem pouco o solo, como é o caso do milho, da mandioca, da batata, do algodão, etc., há necessidade de se estabelecer um espaçamento menor do que quando se utiliza nos cultivos densos ou de pomares. Nos cultivos anuais, a água da chuva que não é infiltrada nos terrenos, escoar muito rapidamente pela superfície do solo desnudo, sendo necessário se estabelecer obstáculos a pequenas distâncias. O mesmo sucede com os terrenos inclinados; à medida que são mais inclinados, torna-se necessário maior número de barreiras vivas. O espaçamento utilizado entre as barreiras é determinado com o auxílio da Tabela 9.

É evidente que, nos terrenos de excessivo declive, o ideal é não efetuar cultivo com culturas anuais (milho, mandioca, fumo, algodão, etc.), porém, em muitos casos, isto é impossível de se conseguir, em algumas regiões entre montanhas degradadas e com grande densidade demográfica de população, onde o plantio de barreira viva reduz o risco de erosão.

Ao verificar o plantio da lavoura, as barreiras vivas devem-se tornar uma linha guia e o plantio deve ser feito em linhas paralelas a elas. Logo, todas as capinas foram executadas em contorno.

Em regiões de muita chuva, onde caem enxurradas muito fortes e com

solos argilosos ou pouco permeáveis, é conveniente dar às barreiras vivas uma inclinação ou declive de 0.5 a 1.0 % até um deságue natural ou talvegue protegido, para evitar saturação do solo e ocorrência de jorro d'água. Isso é especialmente importante em cultivo de tubérculos, os quais são muito vulneráveis ao excesso de umidade .

Nos cultivos densos ou em pomares, devem ser mais separadas as barreiras vivas. Nesse caso, pode-se utilizar o espaçamento constante na Tabela 10.

**Tabela 10 – Espaçamento das Barreiras Vivas para Cultivos Densos e Pomares**

Declividade do terreno em %	Distância horizontal em metros
5	25
10	20
15	18
20	15
25	15
30	12
35	12
40	9
45	9
50	9
55	9
>60	6

Fonte: Conservación de Suelos - Suarez de Castro.

Nas plantações perenes, as barreiras vivas devem ficar entre as ruas, sem se aproximar muito das árvores ou arbustos.

Em hortos ou plantações ovais, barreiras vivas devem ser plantadas no momento de marcar as plantações e usar como linha guia em contorno. Em plantações velhas, é necessário desviar alguns pontos da linha da barreira, por se encontrar plantas mal localizadas.

### **[c] Plantas que podem ser utilizadas para barreiras vivas**

Em princípio, não se deve usar espécie perene de grande longevidade, sendo as mais recomendadas as espécies das famílias de gramíneas e de bromeliáceas:

<i>Andropogon muricatus, Retz.</i> .....	CAPIM VETIVER
<i>Andropogon citratus, DC.</i> .....	CAPIM SANTO
<i>Panicum melinis, Trin.</i> .....	CAPIM GORDURA
<i>Pennisetum purpureum, Schum.</i> .....	CAPIM ELEFANTE
<i>Saccharum spontaneum, sp.</i> .....	CANA FORRAGEIRA
<i>Canna indica, Linn.</i> .....	CANA DA ÍNDIA
<i>Carludovica palmata, Ruiz.</i> .....	BOMBONAÇA
<i>Heliconia bihai, sp.</i> .....	BANANEIRA BRAVA
<i>Bromélia karatas, sp.</i> .....	CROATÁ

Em cada região existem várias espécies que reúnem condições de crescer rapidamente, com densidade satisfatória, podendo ser utilizadas com êxito.

As leguminosas, como a crotolaria, o guandu e a marmelada de cavalo, são aconselháveis como barreiras vivas. Essas plantas são magníficas como adubação verde, sombreamento transitório em plantações de pomares etc., mas não formam um bom obstáculo ao arraste do solo. Em todos os casos, as plantas usadas como barreiras vivas devem ser plantadas desencontradas ou em triângulo, distanciadas entre 15 a 20 centímetros.

#### **[d] Como se estabelecem as barreiras vivas**

A implantação dessa prática de conservação do solo deve seguir os passos:

- Antes de tudo, deve-se efetuar a determinação da declividade média ou típica do terreno;
- com esse valor do declive, busca-se nas Tabelas 9 e 10 a distância que deve se estabelecer as barreiras vivas.

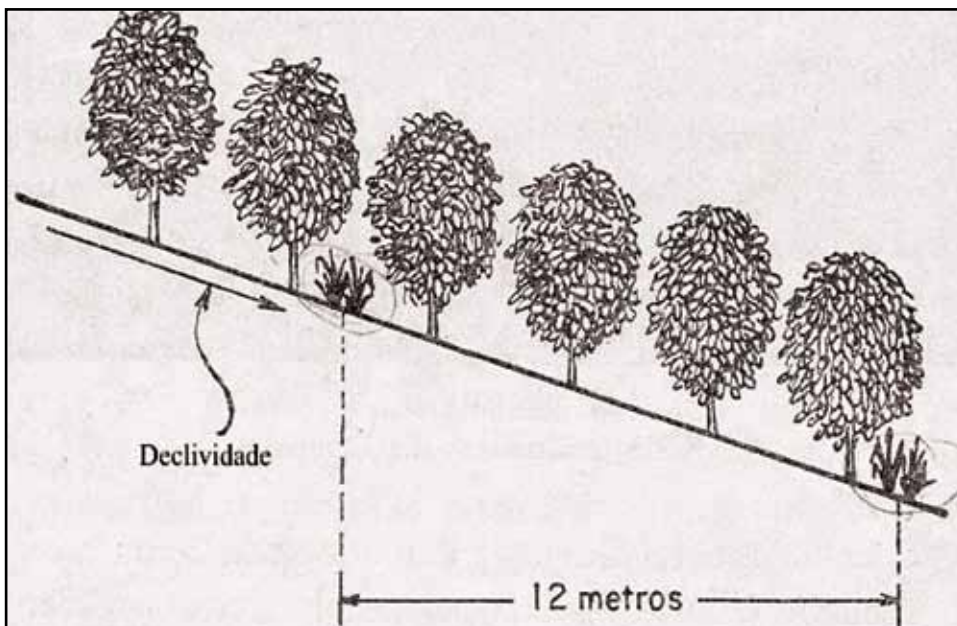


- com qualquer aparelho de nivelamento, traçam-se sobre o terreno e marcam-se com estacas as linhas correspondentes, na forma como se explicou ao falar no plantio em contorno; e
- remove-se uma faixa de terreno de 50 centímetros, de ambos os lados das linhas de estacas, e planta-se as espécies que serão utilizadas.

Em todos os casos, essas plantas devem ser semeadas em fileiras duplas, desencontradas, ou em triângulo, e distanciadas de 15 a 20 centímetros.

[e] Manutenção das barreiras vivas

Tão importante quanto plantar uma barreira é conservá-la adequadamente. Em nenhum caso, deve-se permitir que se expanda muito, ameaçando invadir o terreno. Deve-se podar periodicamente e evitar seu excessivo crescimento. Ao se verificar as capinas, observar a acumulação de resíduos, junto às barreiras, e a maneira como vão se formando os patamares.



**Figura 12 – Esquema de Implantação de “Barreiras Vivas” em Áreas de Pomares**  
**Fonte:** Conservación de Suelos - Suarez de Castro – 1956.

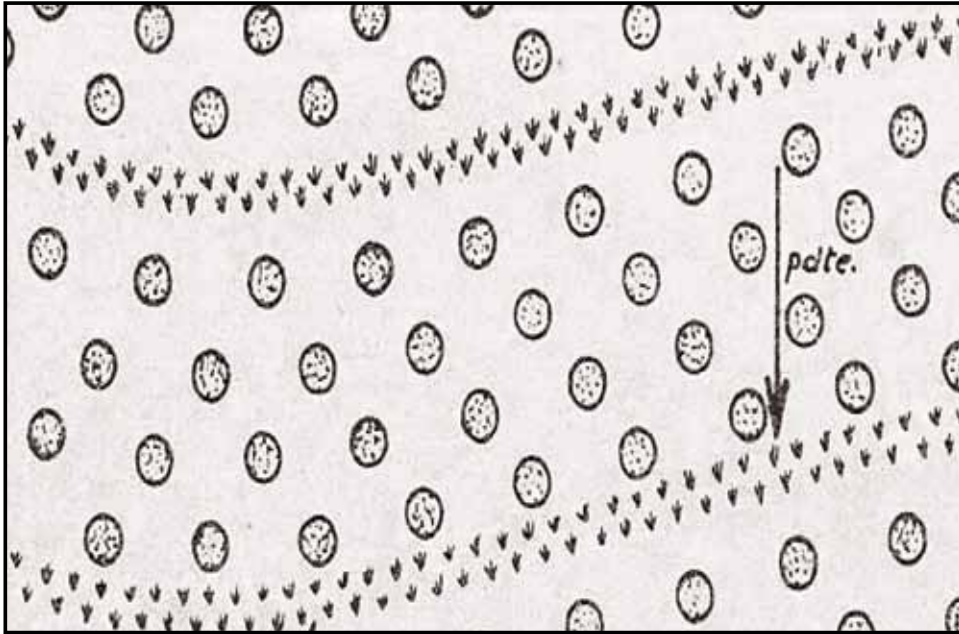


Figura 13 – Esquema de Implantação de “Barreiras Vivas” em Áreas de Pomares  
Fonte: Conservación de Suelos - Suarez de Castro – 1956.

## 6.2.2 Faixas de contenção

Uma modalidade das barreiras vivas são chamadas faixas de contenção, que consiste em faixas, geralmente formadas por pastos, distanciadas da mesma forma que as barreiras, com 1,5 metros de largura, que se estabelecem no terreno em que se plantam culturas anuais.

Quando se abre uma área de pastagem, utiliza-se o auxílio de um aparelho nivelador (pé de galinha, nível de borracha ou topográfico) para se marcar as linhas de contorno, distanciadas como se fossem estabelecer barreiras vivas, fazer linhas paralelas a um metro de distância de cada linha guia nivelado e manter nessas posições, assim demarcadas, a vegetação primitiva. Esse sistema é especialmente útil em terrenos muito acidentados. (Foto 32 a seguir).



**Foto 32 – Culturas em Faixa de Contenção ou Retenção**  
**Fonte: EPAGRI.**

# **Elaboração de Plano de MBH em um Município**

---

---

7

## **7 ELABORAÇÃO DE PLANO DE MBH EM UM MUNICÍPIO**

A elaboração de um plano de microbacia hidrográfica é feita por etapas, iniciando-se com a identificação das microbacias hidrográficas existentes no município, com um diagnóstico de sua situação, um perfil socioeconômico do município e de sua comunidade e com a seleção das microbacias que serão trabalhadas.

### **7.1 Critérios para a Seleção das Microbacias Hidrográficas**

Uma comissão municipal de coordenação do programa deverá ser criada. Após sua constituição, deverá promover um amplo debate com os líderes comunitários, com as organizações de produtores e com as lideranças municipais, no sentido de internalizar a proposta do Programa da implantação da MBH.

Esse debate deverá gerar o estímulo necessário, para que as comunidades organizadas participem da identificação das microbacias hidrográficas existentes no município e da elaboração do diagnóstico de sua situação.

O diagnóstico elaborado objetivará, inicialmente, estabelecer parâmetros que possibilitem aplicar, à seleção das microbacias hidrográficas do município, os seguintes critérios de precedência:

- Áreas que concentrem um maior número de pequenos produtores;
- áreas que apresentem uma significativa produção de alimentos básicos;
- locais onde existam projetos de assentamentos do plano de reforma agrária, previsto para o Estado;
- locais onde estejam sendo desenvolvidos projetos comunitários, explorados por pequenos produtores rurais;
- localidades onde haja interesse e disposição, por parte da administração municipal e dos produtores rurais, em investir recursos e esforços no Programa;

- áreas nas quais os cursos d'água tenham importância para o abastecimento e uso múltiplos;
- locais onde existam problemas de erosão ou ocorram outras formas de degradação dos recursos naturais ali existentes;
- localidades que disponham de recursos humanos e materiais para a implantação dos projetos; e
- preferencialmente, as áreas que estiverem seus divisores de água e tributários bem definidos.

A aplicação desses critérios indicará as unidades hidrográficas a serem trabalhadas e sua ordem de prioridades.

Encerrada a seleção das microbacias hidrográficas, a etapa seguinte será a elaboração conjunta, da equipe técnica com a comissão municipal de coordenação do programa, do projeto proposto de microbacia.

## **7.2 Roteiros para Elaboração do Projeto de Microbacia Hidrográfica**

O Projeto de microbacia hidrográfica deverá ser organizado de modo a permitir que as informações, nele contidas, estejam dispostas de maneira clara e coerente. Para sua composição, poderá ser adotada a seguinte estrutura básica:

### **Diagnóstico**

[a] Dados Gerais do Município

[b] Dados de Microbacia

- Caracterização socioeconômica;
- caracterização fisiográfica;
- práticas de manejo atualmente utilizadas; e

- identificação dos problemas da comunidade.

### **Seleção da Microbacia**

### **Elaboração do Projeto**

### **Planejamento da Microbacia**

Detalhamento dos itens que deverão compor o projeto executivo da microbacia:

## **7.3 Diagnóstico**

### **[a] Dados Gerais do Município**

Distância da Capital;

altitude;

áreas;

habitantes;

- meio urbano
- meio rural

número de produtores;

- pequenos
- médios
- grande.

### **[b] Dados da Microbacia**

Mananciais hidrográficos;

- tratamento da água;
- uso da água;
- proteção das margens dos rios;
- obras de contenção de sedimentos;
- tipo de vegetação existente;
- culturas exploradas;
- tipo de solos, seus atributos e propriedades; e
- avaliação da fauna.

### **7.3.1 Características socioeconômicas**

Situação fundiária;

número de propriedades;

tamanho médio das propriedades; e

uso atual da terra:

- culturas anuais (áreas e produtividade média)
- culturas perenes (áreas e produtividade média)
- cobertura vegetal nativa (áreas)
- cobertura vegetal de reflorestamento (área)
- área de pastagens nativas (densidade – número de cabeças por hectare)
- área de pastagens cultivadas (densidade – número de cabeças por hectare)
- criações (espécies e número de cabeças).



condições de mercado;

acesso ao crédito;

rede viária;

maquinaria existente;

organizações de produtores;

nível de associativismo e cooperativismo;

condições de saúde, higiene e educação;

armazenamento; e

atividades de piscicultura.

### **7.3.2 Caracterização fisiográfica**

Localização cartográfica do município;

área da microbacia hidrográfica;

mapa da microbacia em escala apropriada – o mapa de deva conter os principais cursos de água, a rede viária e outras informações;

Solos:

- classificação – distribuição e quantificação de cada unidade em hectares
- relevo dominante da microbacia
- grau de erosão nas áreas da microbacia
- aptidão agrícola – segundo a metodologia proposta por Bennema e Camargo (1964)

Clima:

- precipitação média
- temperatura média
- evapotranspiração potencial
- umidade relativa
- velocidade do vento
- índice de aridez
- período da quadra chuvosa
- número de meses secos no ano

Hidrologia:

- vazão média do rio principal
- disponibilidade de água
- recarga dos reservatórios
- qualidade de água
- usos da água – abastecimento rural e urbano e uso múltiplos
- reservatório – número e volume de acumulação

## **7.4 Práticas de Manejo Atualmente Utilizadas**

Práticas biológicas e culturais

- adubação verde
- adubação orgânica
- rotação de cultura
- plantio e replantio

- plantio direto
- cultivo mínimo
- incorporação de restos culturais

#### Práticas mecânicas

- terraceamento
- cordões de pedras
- cultivo nível
- patamares
- banquetas individuais
- adequação e recuperações de estradas vicinais e caminhos de serviços
- descompactação do solo
- escarificação

### **7.4.1 Identificação dos problemas das comunidades**

As comunidades da microbacia deverão participar ativamente do processo de identificação dos seus problemas e de priorização das ações voltadas para a sua solução. As recomendações técnicas, que vierem a ser propostas, deverão se ajustar à realidade local, de forma que possam ser implementadas e, assim, contribuir para a melhoria da situação socioeconômica e ambiental da região.

### **7.5 Seleção da Microbacia**

Na seleção da microbacia devem ser aplicados os critérios de precedência, anteriormente, mencionados no item 1.

### **7.6 Elaboração do Projeto**

O projeto de microbacia hidrográfica não obedecerá a um padrão pré-estabelecido, quando de sua elaboração, face à especificidade que se reveste o conteúdo de cada projeto elaborado.

## 7.7 Planejamento da Microbacia

O planejamento da microbacia a ser trabalhada deverá ter como base as informações obtidas acerca do município, no qual ela está situada: sua localização física, seu perfil socioeconômico, a situação de sua comunidade etc.

O planejamento abrangerá um período de quatro anos e as atividades, nele previstas, serão detalhadas em termos de execução anual e de recursos necessários, conforme modelos a seguir:

Atividades	Total ou unidades	Propriedades Beneficiadas	Órgãos executores	Cronograma de execução – anos			
				I	II	III	IV

Atividades	Recursos Próprios	Contrapartidas – em R\$											
		Municipal – Ano				Estadual - Ano				Federal - Ano			
		1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°

## 7.8 Roteiro para Elaboração de Plano Municipal de Bacias Hidrográficas

O plano municipal de microbacias hidrográficas deverá ser organizado de modo a permitir que as informações, nele contidas, estejam dispostas de maneira coerente. Para sua composição, poderá ser adotada a seguinte estrutura básica:

Identificação do Município

- Área e localização;
- fontes de recursos;
- arrecadação; e
- projeção do município no âmbito do Estado

Perfil das microbacias

- Número de microbacias
- importância da microbacias
- número de beneficiários
- situação atual das áreas

A execução dos projetos, previstos para cada microbacia, obedecerá à prioridade estabelecida pela própria comunidade de cada uma delas.

Nome da MBH	Prioridade	Recursos – em R\$ do (a)				Órgão Executor	Observação
		Comunidade	Município	Estado	Federal		

## 7.9 A Elaboração do Plano Estadual de Microbacias Hidrográficas

Para a elaboração do plano estadual de microbacias hidrográficas, as informações contidas nos diversos planos municipais de microbacias hidrográficas deverão ser reunidas e ordenadas, segundo o modelo a seguir:

ESTADO DO CEARÁ				
Nome dos Municípios	Nº de MBH	Nº de Produtor	Recursos em R\$ do (a) Produtor.Município. Estado. Federal. Total	Observações
TOTAL				



# **Microbacia Piloto**

## **Demonstrativa**

# 8

---

---



## 8 MICROBACIA PILOTO DEMONSTRATIVA

### 8.1 Consideração Geral

Com a instituição do Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas, através do Decreto nº 94.076, de 5 de março de 1987, o desenvolvimento rural no Estado do Ceará ganha uma nova conotação, em que a utilização dos recursos naturais passa por um planejamento integrado.

Os esforços do setor público e a geração e a transferência de tecnologias, principalmente, no setor agrícola, se voltam para a bacia hidrográfica, considerando a propriedade como pertencente a uma unidade fisiográfica maior e observando a dinâmica ecológica dessa área, onde fatores biofísicos, econômicos e sociais, pelas suas inter-relações, têm grande influência na unidade como todo.

A bacia hidrográfica pode ser conceituada como uma área de terra drenada por um curso d'água ou por um sistema conectado de cursos de água que convergem para um ponto mais baixo na paisagem. A bacia hidrográfica é separada, periféricamente, da bacia contígua por uma linha divisória denominada divisor de água. Cada chuva que cai, a partir desse ponto, dirige-se para o curso d'água principal.

A água da chuva pode infiltrar-se, alimentando o lençol freático, e reaparecer como fonte em pontos mais baixos, ou pode escoar superficialmente, arrastando solos, danificando propriedades, provocando enchentes, assoreamento e poluição de mananciais, com deterioração da vida aquática.

O processo de infiltração da água no solo é significativamente alterado pelas atividades agrícolas, industriais, de mineração, de lazer, de habitação etc., o que, conseqüentemente, afetará, num sentido mais amplo, toda a bacia hidrográfica.

O Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas visa conseguir a conservação e a preservação dos recursos naturais e a obtenção continuada de alimentos, fibra e água para seus usos múltiplos, por meio do planejamento e do manejo adequado desses recursos.

## **8.2 A Microbacia Piloto Demonstrativa**

Por microbacia piloto demonstrativa, entende-se uma unidade representativa da região em termos de forma, tamanho, sistema de drenagem, solos, cobertura vegetal, relevo, clima, aspectos econômicos e sociais etc.

Essa unidade deverá ser selecionada, planejada e monitorada pela pesquisa agropecuária e pela extensão rural, com a participação dos produtores rurais e de outros órgãos afins.

Prevê-se, para a microbacia piloto, a instalação de equipamentos que possibilitem a mensuração de determinados fatores climáticos, físicos, químicos e biológicos do solo, bem como o acompanhamento de variáveis socioeconômicas.

Esta unidade piloto deverá ser caracterizada e acompanhada, ao longo do tempo, pela extensão rural e outros parceiros, quando serão quantificados os efeitos das tecnologias aplicadas, diante da realidade local, e desenvolvidos novos sistemas agrícolas, por meio de experimentos no âmbito das propriedades rurais.

## **8.3 Objetivo Geral da Microbacia Piloto Demonstrativa**

A microbacia piloto terá como objetivo geral canalizar os esforços das diversas instituições públicas e privadas para que, em perfeita sintonia com interesses da comunidade, possam desenvolver projetos de cunho socioeconômico e sistemas de uso e manejo dos recursos naturais que, adequados à realidade local, permitam, ao mesmo tempo, o incremento da renda líquida do produtor e a conservação e a preservação desses recursos.

### 8.3.1 Objetivos específicos

São objetivos específicos da microbacia piloto demonstrativa:

- Selecionar e gerar sistemas de uso e de manejo dos recursos naturais, notadamente água e solo, mais adequados às condições socioeconômicas e fisiográficas da bacia;
- desenvolver uma metodologia para o estudo de microbacia hidrográfica;
- servir como polo irradiador de novas tecnologias e instrumento de capacitação de recursos humanos;
- buscar o incremento da produtividade e da renda do produtor rural, com alternativas tecnológicas adequadas aos recursos naturais e apropriadas às condições socioeconômicas da bacia;
- diversificar e integrar as atividades agrosilvipastoris e industriais, visando à diversificação da produção da bacia;
- melhorar e preservar as condições físicas, químicas e microbiológicas do solo, por meio do uso racional de corretivos, de adubos orgânicos e minerais, de implementos agrícolas, de restos de cultura etc.;
- preservar e/ou recuperar reservas florestais de espécies nativas, principalmente às margens dos cursos d'água e nas cabeceiras dos rios e dos córregos; e
- sensibilizar o produtor rural para o fato de que sua propriedade é um componente de uma unidade fisiográfica maior, a bacia hidrográfica, e que o mau uso do solo e/ou da água acarretará prejuízo para si próprio e para os demais.

### 8.4 A Seleção da Microbacia Piloto Demonstrativa

De acordo com o programa proposto, a seleção da microbacia piloto demonstrativa será norteada pelos seguintes critérios:

- Interesse e disposição, por parte da administração municipal e dos produtores rurais, em investir recursos e esforços do Programa;
- área onde haja maior concentração de pequenos produtores;
- área com significativa produção de alimentos básicos;
- área com problema de erosão hídrica e/ou outras formas de degradação dos recursos do solo, da água, da flora e da fauna;
- área em que o curso d'água ou os cursos d'água que drenam a bacia tenham importância no abastecimento urbano; e
- área com projetos de irrigação comunitários, explorados por pequenos agricultores.

Além desses critérios, a pesquisa deverá considerar:

- A representatividade da microbacia em termos de solos, clima, vegetação e hidrologia;
- a facilidade de monitoramento, especialmente nos aspectos hidrológicos; e
- as condições de acesso, de comunicação etc.

### **8.4.1 Diagnósticos**

Após a seleção da bacia a ser trabalhada, o próximo passo será diagnosticá-la em todos os seus aspectos, com vistas à elaboração do projeto.

A utilização de fotografias aéreas ou imagens de satélite em escala compatível, como base cartográfica de mapeamento, é de grande importância, não somente pela facilidade que essa técnica oferece ao planejador, mas, também, pela sua fidelidade nos registros dos vários atributos da área.

Entretanto, outros recursos e informações, tais como mapas planialtimétrico, censos estatísticos, imagens de satélites, cartas de solos e de

aptidão agrícola etc., poderão ser aproveitados, quando disponíveis, evitando-se desperdício de recursos materiais, humanos e financeiros.

A seguir, é apresentada uma série de variáveis indispensáveis ao diagnóstico, algumas delas levantadas em nível de campo através de instrumentos apropriados. Pela sua importância, algumas serão acompanhadas e avaliadas periodicamente, uma vez que refletirão o impacto, nos diversos níveis, das medidas introduzidas na área.

#### **8.4.1.1 Características socioeconômicas**

- Situação fundiária
- Tamanho e forma da propriedade
- Uso atual da terra
- Tipos de cultivos
- Número de produtores na MBH
- Condições de mercado
- Acesso ao crédito
- Armazenagem
- Rede viária
- Condições de saúde, de higiene e de educação
- Organização de produtores
- Cooperativismo e associativismo
- Sistema de produção

### 8.4.1.2 Caracterização fisiográfica

- A área
- A forma
- A localização no município etc. Além das características de solo, de clima, de vegetação e de hidrologia

#### [a] Solo

- Geologia
- Topografia
- Grau de erosão
- Características (atributos) físicas, químicas e biológicas
- Drenagem natural
- Profundidade efetiva
- Classificação pedológica
- Capacidade de uso
- Aptidão agrícola

#### [b] Clima

##### Chuva

- intensidade
- periodicidade
- quantidade

##### Temperatura

- do solo
- do ar

Insolação

Umidade relativa do ar

Ventos dominantes

### **[c] Vegetação**

- Cobertura vegetal
- Espécies nativas
- Florestamento
- Reflorestamento

### **[d] Hidrologia**

Padrão de drenagem

- dendrítica
- treliça
- retangular
- paralela
- radial
- anelar

Vazão riacho ou rio principal

Tempo de concentração

Qualidade da água

Uso da água

Reservatório

- sua localização
- seu volume

### **8.4.1.3 Caracterização do uso e do manejo**

Deverão ser considerados os seguintes aspectos, direta ou indiretamente relacionados:

- Tipo de uso e manejo
- Eficiência do manejo
- Uso de energia
- Assistência técnica
- Relação extensionista / produtor
- Relação dos produtos comercializados para fora da MBH
- Capacitação pesquisa – extensão – produtor

## **8.5 Planejamento de Uso e Manejo da MBH Piloto**

Nesta etapa, será elaborado o plano de trabalho, que conterà ações emanadas da área técnica e da comunidade, no sentido de solucionar os problemas críticos, detectados de acordo com um cronograma, entre as diversas partes envolvidas.

As recomendações técnicas devem ser ajustadas às particularidades locais, de forma que possam ser implementadas e contribuir para a melhoria das condições socioeconômicas da região.



## **8.6 Execução da Microbacia Piloto Demonstrativa**

Para execução dos trabalhos previstos no Plano da MBH, é de vital importância a participação da comunidade em todas as suas fases. É necessário que cada órgão e/ou entidade assuma suas atribuições sob uma ótica multidisciplinar, visando à consecução dos objetivos delineados no Plano.

Vale ressaltar o papel preponderante dos órgãos de pesquisa e de extensão rural na execução do programa de trabalho preconizado, bem como na identificação e na implantação de novos projetos, considerados de interesse da comunidade.

## **8.7 Monitoramento da Microbacia Piloto Demonstrativa**

As atividades desenvolvidas na microbacia, bem como a introdução e a implementação de novas tecnologias deverão alterar a produção e a produtividade das culturas, as propriedades físicas, químicas e microbiológicas do solo e, também, a qualidade e a quantidade da água. Dessa forma, os efeitos mais significativos advindos da interferência do homem na microbacia deverão ser acompanhados e monitorados periodicamente, pelos órgãos competentes. Para que esse monitoramento tenha representatividade regional, é importante que as atividades e os processos desenvolvidos nessa microbacia sejam semelhantes aos desenvolvidos nas demais microbacias trabalhadas.

## **8.8 Avaliação da Microbacia Piloto Demonstrativa**

A avaliação e a realimentação de todo processo de implantação e execução das ações previstas para a microbacia são imprescindíveis. As falhas, que porventura forem detectadas, deverão ser corrigidas. Além disso, novas tecnologias mais apropriadas poderão ser introduzidas, dando ao projeto o caráter dinâmico que a bacia hidrográfica exige.

# **Planejamento Conservacionista da Propriedade Dentro da MBH**

9

---

---

## **9 PLANEJAMENTO CONSERVACIONISTA DA PROPRIEDADE DENTRO DA MBH**

Nas ações a serem desenvolvidas, dentro da propriedade rural na microbacia tem como objetivo principal, de um plano conservacionista, elevar a produtividade da terra ao seu nível máximo de rendimento, num sistema de exploração eficiente, racional e intensivo, sem empobrecê-la e sem degradá-la. Para que este objetivo seja concretizado é fundamental:

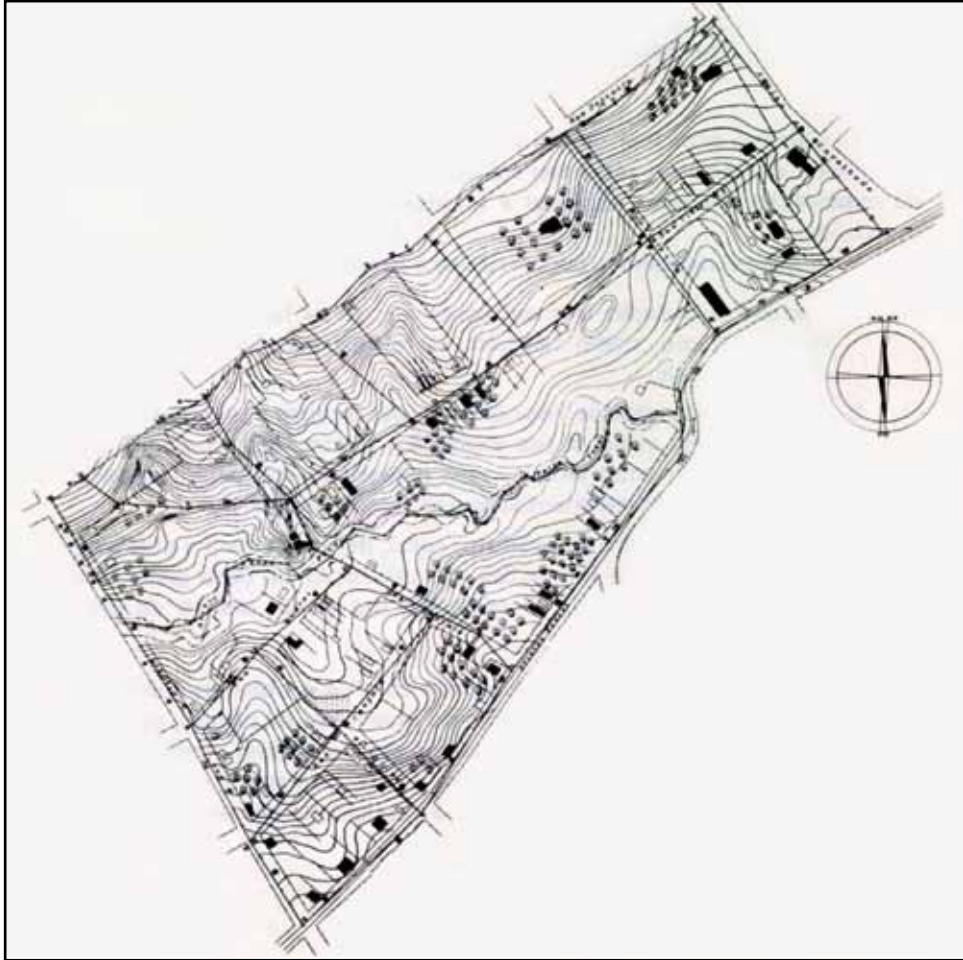
- que sua elaboração leve em conta não só os fatores físicos inerentes ao solo, como também os fatores econômicos e sociais da propriedade rural;
- que envolva estudos econômicos das práticas recomendadas, para seja viável a sua execução, dentro das possibilidades reais de cada propriedade, sem demasiado comprometimento com possíveis investimentos que se façam necessários; e
- que o plano mostre ao produtor rural, de forma clara e objetiva, as possibilidades e limitações de utilização de cada gleba em particular, bem como, do conjunto das glebas dentro da propriedade.

Cada hectare será tratado de acordo com os problemas conservacionistas, fornecidos pela interpretação do inventário de campo, ou seja, decorrentes do levantamento conservacionista do imóvel rural. Assim, será estabelecido um traçado básico para a defesa do solo e para a utilização das terras, adequando as culturas à capacidade de uso dos solos.

### **9.1 Mapeamento da Propriedade Rural dentro da MBH**

O mapeamento topográfico consiste em estabelecer o traçado dos limites físicos de uma área, onde estão inscritos os dados provenientes do levantamento de campo.

Esse mapa-base pode ser obtido por meio do levantamento topográfico (planialtimétrico ou simplesmente planimétrico), ou usando fotografias aéreas, ou, até mesmo, um simples croquis da propriedade em ultimo caso. Ver figura que se segue:



**Figura 14 - Levantamento Planialtimétrico**  
Fonte: EPAGRI.(1998)

É evidente que, pela riqueza de detalhes e pela facilidade de identificação dos aspectos físicos do terreno, a fotografia aérea constitui-se em instrumento valiosíssimo para a obtenção de um mapa-base detalhado, levando grande vantagem sobre os demais processos.

## 9.2 Levantamento dos Dados de Campo

Tendo em vista que o técnico planejador, em raras ocasiões, poderá contar com fotografias aéreas, em escala conveniente para a elaboração de um bom plano conservacionista, desenvolveremos o levantamento expedito de campo, conforme modelo preconizado pelo Ministério da Agricultura.

Ao se fazer o planejamento de uma propriedade rural, deve-se tomar em consideração, além do inventário físico, as possibilidades econômicas dos diferentes tipos de empreendimentos agrícolas.

Sendo básico, em qualquer classificação pedológica, o diagnóstico do perfil do solo é procurado, sempre, nos levantamentos conservacionistas, para identificar as unidades de solo, em função das principais características de seu perfil, no âmbito de propriedade rural.

O levantamento conservacionista é feito, unicamente, com base nos caracteres morfológicos e naqueles identificáveis no campo, em exame expedito. Desse modo, observam-se:

- **Aspectos externos:** rocha originária, topografia e erosão, vegetação, uso atual das terras, declividade e risco de inundação.
- **Aspectos internos:** físicos (textura, cor, pedregosidade, drenagem interna, profundidade efetiva e permeabilidade) e químicos (acidez, fertilidade aparente, conteúdo de matéria orgânica, composição mineral do solo). Sempre que possível, efetuar análise física e química das terras para complementar o planejamento.

Em função das características inerentes ao solo e às culturas, deve-se ter em mente, sempre, a capacidade de uso das terras, isto é, até que ponto determinadas glebas permitem o seu uso com certas culturas (anuais, perenes ou florestais). Assim, o uso do solo nada mais é do que um ajuste entre as características do próprio solo e aquelas inerentes a cada cultura. Muitas vezes, um ajuste mal feito poderá trazer graves problemas de erosão, em que seu

controle será difícil, oneroso e pouco eficiente.

A erosão só pode ser controlada, eficientemente, se cada hectare de terra, de uma propriedade agrícola ou de uma pequena microbacia hidrográfica, for tratada de acordo com suas exigências e possibilidades (capacidade de uso). Isso significa que as lavouras devem ser limitadas, tanto quanto permitem as condições econômicas, aos trechos mais planos ou melhores da propriedade. As glebas de maior declive, os trechos mais intensamente erodidos, ou sujeitos à erosão, devem ser mantidos com pastagens ou matas permanentemente. Assim, o produtor rural deve ser orientado para obter um arranjo de lavouras, pastagens, matas aguadas e reservatórios, em equilíbrio com a configuração do terreno, com o clima, com a natureza do solo e, tanto quanto possível, com a situação econômica da propriedade.

### **9.3 Guia para o Levantamento Conservacionista**

O formulário proposto neste trabalho é direcionado para obtenção de dados para o planejamento conservacionista sendo dividido em (4) quatro partes distintas: diagnóstico da propriedade rural, croquis da propriedade e da área a conservar, diagnóstico da área a conservar, plano técnico conservacionista-de forma a permitir que o técnico planejador possa levantar as informações mínimas, necessárias para elaboração da proposta de conservação dos solos e da água em cada imóvel rural. (ver formulário Anexo A).

#### **9.3.1 Diagnóstico da propriedade rural**

As informações devem ser fornecidas pelo proprietário, frente a um croqui do imóvel rural, de preferência uma planta planialtimétrica. É importante que o produtor conheça e forneça o histórico de uso das terras.

**[a] Propriedade rural** - nome correto da propriedade, segundo a escritura e/ou outro documento.

**[b] Uso da terra** – resumo da situação atual. A área utilizada deve conter

a ocupação e distribuição do uso das terras. A produtividade das culturas deveser expressa em kg/ha, das pastagens em U.A / ha. (lotação de animais) e reflorestamento em m<sup>3</sup>/ ha. Sempre que possível, colocar o tempo de uso das terras não utilizadas, entenda-se por área de pousio e/ou alqueive, enquanto que as não utilizáveis são aquelas que apresentam vários sulcos de erosão ou afloramentos de rochas sem uso agrícolas e áreas ocupadas por estradas e caminhos de serviço. O total da área utilizada deverá ser igual à área total da propriedade.

[c] **Infraestrutura disponível** – detalhar as benfeitorias existentes, a mão-de-obra familiar e/ou empregada e as máquinas e equipamentos (especificar capacidade, marca, força, ano de fabricação).

[d] **Pontos críticos da propriedade** - consiste na identificação dos principais entraves para implementação do plano conservacionista e/ou existência de erosão na propriedade. É preenchida após o levantamento de campo, pois é a análise global do imóvel, preenchendo-se em forma descritiva e condensada.

### 9.3.2 Croquis da propriedade e da área a conservar

Basicamente é a montagem de uma planta topográfica da propriedade identificando as áreas propostas para conservação dos solos. Nesse sentido, deverão ser utilizadas as convenções gráficas de conformidade com o Manual de Levantamento Utilitário das Terras da SBCS.

#### 9.3.2.1 Diagnóstico da área a conservar

A propriedade rural deverá ser subdividida em glebas para o levantamento no campo, sempre que se observar o tamanho, tipos de solo e complexidade da erosão. Para cada gleba deverá ser preenchido um formulário.

[a] **Declive médio** - Com o auxílio do clinômetro, GPS e/ou outro equipamento topográfico, determina-se a declividade, segundo o quadro

abaixo, procurando o máximo detalhamento possível, colocando também nos croquis (seta com direção do declive).

**Tabela 11 – Esquema de Determinação de Declive e Relevo do Solo**

Classes de declive e relevo			
Classes de declive por textura			Relevo
Arenosa (%)	Média (%)	Argilosa (%)	
0 – 1	0 – 2	0 – 3	Plano
1 – 4	2 – 6	3 – 8	Suave ondulado
4 – 8	6 – 12	8 – 16	Ondulado
8 – 15	12 – 20	16 – 30	Acidentado
15 – 30	20 – 40	30 – 45	Escarpado
> 30	> 40	> 45	Montanhoso

Fonte: Lepsch (1985).

[b] **Fertilidade Aparente** – analisar em função do aspecto externo da vegetação. O ideal é efetuar amostragem de solos para análise em laboratório.

[c] **Pedregosidade e toco** – informada a área correspondente, definir a mecanização (animal ou motorizada, e condições) e tipo de uso das terras.

[d] **Classificação de solos** – a partir dos boletins técnicos e dos levantamentos de solos existentes, classificar os solos da propriedade. Posteriormente, diagnosticar a textura do horizonte A, a drenagem interna do solo e a profundidade efetiva do solo, com auxílio de trado pedológico.

**Tabela 12 – Critérios de Classificação do Solo, Segundo a Profundidade**

Profundidade efetiva	
Classes de profundidade efetiva	Profundidade do perfil – em (cm)
Muito profundo	+ 200
Profundo	100 a 200
Moderadamente profundo	50 a 100
Raso	25 a 50
Muito raso	< 25

Fonte: Lepsch (1985).

Quando ocorrer mais de um tipo de solo na gleba levantada, a drenagem deverá ser identificada de forma correspondente, colocando a legenda do solo na drenagem específica do formulário.



[e] **Erosão** – a estimativa da forma e do grau da erosão é uma das mais difíceis de se fazer, pois exige o conhecimento do solo antes de ter sofrido os efeitos do fenômeno erosivo. O critério utilizado para a avaliação do grau de erosão laminar é a espessura do horizonte superficial, conforme o quadro que se segue:

**Tabela 13 – Critérios de Classificação do Solo, Segundo o nível de Erosão Laminar**

Classes de erosão laminar	
Classe	Espessura do horizonte superficial em – (cm)
Não aparente	25
Ligeira	25 – 15
Moderada	15 – 5 podendo atingir o horizonte B
Severa	Horizonte B exposto
Muito severa	Horizonte B severamente erodido
Extremamente severa	Horizonte B severamente e afloramento ocasional do horizonte C.

Fonte: Lespsch (1985).

Avaliação da erosão em sulcos é feita em função da frequência e profundidade dos sulcos.

**Tabela 14a – Classificação da Erosão em Sulcos - Segundo a Frequência**

Frequência da erosão em sulcos	
Classe	Distância entre sulcos em (metros)
Ocasionais	Mais de 30 metros
Frequente	Menos de 30 metros, ocupando menos de 75% da área
Muito frequente	Menos de 30 metros, ocupando mais de 75% da área

Fonte: Lespsch (1985).

**Tabela 14b – Classificação da Erosão em Sulcos - Segundo a Profundidade**

Profundidade da erosão em sulcos	
Classe	Profundidade
Raso	Desfeitos durante o preparo do solo
Profundo	Podem ser cruzados pelas máquinas, mas não são desfeitos no preparo do solo
Muito profundo	Não podem ser cruzadas pelas máquinas

Fonte: Lespsch (1985).

É considerada “voçoroca” todo o sulco de erosão que tiver profundidade superior a 80 centímetros, independente de local ou origem.

[f] **Risco de Inundação** – colocar a área com risco de inundação e a cultura afetada, seguindo as informações seguintes:

**Tabela 15 – Classificação dos Riscos de Inundação**

Risco de inundações			
Período de ocorrência		Duração de inundação	
Ocasionais	Mais que 5 anos	Curta	Menos de 2 dias
Frequente	1 a 5 anos	Média	a 30 dias
Muito frequente	Anual	Longa	Mais de 30 dias

Fonte: Lepsch (1985).

Igualmente, é importante a análise da baixa de captação de águas, notadamente pluviais, objetivando uma perfeita identificação dos pontos críticos na gleba levantada na propriedade rural.

[g] **Precipitação Pluviométrica** – é importante obter-se informações de precipitação pluviométrica no nível de propriedade rural (o ideal seria por gleba de cada imóvel), se possível com um pluviômetro. Outra alternativa seria buscar informações dos pluviômetros municipais, se possível com ocorrência de pelo menos de 5 anos, para obter os meses críticos – seca edafológica, seca real e excesso de chuva.

## 9.4 Plano Técnico Conservacionista

O planejamento de uso conservacionista das terras de uma propriedade ou gleba baseia-se na capacidade de uso e de aptidão das mesmas. Ou seja, de acordo com o tipo de solo dar-se-á o manejo e a exploração adequada.

### 9.4.1 Determinação do sistema de capacidade de uso das terras

Esse sistema, um dos primeiros surgidos e dos mais conhecidos mundialmente, vem sendo usado desde a década de 50 pelo o *Soil Service Conservation – U.S.A.* Nos mapas, ele é facilmente reconhecido pelo uso, já consagrado, de algarismos romanos de I a VIII, indicativo de grupamentos de terras nas classes de capacidade de uso:



**Foto 31 - Classes de Capacidade de Uso das Terras e sua Posição na Paisagem**  
**Fonte: Lepsch (1985).**

Esse sistema foi pioneiramente divulgado por Marques e Bertoni (1961) e Lepsch et al. (1983), passando por sucessivas adaptações às condições brasileiras.

#### **9.4.1.1 Bases do sistema**

O sistema de classificação de terras em classes de capacidade de uso é qualitativo, de propósito geral e voltado para limitações das terras, principalmente, no que diz respeito à conservação do solo. Baseia-se primordialmente nas condições do efeito do clima e dos atributos e características permanentes do solo, inclusive o declive que limitam o uso agrícola e/ou impõe riscos de degradação pela erosão acelerada. O nível de manejo presumido é alto ou moderadamente alto, dentro das possibilidades dos produtores mais esclarecidos e capitalizados. Existe uma série de outras pressuposições básicas do sistema, entre as quais, uma das mais importantes, é que as terras são classificadas supondo-se que os melhoramentos menores já estão executados.

A finalidade principal do sistema é servir, como base para o planejamento, de práticas de conservação do solo de propriedades rurais para um planejamento conservacionista regional.

### 9.4.1.2 Organização do sistema

O Sistema de capacidade de uso das terras consiste de 4 (quatro) níveis categóricos Grupos, Classes, subclasse, e Unidades de capacidade de uso.

#### [a] Grupos de Capacidade de uso (A, B, C)

Expressam o potencial de utilização agrícola, sendo estabelecidos com base na intensidade de uso das terras, definida pela maior ou menor mobilização imposta ao solo, expondo-o a certos riscos de erosão e/ou perda da produtividade, decorrente de aumento de distúrbio no solo ou da redução do revestimento vegetal. São os seguintes:

- **Grupo – A** – terras próprias para culturas anuais e/ou perenes. Abrange quatro classes de capacidade de uso, representadas por algarismos romanos de I a IV.
- **Grupo – B** – terras impróprias para culturas, mas ainda adaptáveis para pastagens, silvicultura e refúgio da vida silvestre. Comporta três classes: V, VI e VII.
- **Grupo – C** – terras impróprias para qualquer exploração agrícola econômica, podendo servir apenas para recreação, abrigo da vida silvestre e outros usos não agrícolas. Contém apenas a classe VIII.

Classe de capacidade de uso	TIPO E INTENSIDADE DE USO							
	Vida silvestre e recreação	Silvicultura e pastoreio			Cultivo ocasional ou limitado	Cultivo intensivo		
		Limitado	Moderado	Intenso		Problema de conservação		
						Complexo	Simples	Não aparente
I	#	#	#	#		#	#	
II	#	#	#	Terras	#	#	Terras	#
III	#	#	das	#	#	das	#	#
IV	#	Uso	#	#	Uso	#	#	
V	Sub	#	#	Alto	#	#	Terras	#
VI	#	#	de	#	#	das	#	#
VII	#	Máxima	#	#	Uso	#	#	#
VIII	Área	#	#	Sobre	#	#	#	#

Quadro 13 - Alternativa de Utilização das Terras, segundo as Classes de Capacidade de Uso, Proposta por Lespsch et al. (1983)

**[b] Classes de capacidade de uso (I a VIII)**

As classes de capacidade de uso baseiam-se nas alternativas de uso e no grau das limitações: terras comportando as mesmas alternativas de uso e apresentando limitações em graus semelhantes são incluídas na mesma classe. Enquanto o número de alternativas diminui da Classe I para a Classe VIII, o grau de limitações aumenta da Classe I para a Classe VIII. Assim, a Classe I abrange as terras praticamente sem limitações, nas quais é muito grande o número de alternativas de uso viáveis, ao passo que a Classe VIII é atribuída às terras com risco de degradação e/ou limitações em grau muito severo, nas quais são extremamente reduzidas as possibilidades de utilização agrícola em sistemas mais avançados de manejo.

São as seguintes as definições abreviadas dessas classes:

**GRUPO – A**

- **Classe I** – terras intensivamente cultiváveis e sem problemas aparente de conservação;
- **Classe II** – terras com pequenas limitações, possíveis de serem cultivadas intensivamente, mas com problemas simples de conservação de solo;
- **Classe III** – terras com limitações tais que reduzem a escolha dos cultivos e/ou necessitam de práticas complexas de conservação do solo ou drenagem; e
- **Classe IV** – terras com limitações severas para cultivos intensivos e, por isso, só podem ser cultivadas ocasionalmente ou em extensão limitadas.

**GRUPO – B**

- **Classe V** – terras com pequeno risco de erosão, mas com outras limitações praticamente impossíveis de serem removidas, de tal forma que têm seu uso restringido a pastagens ou reflorestamento;

- **Classe VI** – terras com limitações tão severas, no que diz respeito ao risco de erosão, tornando-se, geralmente, impróprias para cultivos e limitando o seu uso a pastagens ou reflorestamento;
- **Classe VII** – terras com limitações muito severas, de forma tal que as fazem impróprias para cultivo, limitando seu uso a pastagens ou florestas.

#### GRUPO – C

- **Classe VIII** – terras impróprias para cultivos, pastagens ou reflorestamento, podendo servir apenas como abrigo à flora e à fauna silvestre.

#### [c] Subclasses de capacidade de uso (e, a, s, c)

Representam subdivisões das classes de capacidade de uso, qualificadas em função da limitação dominante. Frequentemente, acontece diferentes combinações de solos com alguns fatores limitantes, determinando uma mesma classe de capacidade de uso, porém representando situações bem distintas, que requerem sistemas de manejo diferentes. Nesses casos, com base apenas nas classes de capacidade, ainda que se possa fazer a identificação das alternativas de uso compatíveis e da intensidade das práticas especiais necessárias, ainda não é possível, somente com as classes, fazer recomendações de manejos específicos do solo. Para isso, é necessário indicar a natureza da limitação dominante, o que é feito na subclasse.

As limitações que caracterizam as subclasses são identificadas por letras minúsculas indicadoras de um dos seguintes tipos de limitações:

- e – erosão presente ou risco de erosão
- s – limitações devidas ao solo
- a – excesso de água
- c – limitações climáticas

[d] Unidade de capacidade de uso

CLASSES	SUBCLASSES	UNIDADE DE USO – Limitações de fatores de uso
I	-	Sem limitações.
II	Erosão (e)	1 – Declive acentuado 2 – Declive longo 3 – Mudança textural abrupta 4 – Erosão laminar 5 – Erosão em sulco 6 – Erosões em voçoroca 7 – Erosões eólicas 8 – Depósito de erosão 9 – Permeabilidades baixa 10 – Horizonte A arenoso.
III		
IV	Solo (s)	1 – Pouca profundidade 2 – Textura arenosa em todo perfil 3 – Pedregosidade 4 – Argilas expansivas 5 – Baixa saturação de bases 6 – Toxicidades de alumínio 7 – Baixa capacidade de troca 8 – Ácidos sulfatados ou sulfetos 9 – Alta saturação com sódio 10 – Excessos de sais solúveis 11 – Excesso de carbonatos.
V		
VI		
VII	Água (a)	1 – Lençol freático elevado 2 – Riscos de inundação 3 – Subsídências em solos orgânicos 4 – Deficiências de oxigênio no solo 5 – Números de meses com umidade reduzida 6 – Qualidade da água na área de estudo 7 – Eutrofização dos mananciais.
VIII	Clima (c)	1 – Seca prolongada 2 – Secas edáficas 3 – Ventos fortes 4 – Distribuição espacial temporal da precipitação pluviométrica no ano agrícola.

**Quadro 14 - Esquema das Classes, Subclasses e Unidades de Capacidade de Uso. Segundo Lespsch et al. (1985)**

Fonte: Lespsch et al. (1983).

A unidade de capacidade de uso específica, uma qualificação maior de subclasse, em função do grau e do tipo de fator limitante específico, que tornam mais explícitas a natureza das limitações e facilitam, assim, a indicação das práticas de manejo mais adequadas e a unidade cartográfica, dentro de uma determinada subclasse.

Quanto ao fator, nem sempre a simples designação de subclasse torna claro o fator limitante específico, condicionador de escolha do melhor sistema de manejo de terra. Por exemplo, na subclasse IIIs (própria para culturas, mas com limitações de solo que exigem práticas intensivas de melhoramento),

o símbolo (s) pode significar pouca profundidade, ou pedregosidade, ou salinidade, etc.

Portanto, as unidades de capacidades de uso permitem representar a subclasse melhor qualificada, com a especificação do fator limitante, da seguinte forma:

**IIIs 1** – limitações por profundidade efetiva

**IIIs 2** – limitações por pedregosidade

**IIIs 3** – limitações por salinidade

Um esquema das diversas possíveis classes, subclasses e unidades de uso, adaptado de Peralta (1963), foi representado por Lepsch et al. (1983), apresentado no Quadro 14 anterior.

## **9.4.2 Aptidão agrícola das terras**

O sistema atualmente em uso no Brasil é denominado de sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. Os grupos de aptidão agrícola das terras, não só para lavouras, como também para pastagem plantada, silvicultura e pastagem natural, indicando, ainda, as áreas inaptas para esses tipos de utilização.

O sistema atual é derivado do trabalho intitulado “Um sistema de classificação de uso das terras para levantamento de reconhecimento de solos”, de J. Bennema, K.J. Beeck e M.N. Camargo, divulgado pela Divisão de Pedologia e Fertilidade do Solo (DPFS), do Ministério da Agricultura em 1964. Esse trabalho pode ser considerado o marco zero na evolução da aptidão agrícola das terras, levando em consideração lavouras de ciclo curto e longo em vários sistemas de manejo, fato inovador por procurar atender aos países de agricultura menos desenvolvida. Com a evolução dos conhecimentos e as modificações ocorridas no setor agrosilvipastoril brasileiro, necessidades de melhorias no sistema acima descrito tornaram-se imperiosas, advindo daí o



desenvolvimento do sistema que reflete o conhecimento atual, sobre o qual considerações serão feitas a seguir.

A metodologia atual admite seis grupos de aptidão para avaliar as condições de cada unidade de mapeamento de solo, não só para culturas, mas também para pastagem plantada natural e silvicultura, sendo ainda indicadas as áreas aptas para a preservação da flora e da fauna. As melhores terras são indicadas basicamente para culturas de ciclo curto, ficando implícito que com esta aptidão elas o são também para culturas de ciclo longo. A ênfase dada para as culturas de ciclo curto pode ser explicada pela maior demanda, tanto em escala nacional como mundial, de alimentos provenientes deste grupo, bem como, por serem suas espécies normalmente mais exigentes, com referência às condições agrícolas das terras.

#### **9.4.2.1 Níveis de manejo considerados**

Tendo em vista práticas agrícolas ao alcance da maioria dos agricultores, num contexto específico, técnico, social e econômico, são considerados três (3) níveis de manejo, visando diagnosticar o comportamento das terras em diferentes níveis tecnológicos. Sua indicação é feita através das letras A, B e C, que podem aparecer na simbologia da classificação, escritas de diferentes formas, segundo as classes de aptidão que apresentam as terras, em cada um dos níveis adotados.

##### **[a] Nível de manejo – A**

É baseado em práticas agrícolas que refletem baixo nível tecnológico cultural. Praticamente não há aplicação de capital para o manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. As práticas agrícolas dependem, fundamentalmente, do trabalho braçal, podendo ser utilizada alguma tração animal, com implementos agrícolas simples.

### **[b] Nível de manejo – B**

É baseado em práticas agrícolas que refletem um nível tecnológico médio. Caracteriza-se pela modesta aplicação de capital e de resultados de pesquisas para o manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. As práticas agrícolas estão condicionadas principalmente à tração animal.

### **[c] Nível de manejo – C**

É baseado em práticas agrícolas que refletem um alto nível tecnológico. Caracteriza-se pela aplicação intensiva de capital e de resultados de pesquisas para manejo, melhoramento e conservação das terras e das lavouras. A motomecanização está presente nas diversas fases da operação agrícola.

Os níveis B e C envolvem melhoramentos tecnológicos em diferentes modalidades. Não leva em conta, entretanto, a irrigação na avaliação da aptidão agrícola das terras, no caso da pastagem plantada e da silvicultura, que correspondem ao nível de manejo B. Para pastagem natural, está implícita uma utilização sem melhoramentos tecnológicos, condição que caracteriza o manejo A.

Os solos são analisados em função do afastamento que apresentam em relação a um solo hipotético, ideal perfeito. O julgamento é feito em torno dos chamados fatores limitantes ao uso agrícola, os quais são os seguintes:

- deficiência de fertilidade;
- deficiência de água;
- excesso de água;
- suscetibilidade à erosão; e
- impedimentos à mecanização.

Em função dos graus de limitação, atribuídos a cada uma das unidades das terras, resulta a classificação de sua aptidão agrícola.

### 9.4.2.2 Grupos de aptidão agrícola

O nível hierárquico mais alto é composto por seis (6) grupos de aptidão, essencialmente comparáveis as oito classes de capacidade de uso do sistema *Land Capability Classification* do SCS – USDA.

Os grupos 1, 2 e 3, além da identificação de lavouras como tipos de utilização, desempenham a função de representar, no subgrupo, as melhores classes de aptidão das terras, indicadas para lavouras, conforme os diversos níveis de manejo. Os grupos 4, 5 e 6 apenas identificam tipos de utilização (pastagem plantadas, silvicultura e/ou pastagem natural e preservação da flora e da fauna, respectivamente), independente da classe de aptidão. A representação dos grupos é feita com algarismo de 1 a 6, em escalas decrescentes, segundo as possibilidades de utilização das terras. As limitações, que afetam os diversos tipos de utilização, aumentam do grupo 1 para o grupo 6, diminuindo conseqüentemente as alternativas de uso e a intensidade com que as terras podem ser utilizadas. (ver Quadro 15 que segue).

**Quadro 15 - Alternativas de Utilização das Terras de acordo com os Grupos de Aptidão Agrícola**

Grupo de aptidão agrícola	AUMENTO DA INTENSIDADE DE USO					
	Preservação da flora e da fauna	Silvicultura / pastagem natural	Pastagem plantada	LAVOURAS		
				Aptidão restrita	Aptidão Regular	Aptidão Boa
1	■	■	■	■	■	■
2	■	■	■	■	■	■
3	■	■	■	■	■	■
4	■	■	■	■	■	■
5	■	■	■	■	■	■
6	■	■	■	■	■	■

Fonte: Lespch (1983).

Pelo Quadro 15 acima, conclui-se que os três primeiros grupos são aptos para lavouras, o grupo 4 é indicado, basicamente, para pastagem plantada e

o grupo 5 para silvicultura e/ou pastagem natural, enquanto que o grupo 6, reunindo terras sem aptidão agrícola, não apresenta alternativa senão a preservação da natureza.

Para atender as variações que se verificam dentro do grupo, adotou-se a categoria de subgrupo de aptidão agrícola.

### **9.4.2.3 Subgrupo de aptidão agrícola**

É o resultado conjunto da avaliação da classe de aptidão, relacionada com o nível de manejo, indicando o tipo de utilização.

No exemplo 1 (a) bC, o algarismo 1, indicativo do grupo, representa a melhor classe de aptidão dos componentes do subgrupo, uma vez que as terras pertencem à classe de aptidão boa ao nível de manejo C (grupo 1), classe de aptidão regular no nível de manejo B (grupo 2) e classe de aptidão restrita no nível de manejo A (grupo 3).

### **9.4.2.4 Classe de aptidão agrícola**

Esta metodologia contempla ainda uma última categoria, a qual se constitui na tônica da avaliação, da aptidão agrícola das terras; são chamadas de classes de aptidão denominadas boa, regular, restrita e inapta, para cada tipo de utilização indicado. As classes expressam a aptidão agrícola das terras para um determinado tipo de utilização, com um nível de manejo definido, dentro do subgrupo de aptidão. Refletem o grau de intensidade com que as limitações afetam as terras. As classes são assim definidas:

#### **9.4.2.4.1 Classe boa**

Terras sem limitações significativas para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observando as condições de manejo considerado. Há um mínimo de restrições, que não reduz a produtividade ou benefícios,

expressivamente, não aumenta os insumos acima de um nível aceitável. Nesta classe, os diversos tipos de utilização das terras são representados pelos seguintes símbolos:

**A, B, e C** → **lavouras.**

**P** → **pastagem plantada**

**S** → **silvicultura**

**N** → **pastagem natural**

#### **9.4.2.4.2 Classe regular**

Terras que apresentam limitações moderadas para a produção sustentada para um determinado tipo de utilização, observando as condições de manejo considerado. As limitações reduzem a produtividade ou os benefícios, elevando a necessidade de insumos de forma a aumentar as vantagens globais a serem obtidas do uso. Ainda que sejam atrativas, essas vantagens são sensivelmente inferiores daquelas auferidas das terras de classe boa. A representação simbólica é feita utilizando-se as mesmas letras anteriores, só que minúsculas.

#### **9.4.2.4.3 Classes restritas**

Terras que apresentam limitações fortes para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização, observando as condições do manejo considerado. Essas limitações reduzem a produtividade ou os benefícios, ou então aumentam os insumos necessários, de tal maneira que os custos só seriam justificados marginalmente. A representação simbólica é feita da seguinte maneira:

**(a), (b) e (c)** → **lavouras**

**(p)** → **pastagem plantada**

**(s)** → **silvicultura**

**(n)** → **pastagem natural**

#### **9.4.2.4.4 Classe inapta**

Terras apresentando condições que parecem excluir a produção sustentada do tipo de utilização em questão. Ao contrario das demais, esta classe não é representada por símbolos. Sua interpretação é feita pela ausência de letras no tipo de utilização considerado. As terras consideradas inaptas para lavoura têm suas possibilidades analisadas para usos menos intensivos (pastagem plantada, silvicultura ou pastagem nativa). No entanto, as terras classificadas como inaptas para os diversos tipos de utilização considerados, tem como alternativas serem indicadas para preservação da flora e da fauna, recreação ou algum outro tipo de uso não agrícola. Trata-se de terras ou paisagens pertencentes ao grupo 6, nas quais devem ser estabelecidas ou mantidas uma cobertura vegetal.

O produto final desse sistema de avaliação de terras é apresentado em um único mapa que indica o comportamento das terras, diagnosticadas em três níveis operacionais, para os diversos tipos de utilização indicados.

#### **9.4.2.5 Fatores de limitações**

##### **9.4.2.5.1 Deficiência de fertilidade**

A fertilidade está na dependência, principalmente, da disponibilidade de macro e micronutrientes, incluindo também a presença ou ausência de certas substâncias tóxicas solúveis, como o alumínio e o manganês, bem como a presença de sais solúveis, especialmente o sódio.

O índice de fertilidade é avaliado através da saturação de bases (V%), saturação com alumínio ( $100Al / Al + S$ ), soma de bases trocáveis (S), capacidade de troca de cátions (T), relação C/N, fósforo assimilável, saturação com sódio, condutividade elétrica e pH, esses dados quando da análise dos perfis do solo. Outras indicações de fertilidade natural poderão ser obtidas por meio da observação da profundidade efetiva do solo, condições de drenagem, atividade biológica, tipo de vegetação, comportamento e rendimento das culturas.

Na avaliação deste fator, são admitidos os seguintes graus de limitações: nulo, ligeiro, moderado forte e muito forte.

#### **9.4.2.5.2 Deficiência de água**

É definida pela quantidade de água armazenada no solo, possível de ser aproveitada pelas plantas, estando na dependência de condições climáticas (especialmente precipitação e evapotranspiração) e as condições edáficas (capacidade de retenção de água). A capacidade de armazenamento de água disponível, por sua vez, é decorrente de características inerentes do solo com textura, tipo de argila, teor de matéria orgânica, quantidade de sais e profundidade efetiva. Além dos fatores mencionados, a duração do período de estiagem, a distribuição anual da precipitação, as características da vegetação natural e o comportamento das culturas são também utilizados para determinar os graus de limitação por deficiência de água.

Convém esclarecer que a irrigação não está sendo considerada na avaliação da aptidão agrícola, feita por esta metodologia, razão pela qual a deficiência d'água afeta igualmente a utilização dos solos, sob diferentes sistemas de manejo.

Os graus de limitação, por deficiência de água são:

- Nulo – terras em que não há falta de água disponível para o desenvolvimento das culturas, em nenhuma época do ano.
- Ligeiro – terras com pequena falta de água disponível, durante um período de 1 a 3 meses, limitando o desenvolvimento de culturas mais sensíveis, principalmente as de ciclo vegetativo longo.
- Moderado – terras em que ocorre uma considerável deficiência de água disponível, durante um período de 3 a 6 meses por ano, o que elimina as possibilidades de parte das culturas de ciclo longo e reduz

significativamente as possibilidades de dois cultivos de ciclo curto, anualmente.

- Forte – terras nas quais ocorre uma acentuada deficiência hídrica, durante longo período normalmente 6 a 8 meses. As precipitações oscilam de 600 a 800 mm por ano, com irregularidade em sua distribuição e predominância de altas temperaturas.
- Muito Forte – este grau corresponde a terra com uma severa deficiência de água durante um período seco que oscila de 8 a 10 meses. A precipitação está compreendida entre 400 e 600 mm, com muita irregularidade em sua distribuição e com altas temperaturas.

#### **9.4.2.5.3 Excesso de água ou deficiência de oxigênio**

Normalmente, está relacionado com a classe de drenagem natural do solo, que por sua vez é resultante da interação de vários fatores (precipitação, evapotranspiração, relevo local e atributos do solo). Estão incluídos na análise desse aspecto, os riscos frequência e duração das inundações, a que pode estar sujeita a área. Observações da estrutura, permeabilidade do solo e a presença e profundidade de um horizonte menos permeável, são importantes para o reconhecimento desses problemas. O fator limitante, excesso de água ou deficiência de oxigênio, tem grande importância na avaliação da aptidão agrícola das terras, uma vez que pode envolver áreas ribeirinhas de alto potencial agrícola.

Os graus de limitação por excesso de água são classificados em:

- Nulo – terras excessivamente ou bem drenadas
- Ligeiro – terras geralmente da classe moderadamente drenadas
- Moderado – terras imperfeitamente drenadas, sujeitas a riscos ocasionais de inundações
- Forte – terras normalmente mal drenadas e muito mal drenadas, estando sujeitas a inundações frequentes, prejudiciais a maioria das culturas.



- **Muito Forte** – terras que apresentam, praticamente, as mesmas condições de drenagem do grau anterior, porém os trabalhos de melhoramentos compreendem grandes obras de engenharia, cujos projetos estão fora do alcance do agricultor, individualmente.

#### 9.4.2.5.4 Suscetibilidade à erosão

Diz respeito ao desgaste que a superfície do solo poderá sofrer, quando submetida a qualquer uso sem medidas conservacionistas. Está na dependência das condições climáticas (especialmente do regime pluviométrica), das condições do solo (textura, estrutura, permeabilidade, profundidade, capacidade de retenção de água, presença ou ausência de camada compactada ou pedregosidade), das condições do relevo (declividade, extensão da pendente e micro relevo) e da cobertura vegetal.

Os graus de limitação por suscetibilidade à erosão são:

- **Nulo** – terras não suscetíveis à erosão. Geralmente ocorrem em relevo plano ou quase plano com boa permeabilidade.
- **Ligeiro** – terras que apresentam pouca suscetibilidade à erosão. Normalmente possuem atributos físicos, variando os declives de 3 a 8%.
- **Moderado** – terras que apresentam moderada suscetibilidade à erosão. Seu relevo é normalmente ondulado, com declives de 8 a 20%.
- **Forte** – terras que apresentam grande suscetibilidade à erosão. Ocorrem em relevo forte ondulado, com declives normalmente de 20 a 45%.
- **Muito Forte** – terras que apresentam severa suscetibilidade à erosão. Não são recomendáveis para o uso agrícola, sob pena de serem totalmente degradados em poucos anos. Trata-se de terras ou paisagens com declives superiores a 45%, nas quais deve ser estabelecida uma cobertura vegetal permanente que evite a sua degradação.

### 9.4.2.5.5 Impedimento à mecanização

Refere-se às condições apresentadas pelas terras para o uso de máquinas e implementos agrícolas. A extensão e forma das pendentes, condições de drenagem, profundidade efetiva, textura, tipo de argila, rochosidade e pedregosidade superficial condicionam o uso ou não de mecanização.

Os graus de limitação por impedimento à mecanização são:

- **Nulo** – terras que permitem, em qualquer época do ano, o emprego de todos os tipos de máquinas e implementos agrícolas, ordinariamente utilizadas. Apresentam declividade inferior a 3% e o rendimento do trator é de 90% em horas de trabalho efetivamente usadas.
- **Ligeiro** – terras que permitem o emprego de máquinas durante quase todo o ano. Os declives estão entre 3 a 8%, e o rendimento do trator está entre 75 a 90%.
- **Moderado** – terras que não permitem o emprego de máquinas durante todo o ano. A declividade está entre 8 a 20%, e o rendimento do trator está entre 50 a 75%.
- **Forte** – terras que permitem apenas o uso de implementos, a tração animal ou máquinas especiais. Os declives são acentuados entre 20 a 25% e o rendimento do trator é inferior a 50%.
- **Muito Forte** – terras que são permitem o uso de máquinas, sendo difícil até mesmo o uso de implemento de tração animal. Normalmente, são de topografia montanhosa com declives superiores a 45%, com impedimentos muito fortes devido à pedregosidade, rochosidade, profundidade ou problemas de drenagem.

### 9.4.2.6 Avaliação das classes de aptidão agrícola das terras

A avaliação das classes de aptidão agrícola das terras e, por conseguinte, dos grupos e dos subgrupos é feita através do estudo comparativo entre os graus de limitações atribuídos às terras e os estipulados no quadro-guia, elaborados para atender às regiões de clima subtropical, tropical úmido e semi-árido.

O quadro-guia de avaliação agrícola constitui uma orientação geral para a classificação da aptidão agrícola das terras, em função de seus graus de limitação, relacionados com os níveis de manejo A, B e C. No referido quadro, constam os graus de limitações máximos que a terras podem apresentar, em relação aos cinco fatores, para pertencer a cada uma das categorias de classificação definidas. Desta maneira, a classe de aptidão agrícola das terras, de acordo com os diferentes níveis de manejo, é obtida em função do grau de limitação mais forte, referente a qualquer um dos cinco fatores limitantes citados anteriormente. O sistema descrito tem um forte aspecto qualitativo na análise das classes de aptidão. No presente momento o SNLCS está desenvolvendo um projeto de pesquisa que tem por objetivo melhorar o sistema de avaliação de terras, tornando-a mais quantitativa. Esse critério diminuirá muitos erros provenientes da falta de dados mais confiáveis, principalmente no âmbito da propriedade.

# Considerações Finais 10

---

---

## 10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A título de critério, será exemplificado, por meio do uso de uma unidade de solo completa, o quão úteis podem ser os levantamentos de solos atualmente realizados no país, analisando-se a grande gama de informações que podem ser inferidas, direta ou indiretamente, dos mesmos.

No caso da unidade de solos Latossolo Vermelho Escuro Distrófico 'A' proeminente, textura argilosa, fase floresta subtropical perenifólia, relevo suave ondulado:

Latossolo vermelho escuro indica solo de boa drenagem, profundos, friáveis (fáceis de serem trabalhados com máquinas), porosos, sem camadas compactadas, presença de argila do tipo 1:1 (baixa capacidade de troca de cátions), baixo teor de fósforo e ausência de pedregosidade.

Distróficos resulta pH médio baixa, soma de bases trocáveis, calagem e adubação necessárias para boa produtividade.

"A" proeminente caracteriza boa estrutura do horizonte superficial, altos teores de matéria orgânica, facilmente trabalháveis com máquinas.

Textura argilosa indica boa retenção de água no perfil, pouco erodidos, boa resposta à adubação.

Fase floresta subtropical perene-folia caracteriza clima frio no inverno com presença de precipitação pluviométrica adequada, bem distribuída e com certa regularidade no período chuvoso.

Relevo suave ondulado indica situações favoráveis à motomecanização, vertentes longas, pouco suscetíveis à erosão em estado natural, devido à alta taxa de infiltração.

# Referências 11

---

---

**REFERÊNCIAS**

- AYRES, Q. C. **La erosion del suelos y su control**. Barcelona: Ômega, 1960. 435 p.
- BASTOS, C. T. **Silvicultura para as matas xerófilas**. Fortaleza: DNOCS, 1968. 176 p.
- BENNEMA, J.; BEEK, K. J.; CAMARGO, M. N. **Um sistema de classificação de capacidade de uso da terra para levantamento de reconhecimento de solos**. Rio de Janeiro: DPFS/DPEA/FAO, 1964. 105 p.
- BENETT, H. H. **Elements of soil conservation**. 2. ed. [S.l.]: Tokyo Kagahusha, 1954. 384 p.
- BERTONI, J.; LOMBARTI, N. F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ceres, 1985. 368 p.
- BERTONI, J. et al. **Conclusões gerais das pesquisas sobre conservação do solo no Instituto Agrônômico de Campinas**. São Paulo: IAC, 1972. 52 p.
- BRAGA, R. **Plantas do Nordeste especialmente do Ceará**. 4. ed. Natal: UFRN, 1960. 517 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Aptidão agrícola das terras do Ceará**. Brasília, DF, 1979. 108 p.
- \_\_\_\_\_. **Manual operativo**. Brasília, DF, 1987. 60 p.
- BROW, T. A.; HAWKING, B. A. **A avaliação e ensaios de tratores e máquinas para o preparo do solo e aplicação de fertilizantes**. Buenos Aires: Editora da Universidade de Buenos Aires, 1967. 377 p.
- CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O. **Manejo integrado do solo em micro-bacia hidrográficas**. [S.l.]: IAPAR, 1996. 312 p.

- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: E. Blücher, 1974. 149 p.
- CORREA, A. A. M. **Métodos de combate a erosão do solo**. Rio de Janeiro: SAI, 1954. 151 p.
- CRUZ, S. **Plano Diretor de Solos**. 5. ed. Florianópolis: EPAGRI, 1985. 267 p.
- DERPSCH, R. et.al. **Controle da erosão: sistemas de cobertura do solo: plantio direto e preparo conservacionista do solo**. Londrina: GTZ, 1991. 271 p.
- DUQUE, J. G. **Solo e água no Polígono das Secas**. Fortaleza: BNB, 2004. 334 p.
- EMBRAPA. **Leguminosas promissoras para região semi-árida**. Petrolina, 1997. 16 p. (Circular, n. 35).
- EPAGRI. **Inventário das terras em micro-bacia hidrográfica**. Florianópolis, 1998. 66 p.
- EPAMIG. **Recursos naturais: preservação e uso racional**. Viçosa: UFV, [19--]. 72 p.
- FAO. **Soil and water conservation in semi-arid areas**. Rome, 1987. 172 p. (Soils Bulletin, 57).
- FERNANDES, F. B. P. **Projeto Caatinga II: estímulo a adoção de modelos sustentáveis para os recursos hídricos**. Fortaleza: SOMA, 2005.40 p.
- FERNANDES, M. R.; SOUSA, E. R. **Programa Estadual de Manejo de Subbacias Hidrográficas: fundamentos e estratégias**. Belo Horizonte: EMATEMG, 1994. 24 p.
- GALETI, P. A. **Práticas de controle a erosão**. São Paulo: ICEA, 1984. 278 p.
- GUERRA, T. A. **Dicionário geológico e geomorfológico**. Rio de Janeiro: IBGE, 1975. 439 p.
- HUDSON, N. **Soil conservation**. New York: Cornell University Press, 1971. 320 p.



- JORGE, A. J. **Física e manejo dos solos tropicais**. São Paulo: ICEA, 1986. 245 p.
- JUAREZ DE CASTRO, F. **Conservation de suelos**. Madrid: Salvat, 1956. 298 p.
- KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: CERES, 1985. 383 p.
- \_\_\_\_\_. **Manual de edafologia**. São Paulo: CERES, 1979. 264 p.
- LEPSCH, F. I. et al. **Manual para o levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas-SP: SBCS, 1983. 175 p.
- LEPSCH, F. I. **Inventário de solos: base ao planejamento racional do uso da terra**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. 85 p.
- MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. 4. ed. São Paulo: CERES, 1979. 255 p.
- MALAVOLTA, E.; PIMENTEL GOMES, F. **Adubos e adubações**. São Paulo: Nobel, 1979. 200 p.
- MARQUES, J. Q. A.; BERTONI, J. **Sistema de preparo do solo em relação à produção de erosão**. Campinas: Bragantia, 1961. 403 p.
- MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2000. 141 p.
- MAZUCHOWSKI, J. Z. **Planejamento conservacionista**. Curitiba: ACARPA, 1981. 40 p.
- MELAMELA, P. **Tratado de edafologia y sus distintas aplicaciones**. Madrid: Dossat, 1954. 571 p.
- OLIVEIRA, J. B. de. **Efeito do manejo do solo na erosão do podzólico vermelho amarelo equivalente eutrófico e planossolos solódico da microrregião homogênea 68 do Ceará**. 1981. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1981.

\_\_\_\_\_. **Guardando a chuva: a micro-bacia como base para uma ação integrada na região semi-árida cearense.** Fortaleza: SEAGRI, 2005. 56 p.

\_\_\_\_\_. **Manejo e conservação do solo: informações básicas.** Fortaleza: SRH, 2006. 155 p.

\_\_\_\_\_. **Manejo de solo aplicado as técnicas de lavoura seca para o estado do Ceará.** Fortaleza: EMATERCE, 1984. 32 p.

\_\_\_\_\_. **Manual técnico operativo do PRODHAM.** Ed. Fortaleza: SRH, 2001. 177 p.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Viveiros florestais.** Viçosa: UFV, 2000. 69 p.

PAULA LIMA, W.; ZAKIA, M. J. B. **Hidrologia de matas ciliares.** São Paulo: Edusp, 2000. 69 p.

PERALTA, P. M. **Guia para los reconocimientos de conservación e clasificación de la capacidad de La tierra.** Santiago-Chile: Min. Agricultura y Pesca – Dep. De Conservación e Assistência Técnica, 1963. 63 p.

REIS, A.; NAKAZONO, E. M. **Recuperação de áreas degradadas utilizando a sucessão e a interação planta e animal.** São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 1999. 24 p.

REPUBLIQUE FRANÇAISE. **Memento de l'agronome: conservation des sols.** [S.l.]: Ministère de la Cooperation, 1985. 1549 p.

ROCHA, M. S. I.; KURTZ, M. J. M. S. **Manual de manejo integrado de bacia hidrográfica.** Santa Maria-RS: 4ª. ed. UFSM/CCR, 2001. 302 p.

SEIXAS, F. **Compactação do solo devido à mecanização florestal.** Piracicaba-SP: IPEF (Boletim Técnico), 1988. 10 p.

SOUFFRONT, L. O. **Recomendaciones generales para algunas prácticas de**

**conservación de suelos em los cafetales de Colômbia.** Revista Cafetera de Colômbia. v. 117, pp. 393-408, 1948.

SOUZA, Rezende; FERNANDES, R. M. **Sub-bacias hidrográficas: unidade básica para o planejamento e gestão suistentável de unidades rurais.** (mimeo.) 1994. 16 p.

SUAREZ DE CASTRO, F. **Conservación de suelos.** Madrid: Ed. Salvat, 1956. 298 p.

SWAMI, M. V.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada.** São Paulo: Mc Graw-Hill do Brasil, 1975. 245 p.

VALENTE. D. F.; GOMES, M.A. **Conservação de nascentes: hidrologia e manejo de bacia hidrográficas de cabeceiras.** Viçosa: Aprender Fácil, 2005. 210 p.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada.** São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245 p.

VOISIN. **A produtividade das pastagens.** São Paulo: MasterJon, 1973. 215 p.

WISCHMEIER, W. R.; SMITH, D. D. **A rainfall energy: its relationship to soil loss.** Iowa: America Geophisc, 1958. 285 p.

# Anexo A

---

---

## ANEXO A

Ficha para o Planejamento Conservacionista  
(Sociedade Brasileira de Ciência do Solo)

## PLANEJAMENTO CONSERVACIONISTA

Produtor .....
Comunidade..... Município .....
Distancia da Sede .....km Itinerário de Acesso .....
.....

## I – DIAGNOSTICO DA PROPRIEDADE RURAL

**1.1 – Propriedade Rural**

Nome..... Área Total ..... ha.

Confrontação:

Norte.....

Sul .....

Leste.....

Oeste .....

**1.2 – Uso Atual das Terras**

OCUPAÇÃO DA TERRA	ÁREA EM HECTARE		PRODUTIVIDADE MÉDIA
	UTILIZADA	A CONSERVAR	
A – Cultivos Anuais			
-			
-			
B – Cultivos Permanentes			
-			
-			
C – Pastagens			
- Nativas			
- Formadas			
D – Cobertura Vegetal			
- Caatinga Nativa			
- Mata Ciliar			
E – Outras Áreas			-
TOTAL DA PROPRIEDADE			-

**1.3 Infraestrutura disponível**

BENFEITORIA	NÚMERO

MAO-DE-OBRA	NÚMERO

MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	NÚMEROS

**1.4 – Pontos críticos da propriedade**

[a] Distribuição do uso das terras .....

.....

.....

.....

.....

[b] Influência de áreas vizinhas .....

.....

.....

.....

.....

[c] Cobertura vegetal .....

.....

.....

.....

.....

[d] Infraestrutura .....

.....

.....

.....  
 .....

[e] Sistema viário .....

.....  
 .....

[f] Grau de erosão em áreas agrícolas .....

.....  
 .....

[g] Manejo do solo agrícola .....

.....  
 .....

II – INSERIR CROQUI DA PROPRIEDADE

III – DIAGNÓSTICO DA ÁREA A CONSERVAR

### 3.1 Declividade média da área

Nome da Exploração	Área em ha.	Declive Médio - %	Relevo

### 3.2 Fertilidade aparente

Níveis de Fertilidade	Grau
Muito Alto	( )
Alto	( )
Médio	( )
Baixo	( )
Muito Baixo	( )

### **3.3 Pedregosidade e tocos**

Área em ha.	Viabilidade de mecanização	Uso agropecuário
Tocos Pedras Afloramento		

### **3.4 Solos**

Classificação Pedológica:		
Textura do Horizonte – A	Profundidade efetiva	Drenagem interna
Argilosa ... ( ) Média ... ( ) Arenosa... ( )	Muito Profundo... ( ) Profundo ... ( ) Moderadamente Profundo ... ( ) Raso ... ( ) Muito Raso ... ( )	Excessiva ... ( ) Boa ... ( ) Moderada... ( ) Pobre ... ( ) Muito Podre ... ( )

Erosão laminar		Erosão em sulco			Voçoroca
Tipo	Área - ha.	Frequência	Profundidade	Área - ha	
1.Não Aparente..... ( ) 2.Ligeira..... ( ) 3.Moderada..... ( ) 4.Severa..... ( ) 5.Muito Severa..... ( ) 6.Fortemente Severa.. ( )		7.Ocasional 7.8- Superficiais ..... ( ) _____ % 8.Frequente 7.8.9- Raso ..... ( ) _____ % 9.M.Frequente 7.8.9- Profundos..... ( ) _____ %			Profundidade: _____ metros Extensão: _____ metros Largura: _____ metros

### **3.6 Riscos de inundação**

Risco de inundação		Bacia hidrográfica de captação	
Área – ha.	Exploração	Área – ha.	Nome da propriedade





.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

**4.2 Cronograma e orçamento de execução:**

Operação de Conservação	Executor	Época de Execução	Exploração	Preço Unitário	Unidades			Total R\$
					ha.	k	nº	

**4.3 Recomendações técnicas:**

**[a] Implantação de práticas conservacionistas:** .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

**[b] Restauração da cobertura vegetal:** .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

**[c] Manejo do solo**  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

.....  
.....  
.....

**[d] Manutenção das práticas conservacionistas:**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**[e] Manejo de implementos agrícolas:**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**[f] Outras**

Recomendações:.....  
.....  
.....  
.....

Local: \_\_\_\_\_ Data:    /    /

Elaborado por: \_\_\_\_\_

Nº do CREA:

# Anexo B

---

---

## ANEXO B

### Políticas de Recursos Hídricos (Consolidação da Política de Recursos Hídricos do Estado Ceará)

#### **Casa Civil** **Subchefia para Assuntos Jurídicos**

LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997.

Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA Faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

#### TÍTULO I

#### DA POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS

#### CAPÍTULO I

#### DOS FUNDAMENTOS

Art. 1º A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

I - a água é um bem de domínio público;

II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;

III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;

IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;

V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

## CAPÍTULO II DOS OBJETIVOS

Art. 2º São objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

- I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;
- II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;
- III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

## CAPÍTULO III DAS DIRETRIZES GERAIS DE AÇÃO

Art. 3º Constituem diretrizes gerais de ação para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos:

- I - a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade;
- II - a adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País;
- III - a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental;
- IV - a articulação do planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional;
- V - a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo;
- VI - a integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras.

Art. 4º A União articular-se-á com os Estados tendo em vista o gerenciamento dos recursos hídricos de interesse comum.

## CAPÍTULO IV DOS INSTRUMENTOS

Art. 5º São instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

- I - os Planos de Recursos Hídricos;
- II - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;
- III - a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;
- IV - a cobrança pelo uso de recursos hídricos;
- V - a compensação a municípios;
- VI - o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

## SEÇÃO I DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS

Art. 6º Os Planos de Recursos Hídricos são planos diretores que visam a fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o gerenciamento dos recursos hídricos.

Art. 7º Os Planos de Recursos Hídricos são planos de longo prazo, com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos e

terão o seguinte conteúdo mínimo:

- I - diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos;
- II - análise de alternativas de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo;
- III - balanço entre disponibilidades e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação de conflitos potenciais;
- IV - metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis;
- V - medidas a serem tomadas, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implantados, para o atendimento das metas previstas;

VI - (VETADO)

VII - (VETADO)

- VIII - prioridades para outorga de direitos de uso de recursos hídricos;
- IX - diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos;
- X - propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos.

Art. 8º Os Planos de Recursos Hídricos serão elaborados por bacia hidrográfica, por Estado e para o País.

## SEÇÃO II

### DO ENQUADRAMENTO DOS CORPOS DE ÁGUA EM CLASSES, SEGUNDO OS USOS PREPONDERANTES DA ÁGUA

Art. 9º O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água, visa a:

- I - assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas;
- II - diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes.

Art. 10. As classes de corpos de água serão estabelecidas pela legislação ambiental.

## SEÇÃO III

### DA OUTORGA DE DIREITOS DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS

Art. 11. O regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água.

Art. 12. Estão sujeitos a outorga pelo Poder Público os direitos dos seguintes usos de recursos hídricos:

- I - derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;
- II - extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;
- III - lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;

IV - aproveitamento dos potenciais hidrelétricos;

V - outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

§ 1º Independem de outorga pelo Poder Público, conforme definido em regulamento:

I - o uso de recursos hídricos para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais, distribuídos no meio rural;

II - as derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes;

III - as acumulações de volumes de água consideradas insignificantes.

§ 2º A outorga e a utilização de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica estará subordinada ao Plano Nacional de Recursos Hídricos, aprovado na forma do disposto no inciso VIII do art. 35 desta Lei, obedecida a disciplina da legislação setorial específica.

Art. 13. Toda outorga estará condicionada às prioridades de uso estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos e deverá respeitar a classe em que o corpo de água estiver enquadrado e a manutenção de condições adequadas ao transporte aquaviário, quando for o caso.

Parágrafo único. A outorga de uso dos recursos hídricos deverá preservar o uso múltiplo destes.

Art. 14. A outorga efetivar-se-á por ato da autoridade competente do Poder Executivo Federal, dos Estados ou do Distrito Federal.

§ 1º O Poder Executivo Federal poderá delegar aos Estados e ao Distrito Federal competência para conceder outorga de direito de uso de recurso hídrico de domínio da União.

#### § 2º (VETADO)

Art. 15. A outorga de direito de uso de recursos hídricos poderá ser suspensa parcial ou totalmente, em definitivo ou por prazo determinado, nas seguintes circunstâncias:

I - não cumprimento pelo outorgado dos termos da outorga;

II - ausência de uso por três anos consecutivos;

III - necessidade premente de água para atender a situações de calamidade, inclusive as decorrentes de condições climáticas adversas;

IV - necessidade de se prevenir ou reverter grave degradação ambiental;

V - necessidade de se atender a usos prioritários, de interesse coletivo, para os quais não se disponha de fontes alternativas;

VI - necessidade de serem mantidas as características de navegabilidade do corpo de água.

Art. 16. Toda outorga de direitos de uso de recursos hídricos far-se-á por prazo não excedente a trinta e cinco anos, renovável.

#### Art. 17.(VETADO)

Art. 18. A outorga não implica a alienação parcial das águas, que são inalienáveis, mas o simples direito de seu uso.



## SEÇÃO IV

### DA COBRANÇA DO USO DE RECURSOS HÍDRICOS

Art. 19. A cobrança pelo uso de recursos hídricos objetiva:

I - reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor;

II - incentivar a racionalização do uso da água;

III - obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos.

Art. 20. Serão cobrados os usos de recursos hídricos sujeitos a outorga, nos termos do art. 12 desta Lei.

#### Parágrafo único. (VETADO)

Art. 21. Na fixação dos valores a serem cobrados pelo uso dos recursos hídricos devem ser observados, dentre outros:

I - nas derivações, captações e extrações de água, o volume retirado e seu regime de variação;

II - nos lançamentos de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, o volume lançado e seu regime de variação e as características físico-químicas, biológicas e de toxicidade do afluente.

Art. 22. Os valores arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos serão aplicados prioritariamente na bacia hidrográfica em que foram gerados e serão utilizados:

I - no financiamento de estudos, programas, projetos e obras incluídos nos Planos de Recursos Hídricos;

II - no pagamento de despesas de implantação e custeio administrativo dos órgãos e entidades integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

§ 1º A aplicação nas despesas previstas no inciso II deste artigo é limitada a sete e meio por cento do total arrecadado.

§ 2º Os valores previstos no caput deste artigo poderão ser aplicados a fundo perdido em projetos e obras que alterem, de modo considerado benéfico à coletividade, a qualidade, a quantidade e o regime de vazão de um corpo de água.

#### § 3º (VETADO)

Art. 23. (VETADO)

## SEÇÃO V

### DA COMPENSAÇÃO A MUNICÍPIOS

Art. 24. (VETADO)

## SEÇÃO VI

### DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS

Art. 25. O Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos é um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e

fatores intervenientes em sua gestão.

Parágrafo único. Os dados gerados pelos órgãos integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos serão incorporados ao Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos.

Art. 26. São princípios básicos para o funcionamento do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos:

- I - descentralização da obtenção e produção de dados e informações;
- II - coordenação unificada do sistema;
- III - acesso aos dados e informações garantido à toda a sociedade.

Art. 27. São objetivos do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos:

- I - reunir, dar consistência e divulgar os dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos no Brasil;
- II - atualizar permanentemente as informações sobre disponibilidade e demanda de recursos hídricos em todo o território nacional;
- III - fornecer subsídios para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos.

## CAPÍTULO V DO RATEIO DE CUSTOS DAS OBRAS DE USO MÚLTIPLO, DE INTERESSE COMUM OU COLETIVO

Art. 28. (VETADO)

## CAPÍTULO VI DA AÇÃO DO PODER PÚBLICO

Art. 29. Na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, compete ao Poder Executivo Federal:

- I - tomar as providências necessárias à implementação e ao funcionamento do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- II - outorgar os direitos de uso de recursos hídricos, e regulamentar e fiscalizar os usos, na sua esfera de competência;
- III - implantar e gerir o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos, em âmbito nacional;
- IV - promover a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental.

Parágrafo único. O Poder Executivo Federal indicará, por decreto, a autoridade responsável pela efetivação de outorgas de direito de uso dos recursos hídricos sob domínio da União.

Art. 30. Na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, cabe aos Poderes Executivos Estaduais e do Distrito Federal, na sua esfera de competência:

- I - outorgar os direitos de uso de recursos hídricos e regulamentar e fiscalizar os seus usos;
- II - realizar o controle técnico das obras de oferta hídrica;
- III - implantar e gerir o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos, em âmbito estadual e do Distrito Federal;

IV - promover a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental.

Art. 31. Na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, os Poderes Executivos do Distrito Federal e dos municípios promoverão a integração das políticas locais de saneamento básico, de uso, ocupação e conservação do solo e de meio ambiente com as políticas federal e estaduais de recursos hídricos.

## TÍTULO II

### DO SISTEMA NACIONAL DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

#### CAPÍTULO I

#### DOS OBJETIVOS E DA COMPOSIÇÃO

Art. 32. Fica criado o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, com os seguintes objetivos:

I - coordenar a gestão integrada das águas;

II - arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos;

III - implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos;

IV - planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos;

V - promover a cobrança pelo uso de recursos hídricos.

— Art. 33. Integram o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos:

~~I - o Conselho Nacional de Recursos Hídricos;~~

~~II - os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal;~~

~~III - os Comitês de Bacia Hidrográfica;~~

~~IV - os órgãos dos poderes públicos federal, estaduais e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos;~~

~~V - as Agências de Água.~~

Art. 33. Integram o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos: (Redação dada pela Lei 9.984, de 2000)

I - o Conselho Nacional de Recursos Hídricos; (Redação dada pela Lei 9.984, de 2000)

I-A. - a Agência Nacional de Águas; (Redação dada pela Lei 9.984, de 2000)

II - os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal; (Redação dada pela Lei 9.984, de 2000)

III - os Comitês de Bacia Hidrográfica; (Redação dada pela Lei 9.984, de 2000)

IV - os órgãos dos poderes públicos federal, estaduais, do Distrito Federal e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos; (Redação dada pela Lei 9.984, de 2000)

V - as Agências de Água. (Redação dada pela Lei 9.984, de 2000)

#### CAPÍTULO II

#### DO CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS

Art. 34. O Conselho Nacional de Recursos Hídricos é composto por:

I - representantes dos Ministérios e Secretarias da Presidência da República com atuação no gerenciamento ou no uso de recursos hídricos;

II - representantes indicados pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos;

III - representantes dos usuários dos recursos hídricos;

IV - representantes das organizações civis de recursos hídricos.

Parágrafo único. O número de representantes do Poder Executivo Federal não poderá exceder à metade mais um do total dos membros do Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

Art. 35. Compete ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos:

I - promover a articulação do planejamento de recursos hídricos com os planejamentos nacional, regional, estaduais e dos setores usuários;

II - arbitrar, em última instância administrativa, os conflitos existentes entre Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos;

III - deliberar sobre os projetos de aproveitamento de recursos hídricos cujas repercussões extrapolem o âmbito dos Estados em que serão implantados;

IV - deliberar sobre as questões que lhe tenham sido encaminhadas pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos ou pelos Comitês de Bacia Hidrográfica;

V - analisar propostas de alteração da legislação pertinente a recursos hídricos e à Política Nacional de Recursos Hídricos;

VI - estabelecer diretrizes complementares para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, aplicação de seus instrumentos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

VII - aprovar propostas de instituição dos Comitês de Bacia Hidrográfica e estabelecer critérios gerais para a elaboração de seus regimentos;

VIII - (VETADO)

IX - acompanhar a execução do Plano Nacional de Recursos Hídricos e determinar as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;

IX - acompanhar a execução e aprovar o Plano Nacional de Recursos Hídricos e determinar as providências necessárias ao cumprimento de suas metas; (Redação dada pela Lei 9.984, de 2000)

X - estabelecer critérios gerais para a outorga de direitos de uso de recursos hídricos e para a cobrança por seu uso.

Art. 36. O Conselho Nacional de Recursos Hídricos será gerido por:

I - um Presidente, que será o Ministro titular do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal;

II - um Secretário Executivo, que será o titular do órgão integrante da estrutura do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, responsável pela gestão dos recursos hídricos.

### CAPÍTULO III DOS COMITÊS DE BACIA HIDROGRÁFICA

Art. 37. Os Comitês de Bacia Hidrográfica terão como área de atuação:

I - a totalidade de uma bacia hidrográfica;

II - sub-bacia hidrográfica de tributário do curso de água principal da bacia, ou de tributário desse tributário; ou

III - grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas.

Parágrafo único. A instituição de Comitês de Bacia Hidrográfica em rios de domínio da União será efetivada por ato do Presidente da República.

Art. 38. Compete aos Comitês de Bacia Hidrográfica, no âmbito de sua área de atuação:

I - promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes;

II - arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos;

III - aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia;

IV - acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos da bacia e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;

V - propor ao Conselho Nacional e aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos, de acordo com os domínios destes;

VI - estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados;

VII - (VETADO)

VIII - (VETADO)

IX - estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo.

Parágrafo único. Das decisões dos Comitês de Bacia Hidrográfica caberá recurso ao Conselho Nacional ou aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, de acordo com sua esfera de competência.

Art. 39. Os Comitês de Bacia Hidrográfica são compostos por representantes:

I - da União;

II - dos Estados e do Distrito Federal cujos territórios se situem, ainda que parcialmente, em suas respectivas áreas de atuação;

III - dos Municípios situados, no todo ou em parte, em sua área de atuação;

IV - dos usuários das águas de sua área de atuação;

V - das entidades civis de recursos hídricos com atuação comprovada na bacia.

§ 1º O número de representantes de cada setor mencionado neste artigo, bem como os critérios para sua indicação, serão estabelecidos nos regimentos dos comitês, limitada a representação dos poderes executivos da União, Estados, Distrito Federal e Municípios à metade do total de membros.

§ 2º Nos Comitês de Bacia Hidrográfica de bacias de rios fronteiraços e transfronteiraços de gestão compartilhada, a representação da União deverá incluir um representante do Ministério das Relações Exteriores.

§ 3º Nos Comitês de Bacia Hidrográfica de bacias cujos territórios abranjam terras indígenas devem ser incluídos representantes:

I - da Fundação Nacional do Índio - FUNAI, como parte da representação da União;

II - das comunidades indígenas ali residentes ou com interesses na bacia.

§ 4º A participação da União nos Comitês de Bacia Hidrográfica com área de atuação restrita a bacias de rios sob domínio estadual, dar-se-á na forma estabelecida nos respectivos regimentos.

Art. 40. Os Comitês de Bacia Hidrográfica serão dirigidos por um Presidente e um Secretário, eleitos dentre seus membros.

#### CAPÍTULO IV DAS AGÊNCIAS DE ÁGUA

Art. 41. As Agências de Água exercerão a função de secretaria executiva do respectivo ou respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica.

Art. 42. As Agências de Água terão a mesma área de atuação de um ou mais Comitês de Bacia Hidrográfica.

Parágrafo único. A criação das Agências de Água será autorizada pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos ou pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos mediante solicitação de um ou mais Comitês de Bacia Hidrográfica.

Art. 43. A criação de uma Agência de Água é condicionada ao atendimento dos seguintes requisitos:

I - prévia existência do respectivo ou respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica;  
II - viabilidade financeira assegurada pela cobrança do uso dos recursos hídricos em sua área de atuação.

Art. 44. Compete às Agências de Água, no âmbito de sua área de atuação:

I - manter balanço atualizado da disponibilidade de recursos hídricos em sua área de atuação;

II - manter o cadastro de usuários de recursos hídricos;

III - efetuar, mediante delegação do outorgante, a cobrança pelo uso de recursos hídricos;

IV - analisar e emitir pareceres sobre os projetos e obras a serem financiados com recursos gerados pela cobrança pelo uso de Recursos Hídricos e encaminhá-los à instituição financeira responsável pela administração desses recursos;

V - acompanhar a administração financeira dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos em sua área de atuação;

VI - gerir o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos em sua área de atuação;

VII - celebrar convênios e contratar financiamentos e serviços para a execução de suas competências;

VIII - elaborar a sua proposta orçamentária e submetê-la à apreciação do respectivo ou respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica;

IX - promover os estudos necessários para a gestão dos recursos hídricos em sua área de atuação;

X - elaborar o Plano de Recursos Hídricos para apreciação do respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica;

XI - propor ao respectivo ou respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica:

- a) o enquadramento dos corpos de água nas classes de uso, para encaminhamento ao respectivo Conselho Nacional ou Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, de acordo com o domínio destes;
- b) os valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos;
- c) o plano de aplicação dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos;
- d) o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo.

## CAPÍTULO V DA SECRETARIA EXECUTIVA DO CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS

Art. 45. A Secretaria Executiva do Conselho Nacional de Recursos Hídricos será exercida pelo órgão integrante da estrutura do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, responsável pela gestão dos recursos hídricos.

— Art. 46. ~~Compete à Secretaria Executiva do Conselho Nacional de Recursos Hídricos:~~

- ~~I – prestar apoio administrativo, técnico e financeiro ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos;~~
- ~~II – coordenar a elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos e encaminhá-lo à aprovação do Conselho Nacional de Recursos Hídricos;~~
- ~~III – instruir os expedientes provenientes dos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos e dos Comitês de Bacia Hidrográfica;~~
- ~~IV – coordenar o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos;~~
- ~~V – elaborar seu programa de trabalho e respectiva proposta orçamentária anual e submetê-los à aprovação do Conselho Nacional de Recursos Hídricos.~~

Art. 46. Compete à Secretaria Executiva do Conselho Nacional de Recursos Hídricos: (Redação dada pela Lei 9.984, de 2000)

I – prestar apoio administrativo, técnico e financeiro ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos; (Redação dada pela Lei 9.984, de 2000)

II – revogado; (Redação dada pela Lei 9.984, de 2000)

III – instruir os expedientes provenientes dos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos e dos Comitês de Bacia Hidrográfica;” (Redação dada pela Lei 9.984, de 2000)

IV – revogado;” (Redação dada pela Lei 9.984, de 2000)

V – elaborar seu programa de trabalho e respectiva proposta orçamentária anual e submetê-los à aprovação do Conselho Nacional de Recursos Hídricos. (Redação dada pela Lei 9.984, de 2000)

## CAPÍTULO VI DAS ORGANIZAÇÕES CIVIS DE RECURSOS HÍDRICOS

Art. 47. São consideradas, para os efeitos desta Lei, organizações civis de recursos hídricos:

- I - consórcios e associações intermunicipais de bacias hidrográficas;

- II - associações regionais, locais ou setoriais de usuários de recursos hídricos;
- III - organizações técnicas e de ensino e pesquisa com interesse na área de recursos hídricos;
- IV - organizações não-governamentais com objetivos de defesa de interesses difusos e coletivos da sociedade;
- V - outras organizações reconhecidas pelo Conselho Nacional ou pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos.

Art. 48. Para integrar o Sistema Nacional de Recursos Hídricos, as organizações civis de recursos hídricos devem ser legalmente constituídas.

### TÍTULO III DAS INFRAÇÕES E PENALIDADES

Art. 49. Constitui infração das normas de utilização de recursos hídricos superficiais ou subterrâneos:

- I - derivar ou utilizar recursos hídricos para qualquer finalidade, sem a respectiva outorga de direito de uso;
- II - iniciar a implantação ou implantar empreendimento relacionado com a derivação ou a utilização de recursos hídricos, superficiais ou subterrâneos, que implique alterações no regime, quantidade ou qualidade dos mesmos, sem autorização dos órgãos ou entidades competentes;
- III - (VETADO)
- IV - utilizar-se dos recursos hídricos ou executar obras ou serviços relacionados com os mesmos em desacordo com as condições estabelecidas na outorga;
- V - perfurar poços para extração de água subterrânea ou operá-los sem a devida autorização;
- VI - fraudar as medições dos volumes de água utilizados ou declarar valores diferentes dos medidos;
- VII - infringir normas estabelecidas no regulamento desta Lei e nos regulamentos administrativos, compreendendo instruções e procedimentos fixados pelos órgãos ou entidades competentes;
- VIII - obstar ou dificultar a ação fiscalizadora das autoridades competentes no exercício de suas funções.

Art. 50. Por infração de qualquer disposição legal ou regulamentar referentes à execução de obras e serviços hidráulicos, derivação ou utilização de recursos hídricos de domínio ou administração da União, ou pelo não atendimento das solicitações feitas, o infrator, a critério da autoridade competente, ficará sujeito às seguintes penalidades, independentemente de sua ordem de enumeração:

- I - advertência por escrito, na qual serão estabelecidos prazos para correção das irregularidades;
- II - multa, simples ou diária, proporcional à gravidade da infração, de R\$ 100,00 (cem reais) a R\$ 10.000,00 (dez mil reais);
- III - embargo provisório, por prazo determinado, para execução de serviços e obras



necessárias ao efetivo cumprimento das condições de outorga ou para o cumprimento de normas referentes ao uso, controle, conservação e proteção dos recursos hídricos;

IV - embargo definitivo, com revogação da outorga, se for o caso, para repor incontinenti, no seu antigo estado, os recursos hídricos, leitos e margens, nos termos dos arts. 58 e 59 do Código de Águas ou tamponar os poços de extração de água subterrânea.

§ 1º Sempre que da infração cometida resultar prejuízo a serviço público de abastecimento de água, riscos à saúde ou à vida, perecimento de bens ou animais, ou prejuízos de qualquer natureza a terceiros, a multa a ser aplicada nunca será inferior à metade do valor máximo cominado em abstrato.

§ 2º No caso dos incisos III e IV, independentemente da pena de multa, serão cobradas do infrator as despesas em que incorrer a Administração para tornar efetivas as medidas previstas nos citados incisos, na forma dos arts. 36, 53, 56 e 58 do Código de Águas, sem prejuízo de responder pela indenização dos danos a que der causa.

§ 3º Da aplicação das sanções previstas neste título caberá recurso à autoridade administrativa competente, nos termos do regulamento.

§ 4º Em caso de reincidência, a multa será aplicada em dobro.

#### TÍTULO IV DAS DISPOSIÇÕES GERAIS E TRANSITÓRIAS

~~Art. 51. Os consórcios e associações intermunicipais de bacias hidrográficas mencionados no art. 47 poderão receber delegação do Conselho Nacional ou dos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, por prazo determinado, para o exercício de funções de competência das Agências de Água, enquanto esses organismos não estiverem constituídos:~~

Art. 51. O Conselho Nacional de Recursos Hídricos e os Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos poderão delegar a organizações sem fins lucrativos relacionadas no art. 47 desta Lei, por prazo determinado, o exercício de funções de competência das Agências de Água, enquanto esses organismos não estiverem constituídos. (Redação dada pela Lei nº 10.881, de 2004)

Art. 52. Enquanto não estiver aprovado e regulamentado o Plano Nacional de Recursos Hídricos, a utilização dos potenciais hidráulicos para fins de geração de energia elétrica continuará subordinada à disciplina da legislação setorial específica.

Art. 53. O Poder Executivo, no prazo de cento e vinte dias a partir da publicação desta Lei, encaminhará ao Congresso Nacional projeto de lei dispondo sobre a criação das Agências de Água.

Art. 54. O art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, passa a vigorar com a seguinte redação:

“Art. 1º .....

.....

III - quatro inteiros e quatro décimos por cento à Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal;

IV - três inteiros e seis décimos por cento ao Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DNAEE, do Ministério de Minas e Energia;

V - dois por cento ao Ministério da Ciência e Tecnologia.

.....  
§ 4º A cota destinada à Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal será empregada na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e na gestão da rede hidrometeorológica nacional.

§ 5º A cota destinada ao DNAEE será empregada na operação e expansão de sua rede hidrometeorológica, no estudo dos recursos hídricos e em serviços relacionados ao aproveitamento da energia hidráulica.”

Parágrafo único. Os novos percentuais definidos no caput deste artigo entrarão em vigor no prazo de cento e oitenta dias contados a partir da data de publicação desta Lei.

Art. 55. O Poder Executivo Federal regulamentará esta Lei no prazo de cento e oitenta dias, contados da data de sua publicação.

Art. 56. Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 57. Revogam-se as disposições em contrário.

Brasília, 8 de janeiro de 1997; 176º da Independência e 109º da República.

FERNANDO HENRIQUE CARDOSO

Gustavo Krause

Este texto não substitui o publicado no D.O.U. de 9.1.1997

## LEI Nº 12.245, DE 30 DE DEZEMBRO DE 1993

Dispõe sobre o Fundo Estadual de Recursos Hídricos - FUNORH, revoga os Arts. 17 e 22 da Lei nº 11.996, de 24 de julho de 1992, e dá outras providências.

### O GOVERNADOR DO ESTADO DO CEARÁ

Faço saber que a Assembléia Legislativa decretou e eu sanciono a seguinte Lei:

Art. 1º. O FUNDO ESTADUAL DE RECURSOS HIDRICOS - FUNORH, vinculado à Secretaria dos Recursos Hídricos, e criado com a finalidade de dar suporte financeiro à Política de Recursos Hídricos do Estado e às ações dos componentes do Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos - SIGERH será regido pelas normas estabelecidas nesta Lei e em seu regulamento, sendo operado pelo Banco do Estado do Ceará S/A - BEC, sob a supervisão do Conselho de Recursos Hídricos do Ceará - COGERH.

Art. 2º. O Fundo Estadual dos Recursos Hídricos - FUNORH, tem como objetivos:

- I - financiar projetos voltados para a Política Estadual de Recursos Hídricos, para que sejam asseguradas as condições de desenvolvimento de Recursos Hídricos, e melhoria da qualidade de vida da população do Estado em equilíbrio com o meio ambiente;
- II - aplicar os recursos de investimentos oriundos da cobrança pelo uso dos recursos hídricos, repassados pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos - SIGERH, cabendo a COGERH a aplicação dos recursos necessários para custear as atividades do Gerenciamento dos Recursos Hídricos, envolvendo os serviços de operação e manutenção dos dispositivos e da infra-estrutura hidráulica e dos sistemas operacionais de cobrança junto aos diversos usos e usuários dos recursos hídricos.

• Caput e incisos I e II com redação determinada pelo art. 1º da Lei nº 12.664 de 30/12/96

Art. 3º. Respeitando-se as prioridades e metas da Administração Pública Estadual, serão observadas as seguintes diretrizes na formulação dos programas de financiamento do Fundo:

- I - concessão de financiamento a instituições Públicas ou privadas envolvidas na Política de Desenvolvimento de Recursos Hídricos do Estado;
- II - ação integrada com as Secretarias do Estado envolvidas com a Política de Recursos Hídricos;
- III - adoção de prazos e carências de acordo com a maturação do projeto e limite de financiamento em função das capacidades de endividamento dos tomadores finais;
- IV - custos financeiros definidos em função dos aspectos sociais e econômicos do Projeto;
- V - uso criterioso dos recursos e adequadas políticas de garantias a fim de assegurar racionalidade, eficiência, eficácia e retorno às aplicações.

Art. 4º. Serão beneficiários dos financiamentos concedidos com recursos do Fundo Estadual

de Recursos Hídricos do Estado do Ceará - FUNORH, as instituições públicas ou privadas envolvidas com a Política Estadual de Recursos Hídricos.

Art. 5º. Constituem fontes de recursos do Fundo Estadual dos Recursos Hídricos:

- I - os de origem orçamentária do Tesouro do Estado;
  - II - os provenientes de operações de crédito contratados com entidades nacionais e internacionais;
  - III - os provenientes de retorno de financiamento sob a forma de amortização do principal, atualização monetária, juros, comissões, mora ou sob qualquer outra forma;
  - IV - os recursos de investimentos provenientes da cobrança pelo uso dos recursos hídricos;
  - V - o resultado de aplicações de multas cobradas dos infratores da legislação de águas;
  - VI - outras fontes de recursos, provenientes da União, do Estado, dos Municípios e Entidades Nacionais e Internacionais.
- Caput e incisos com redação determinada pelo art. 2º da Lei nº 12.664 de 30/12/96

§ 1º. Deverão constar do orçamento do Estado vinculado à Secretaria dos Recursos Hídricos, as despesas relativas aos recursos que serão aportados ao Fundo a cada ano, bem como os valores compatíveis e suficientes para satisfazer as obrigações de amortização dos empréstimos pelo Tesouro, do Estado que se destinarem à integralização do Fundo.

§ 2º. Os recursos de operações de crédito que constituirão o Fundo serão reembolsados pelo Governo do Estado na forma do contrato de empréstimo.

Art. 6º. Os recursos que comporão o FUNORH serão aportados na forma prevista em cada contrato.

Art. 7º. Os recursos do FUNORH terão aplicações definidas para cada programa pela Secretaria dos Recursos Hídricos em consonância com a Política de Gestão de Recursos Hídricos do Estado.

Art. 8º. O Fundo Estadual de Recursos Hídricos - FUNORH será administrado por um Conselho Diretor constituído da seguinte forma:

- I - Secretário dos Recursos Hídricos;
- II - Secretário do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente;
- III - Presidente do Banco do Estado do Ceará S/A - BEC;
- IV - Associação Brasileira de Recursos Hídricos - ABRH - Seção Ceará.

Parágrafo Único - O Conselho Diretor será presidido pelo Secretário titular da Secretaria dos Recursos Hídricos.

Art. 9º. Ao Conselho Diretor caberá definir as estratégias de programação dos investimentos, as condições de alocação e aplicação dos recursos, bem como as condições de aplicação de programas relacionados com o desenvolvimento hídrico do Estado.

- Caput com redação determinada pelo art. 3º da Lei nº 12.664 de 30/12/96

Art. 10. Ao Banco do Estado do Ceará S/A como órgão operador do Fundo, caberá manter o

controle e o acompanhamento da Aplicação dos recursos, efetuando os registros contábeis necessários.

Art. 11. O FUNORH será dotado de autonomia financeira e contábil e terá caráter rotativo e permanente.

Art. 12. O Fundo Estadual de Recursos Hídricos - FUNORH terá contabilidade própria registrando todos os atos e fatos a ele referentes, valendo-se para tal, do sistema contábil do Banco do Estado do Ceará no qual deverão ser criados e mantidos subtítulos específicos para esta finalidade, com a apuração de resultados a parte.

Parágrafo Único - O Banco do Estado do Ceará fará publicar, semestralmente, o balanço do Fundo devidamente auditado.

Art. 13. O exercício financeiro do Fundo coincidirá com o ano civil, para fins de apuração de resultados e apresentações de relatórios.

Art. 14. O Poder Executivo aprovará, por decreto, a regulamentação do Fundo de que trata esta Lei.

Art. 15. Esta Lei entrará em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário, em especial os Arts. 17 a 22 da Lei nº 11.996 de 24 de julho de 1992.

PALÁCIO DO GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ, em Fortaleza, aos 30 de dezembro de 1993.

CIRO FERREIRA GOMES  
José Moreira de Andrade
























# Anexo C

---

---

## ANEXO C

### Convenções Gráficas para Levantamento e Mapeamento Manual de Levantamento Utilitário do Meio Físico e Classificação de Terras no Sistema de Capacidade de Uso

I - ACIDENTES TOPOGRÁFICOS JÁ EXISTENTES	
<b>A) Edificações</b>	
	→ Habitações
	→ Igreja
	→ Escola
	→ Moinho de vento para eletricidade
	→ Moinho de vento para água
	→ Olaria
	→ Cemitério
	→ Ruínas
	→ Cruzeiro
	→ Linha telefônica
	→ Linha de baixa tensão
	→ Linha de alta tensão
	→ Estrada de ferro
	→ Estrada de rodagem federal ou estadual não pavimentada
	→ Estrada de rodagem pavimentada
	→ Estrada de rodagem municipal
	→ Estrada de rodagem particular
	→ Estrada de rodagem abandonada
	→ Trilho
<b>B) Detalhes</b>	
	→ Viaduto
	→ Túnel
	→ Aterro
	→ Corte

Fonte: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.



→ Caminhos com canais escoadouros laterais



→ Cruzamento de nível de estrada de rodagem com estrada de ferro



→ Cruzamento superior de estrada de ferro

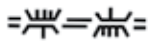


→ Cruzamento inferior de estrada de ferro



→ Parada de estrada de ferro

### C) Obras de Arte e passagens



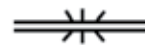
→ Ponte



→ Pinguela



→ Passagem a vau



→ Bueiro

### D) Hidrografia



→ Nascente de grande rendimento, com mais de 10 litros por minuto



→ Nascente de grande rendimento, com menos de 10 litros por minuto



→ Poço de pequeno rendimento



→ Poço de grande rendimento



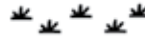
→ Cisterna de grande rendimento



→ Cisterna de pequeno rendimento



→ Bebedouro artificial



→ Brejo ou Pântano

### E) Cursos de Água

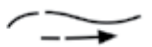
(nos cursos intermitentes, em vez de linhas cheias, usar-se-ão linhas interrompidas ou pontilhadas)



→ Rio



→ Ribeirão não navegável



→ Córrego navegável



→ Canal ou Dreno






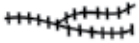


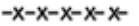

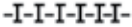
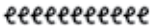



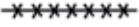





→ Encanamento de água



→ Aqueduto



F) Armazenamento de Água	
	→ Lagoa
	→ Açude ou Represa
	→ Caixa de água elevada
	→ Caixa de água ao nível do solo
	→ Caixa de água subterrânea
G) Cercas e tapumes	
	→ Muro de Alvenaria
	→ Muro de Pedra
	→ Cerca de Arame em divisa de propriedade
	→ Cerca de Arame em divisões internas de propriedade
	→ Cerca de madeira em divisas de propriedade
	→ Cerca de madeira em divisões internas de propriedade
	→ Cerca viva ou renque de árvores
	→ Cerca de arame ao longo de estrada
H) Aterrados e escavações	
	→ Diques ou aterros
	→ Valas
I) Divisas e Lindes	
	→ Divisa com cerca de arame
	→ Divisa sem cerca
	→ Divisa de arrendatários com cerca
	→ Divisa de arrendatários sem cerca

## J) Terraços

- |  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  | → Terraços nivelados com as duas pontas fechadas |  | → Terraços com caimento num único sentido  |
|  | → Terraços nivelados com uma ponta aberta        |  | → Terraços com caimento para os dois lados |
|  | → Terraços nivelados com as duas pontas abertas  |  | → Terraços de divergência                  |

## K) Diversos

- |  |   |  |  |
|--|---|--|--|
|  | → Marco simples   |  | → Blocos de pedra ou rocha exposta             |
|  | → Marco numerado  |  | → Pedregulho                                   |
|  | → Árvores destacadas                                    |  | → Pedreira                                     |
|  | → Pontos nivelados com sua cota respectiva              |  | → Barreira ou solapado com a cota do desnível  |
|  | → Retiradas de amostras do solo                         |  | → Linhas cumeada                               |
|  | → Estações quaisquer ou objetos locados no levantamento |  | → Sulcos de erosão rasos                       |
|  | → Número de campo ou gleba                              |  | → Sulcos de erosão profundos                   |
|  | → Terreno pedregoso                                     |  | → Sucos de erosão muito profundos ou voçorocas |

## L) Limites das Características Mapeadas

- |  |                              |
|--|------------------------------|
|  | → (preto) Unidades solo      |
|  | → (preto) Classes de declive |
|  | → (preto) Graus de erosão    |
|  | → (preto) Tipos de uso atual |

## M) Cores dos Traços

Preto → Planimetria e limites de propriedades

Azul → Hidrografia

Sépia → Relevo

Vermelho → Sulcos de erosão

Verde → Vegetação e tipos de uso do solo

## II - ACIDENTES TOPOGRÁFICOS PLANEJADOS

Usar as convenções em linhas predominantemente interrompidas, ou pontilhadas, como por exemplo:

 → Habitações e construções

 → Estrada

 → Caminhos com canais escoadouros laterais

 → Ponte

 → Bueiro

 → Bebedouro artificial

 → Canal ou dreno

 → Encanamento de água

 → Açude ou represa

 → Cerca de arame em divisa de propriedade

 → Cerca de arame em divisões internas de propriedade

**e.e.e.e.e.e.** → Cerca viva ou renque de árvores

**Δ-X-Δ-X-Δ** → Divisa de arrendatários com cerca

**ΔΔΔΔΔΔΔ** → Divisa de arrendatários sem cerca

 → Terraços nivelados com as duas pontas fechadas

 → Terraços nivelados com uma ponta fechada

 → Terraços nivelados com as duas pontas abertas

 → Terraços com caimento num único sentido

 → Terraços com caimento para os dois lados

 → Terraços de divergência

# Anexo D

---

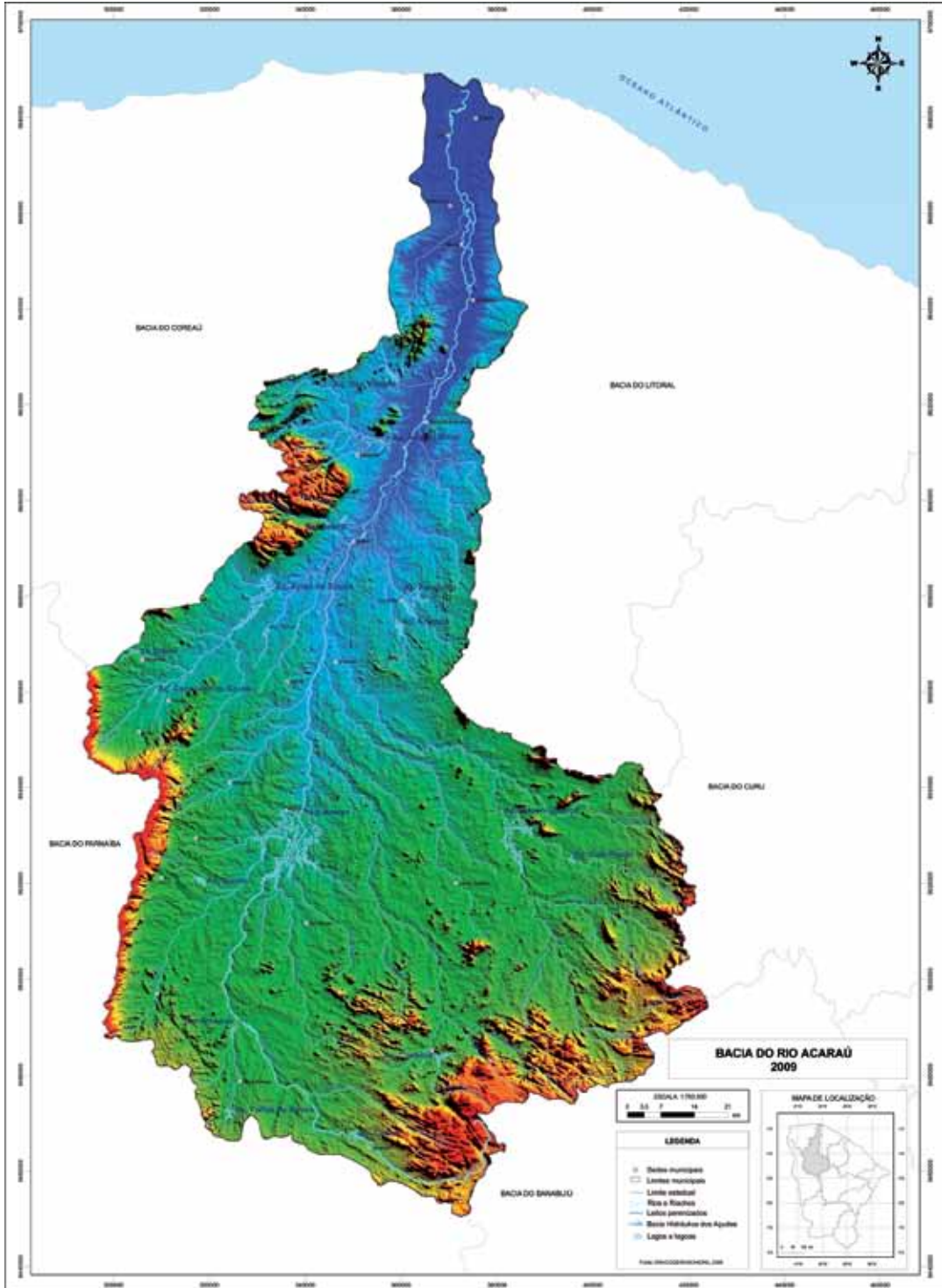
---

# ANEXO D

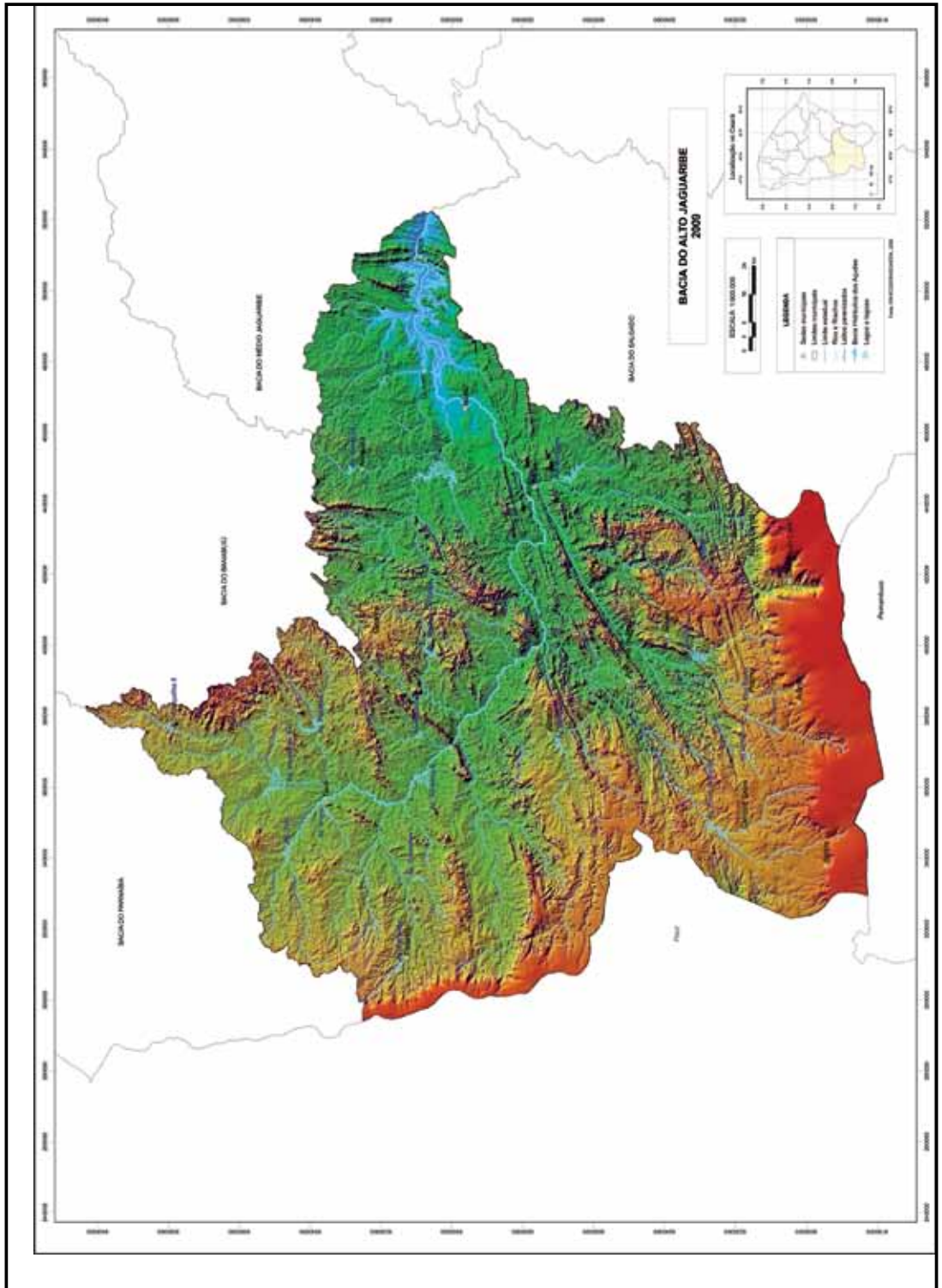
## Bacia e Sub-bacia Hidrográficas, Infraestrutura e Limites pelo Relevo



BACIAS HIDROGRÁFICAS  
ASPECTOS CONCEITUAIS, USO, MANEJO E PLANEJAMENTO



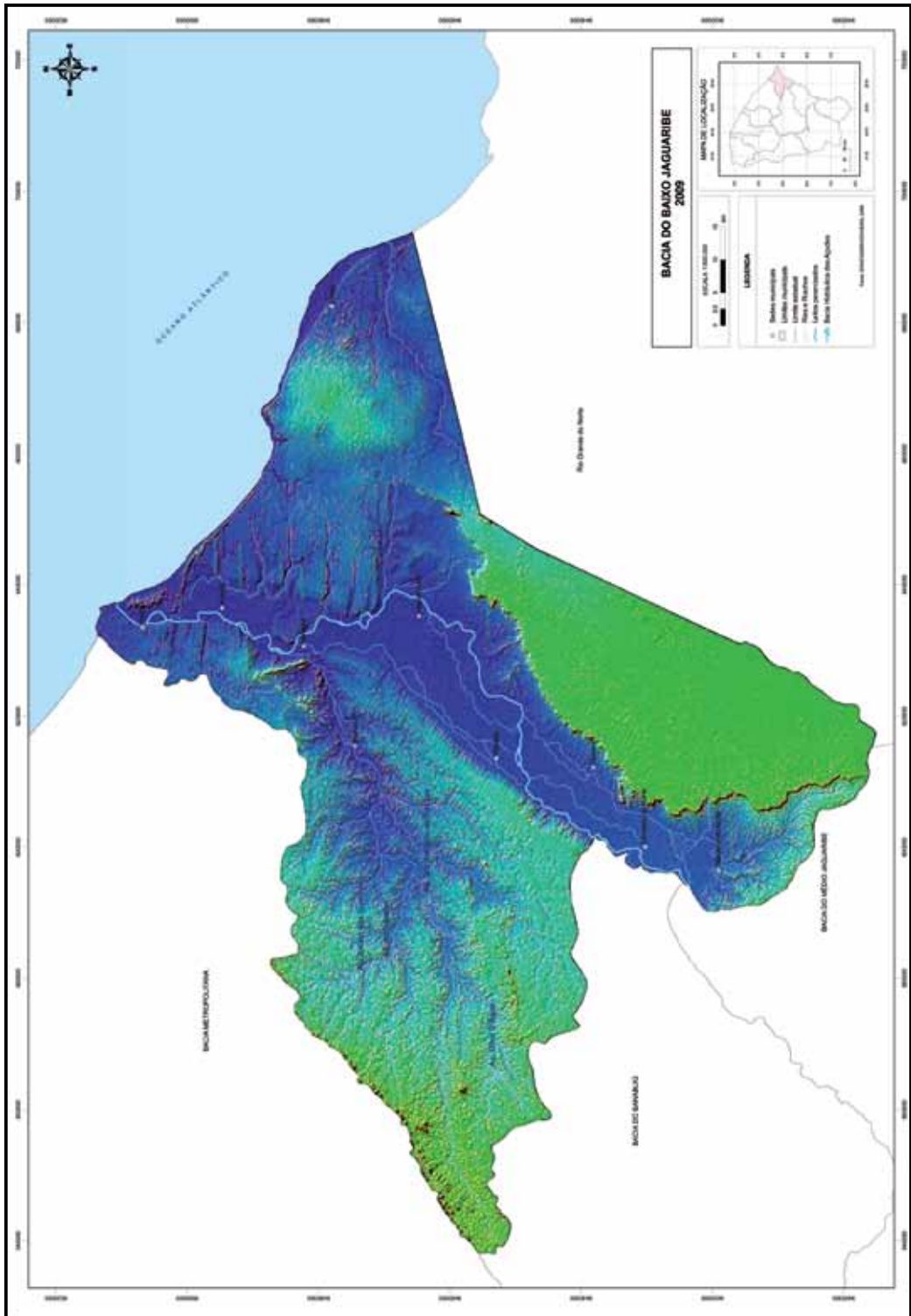
Fonte: SRH/COINF.



Fonte: SRH/COINF.

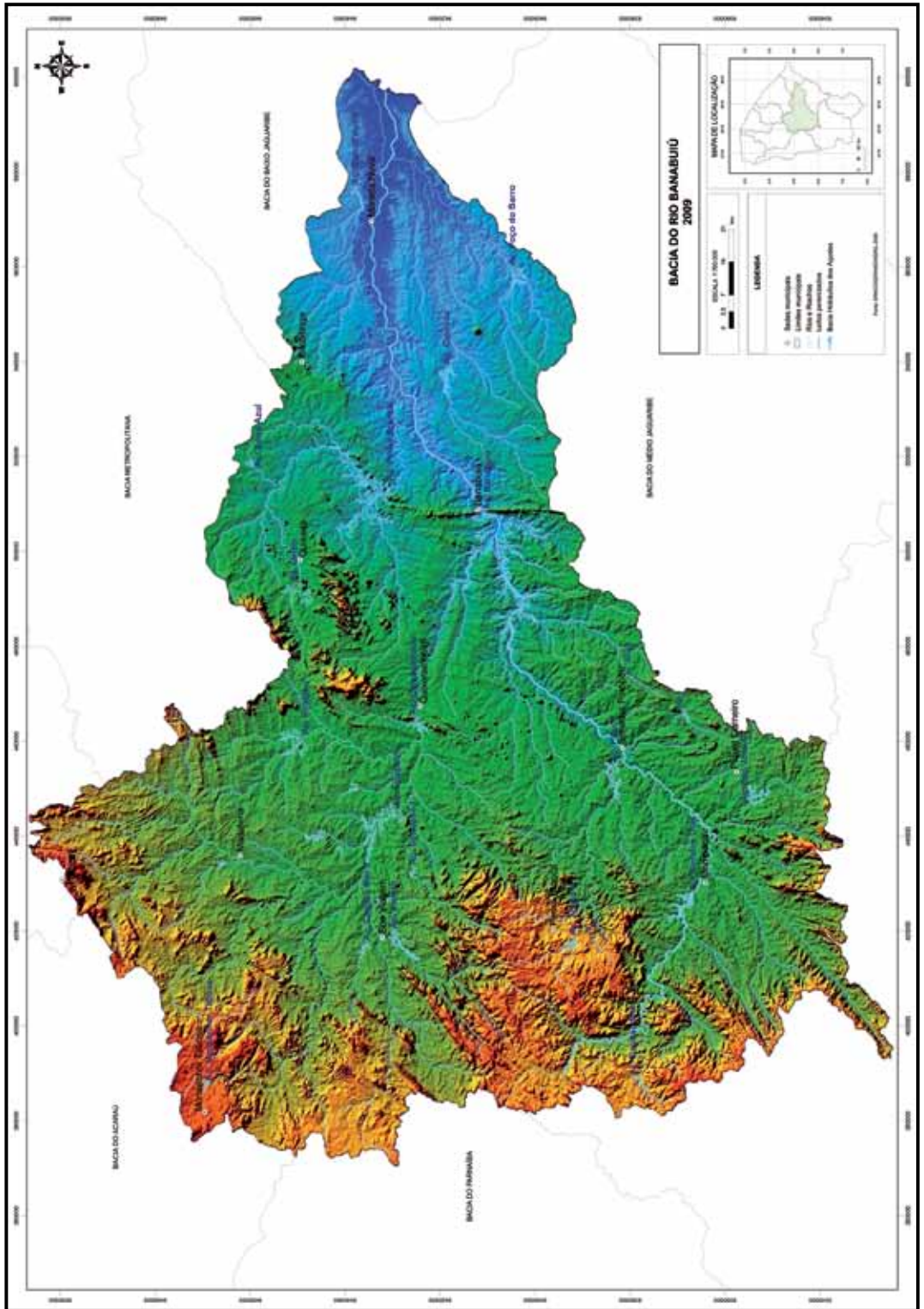


BACIAS HIDROGRÁFICAS  
ASPECTOS CONCEITUAIS, USO, MANEJO E PLANEJAMENTO

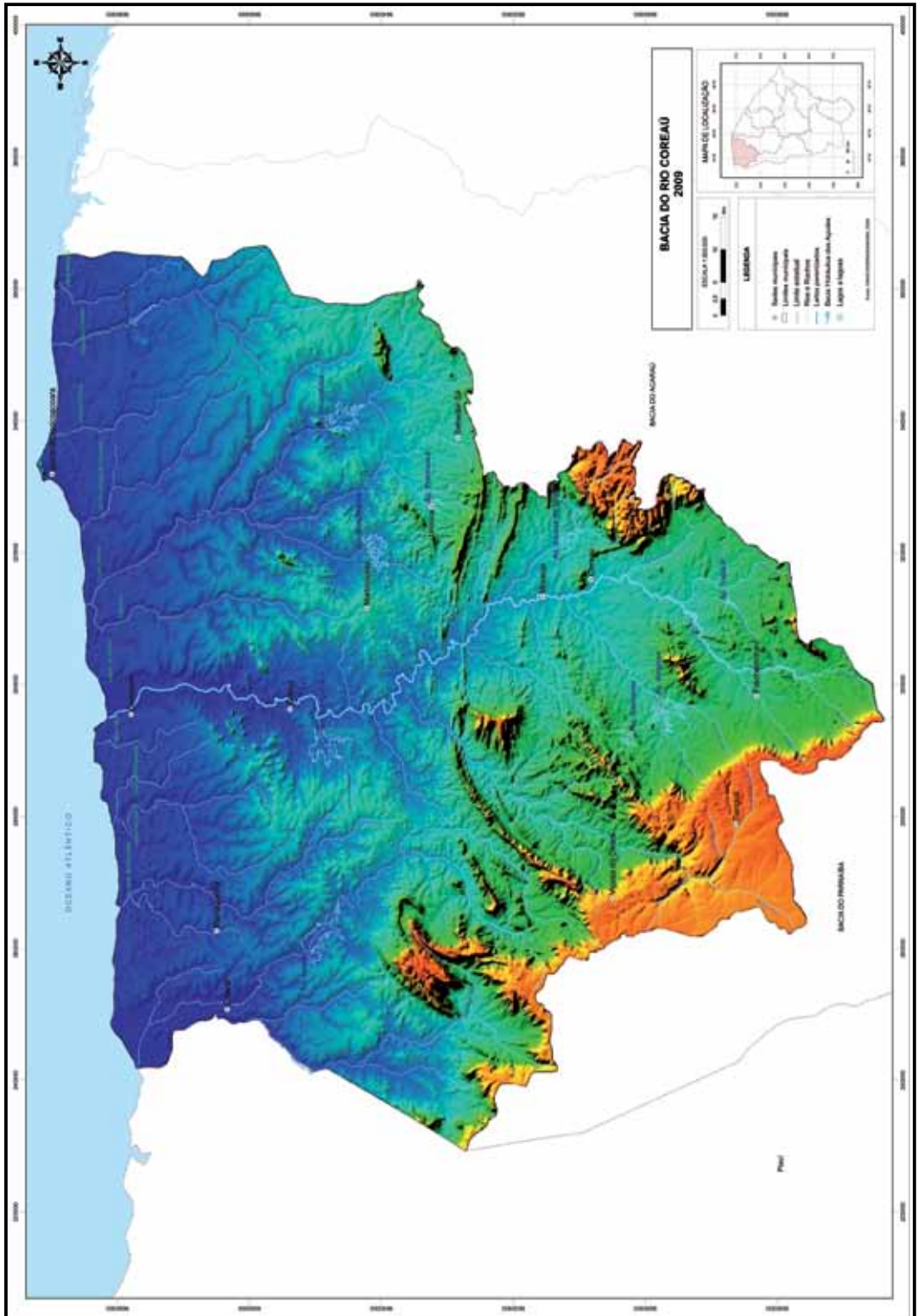


Fonte: SRH/COINF.



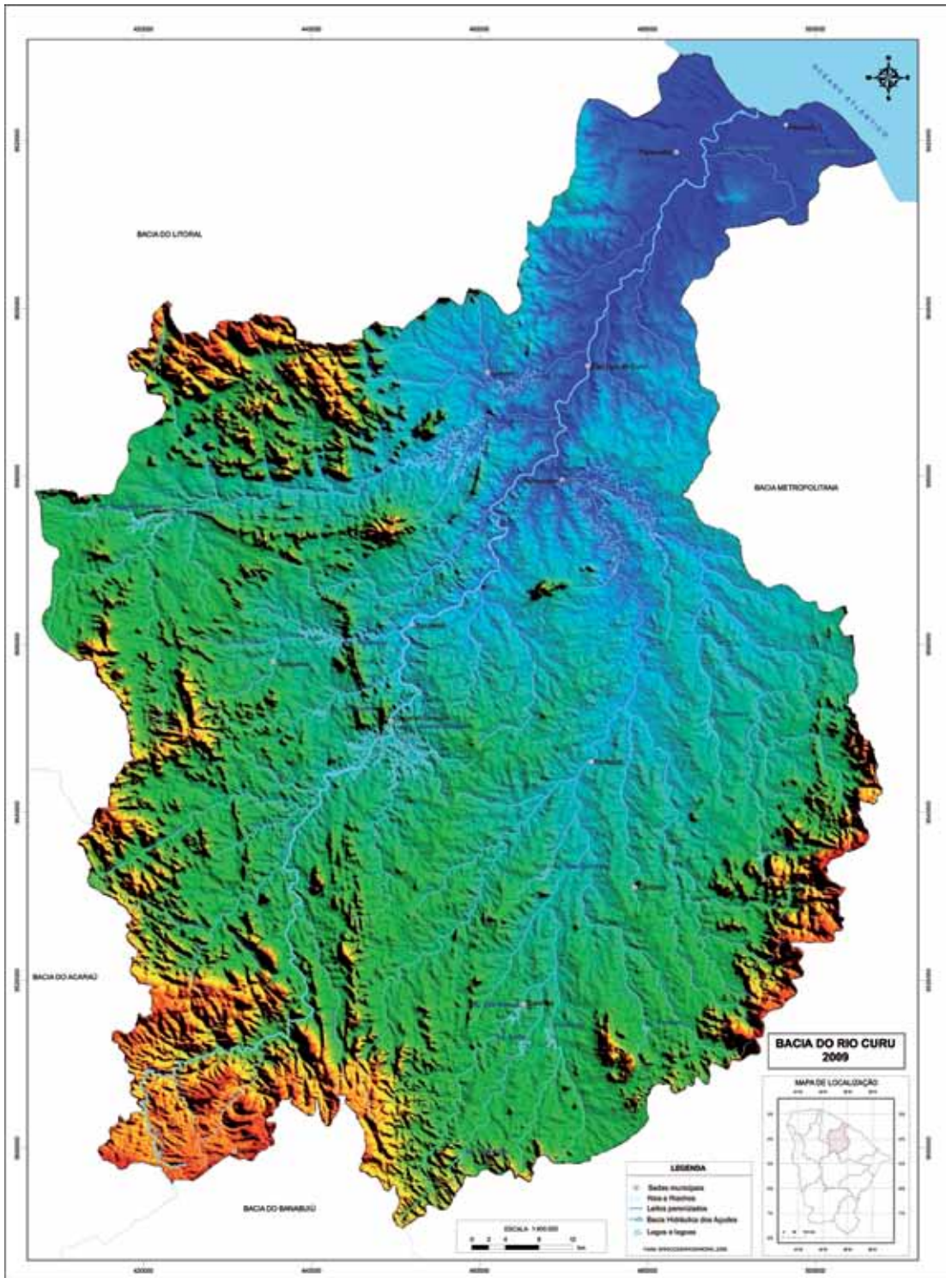


BACIAS HIDROGRÁFICAS  
ASPECTOS CONCEITUAIS, USO, MANEJO E PLANEJAMENTO



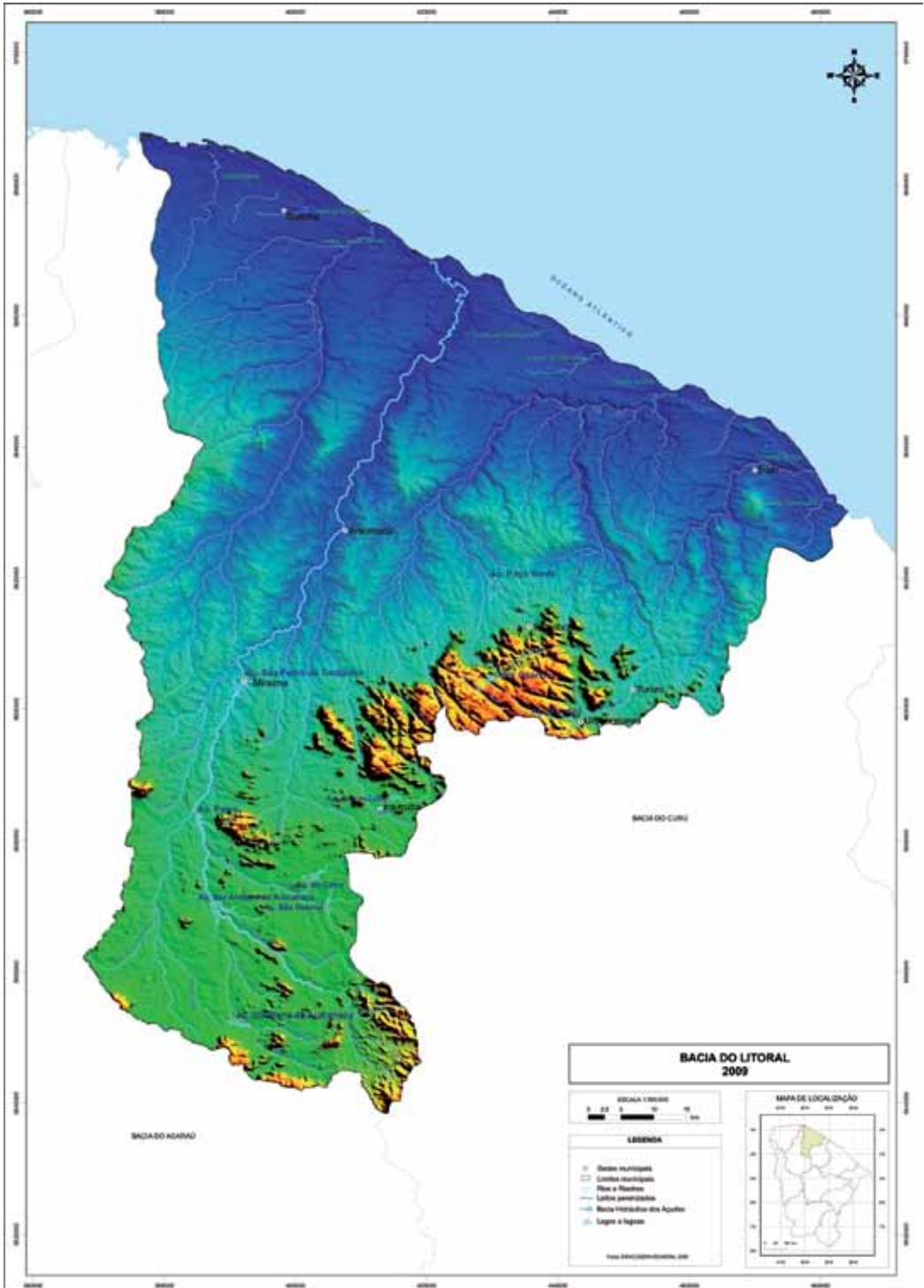
Fonte: SRH/COINF.



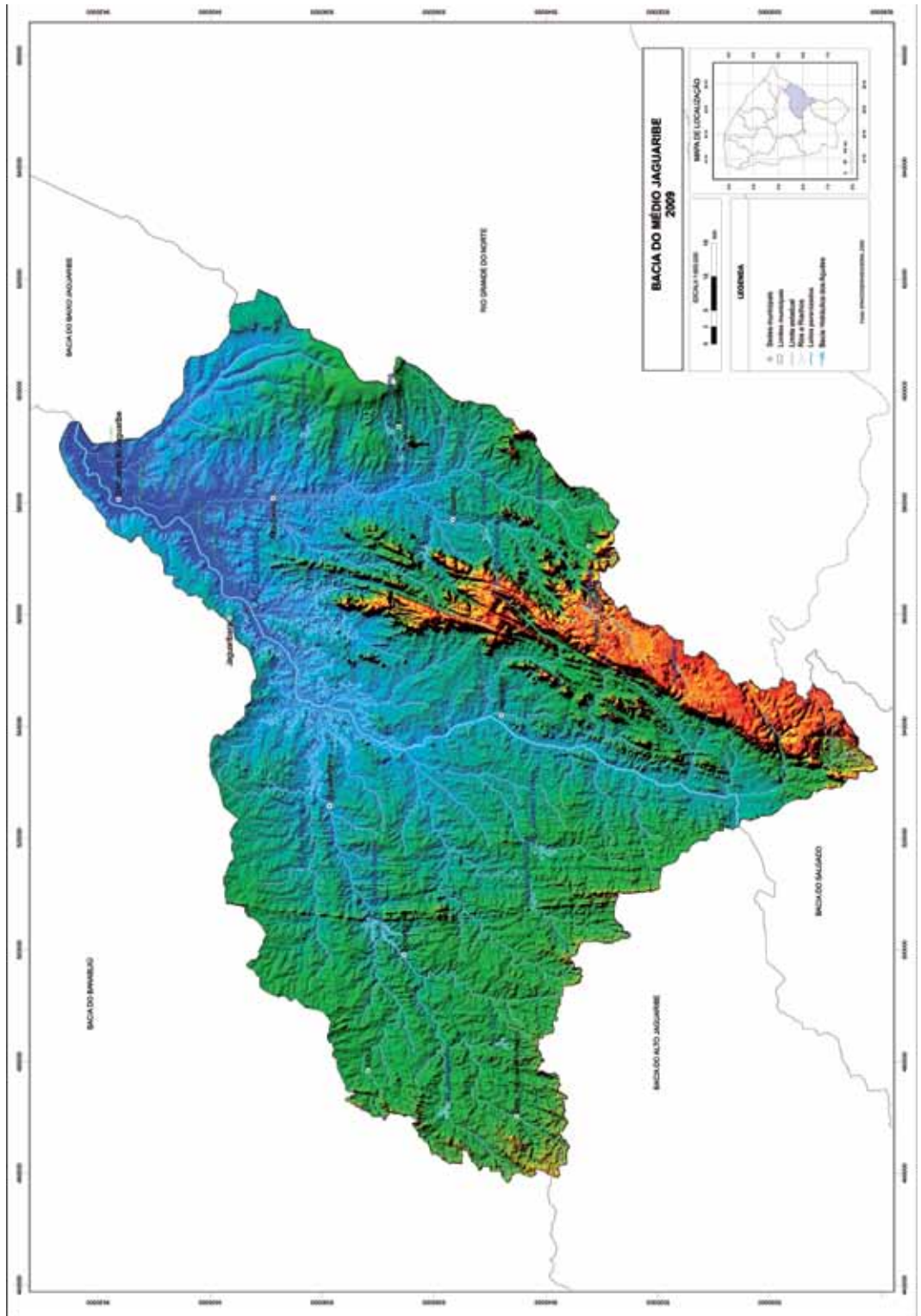


Fonte: SRH/COINF.

BACIAS HIDROGRÁFICAS  
ASPECTOS CONCEITUAIS, USO, MANEJO E PLANEJAMENTO

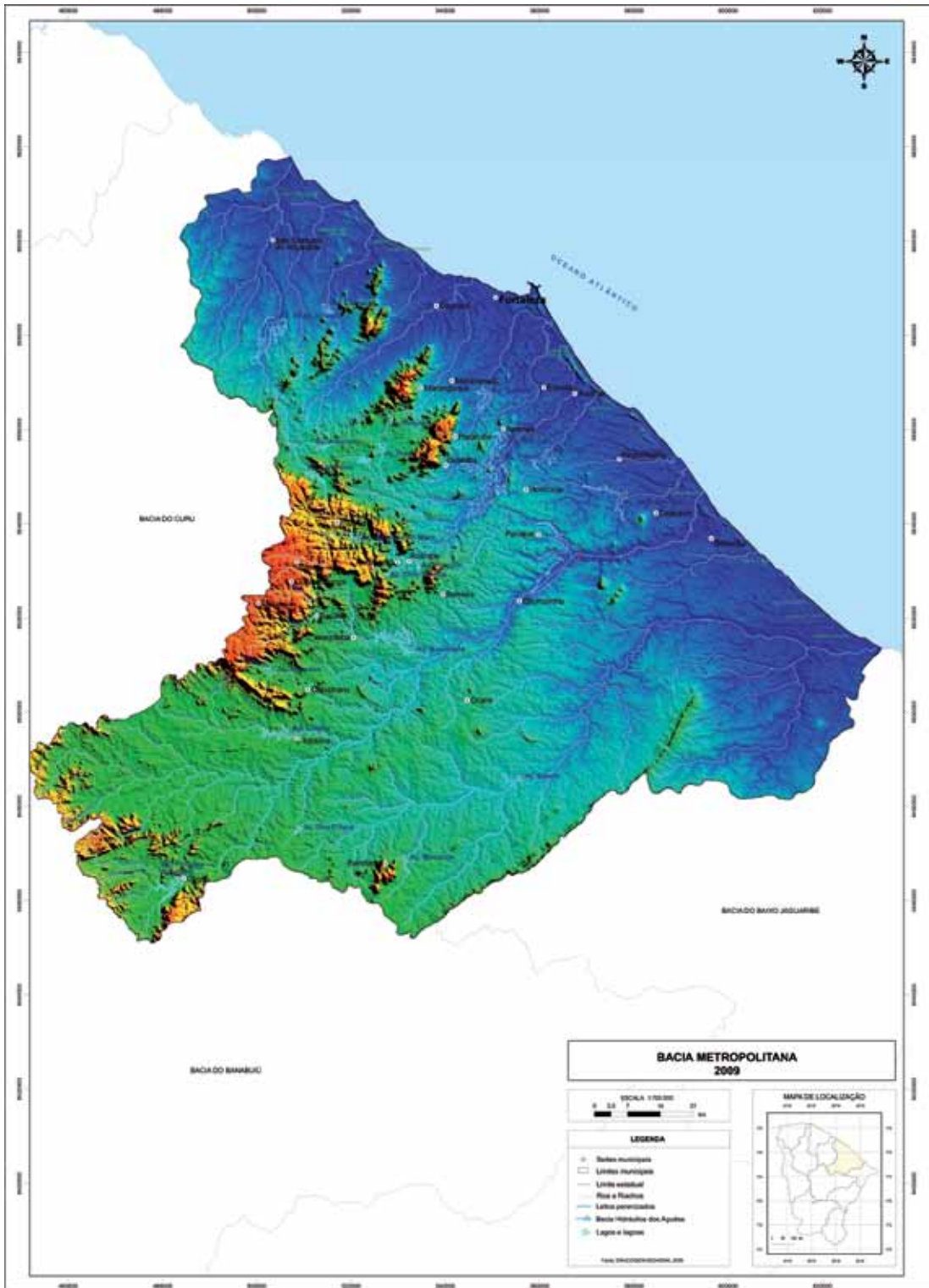


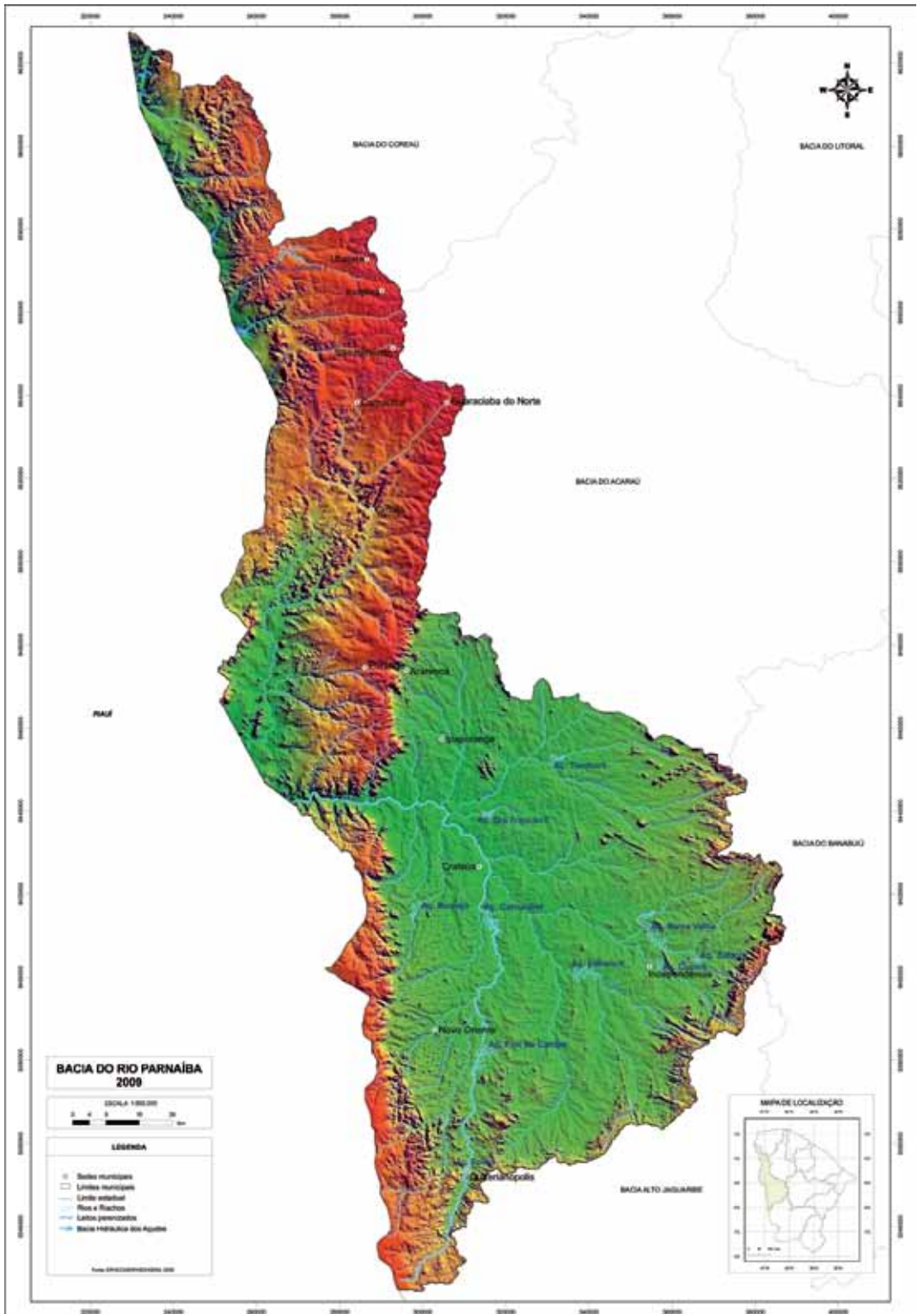
Fonte: SRH/COINF.





BACIAS HIDROGRÁFICAS  
ASPECTOS CONCEITUAIS, USO, MANEJO E PLANEJAMENTO











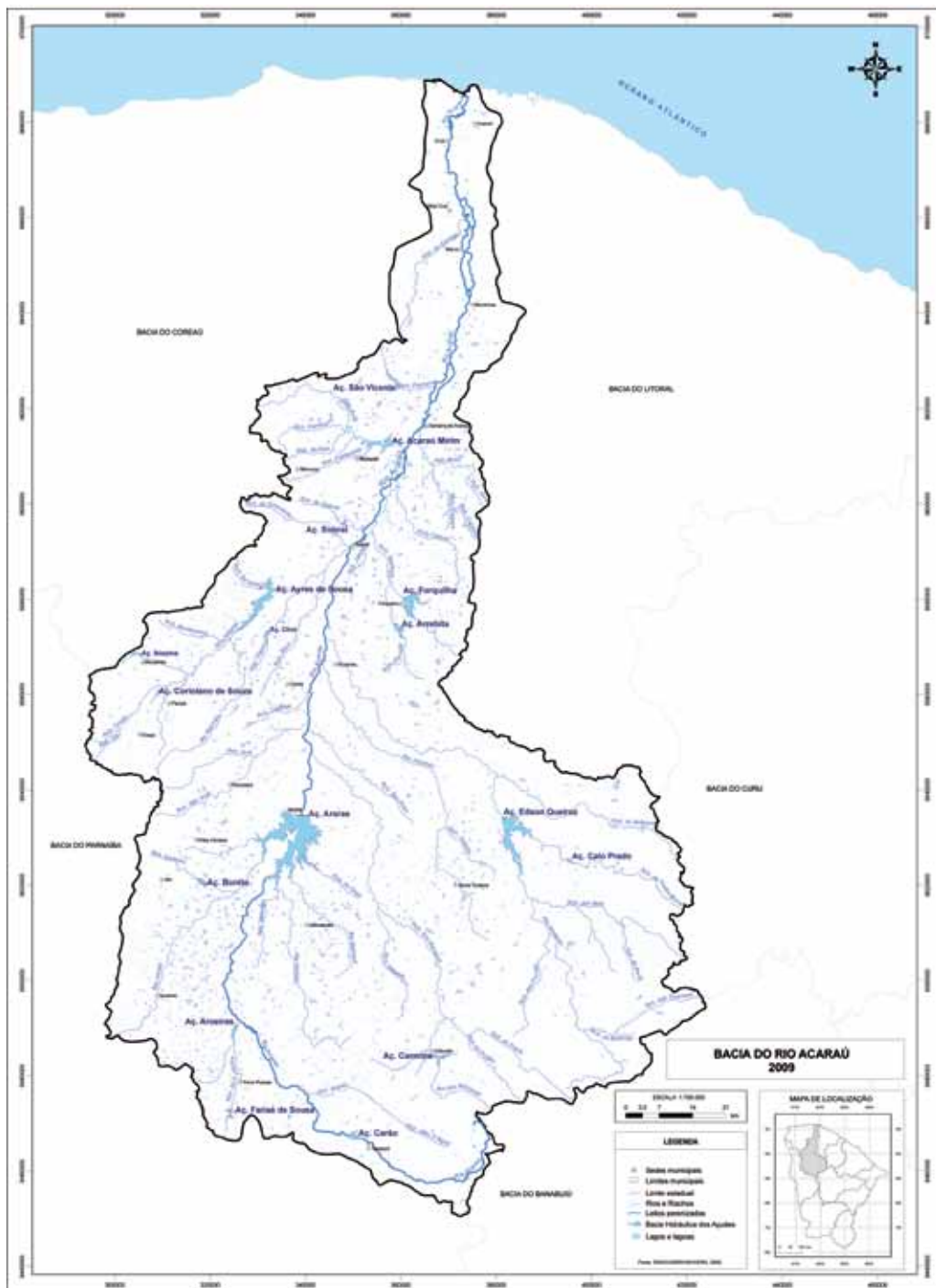
# Anexo E

---

---

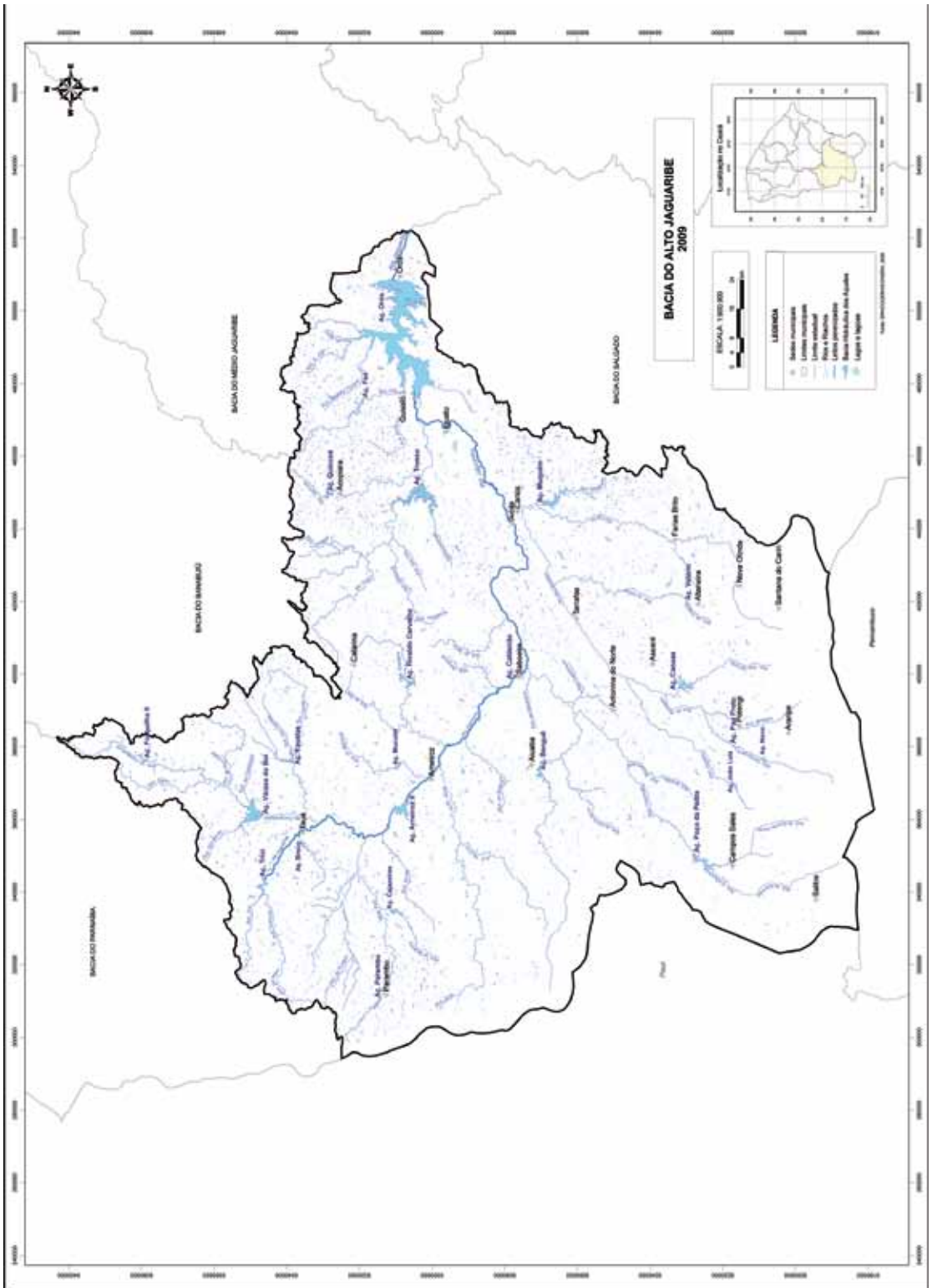
## ANEXO E

### Padrão de Drenagem de Corpos D'água e Reservatórios

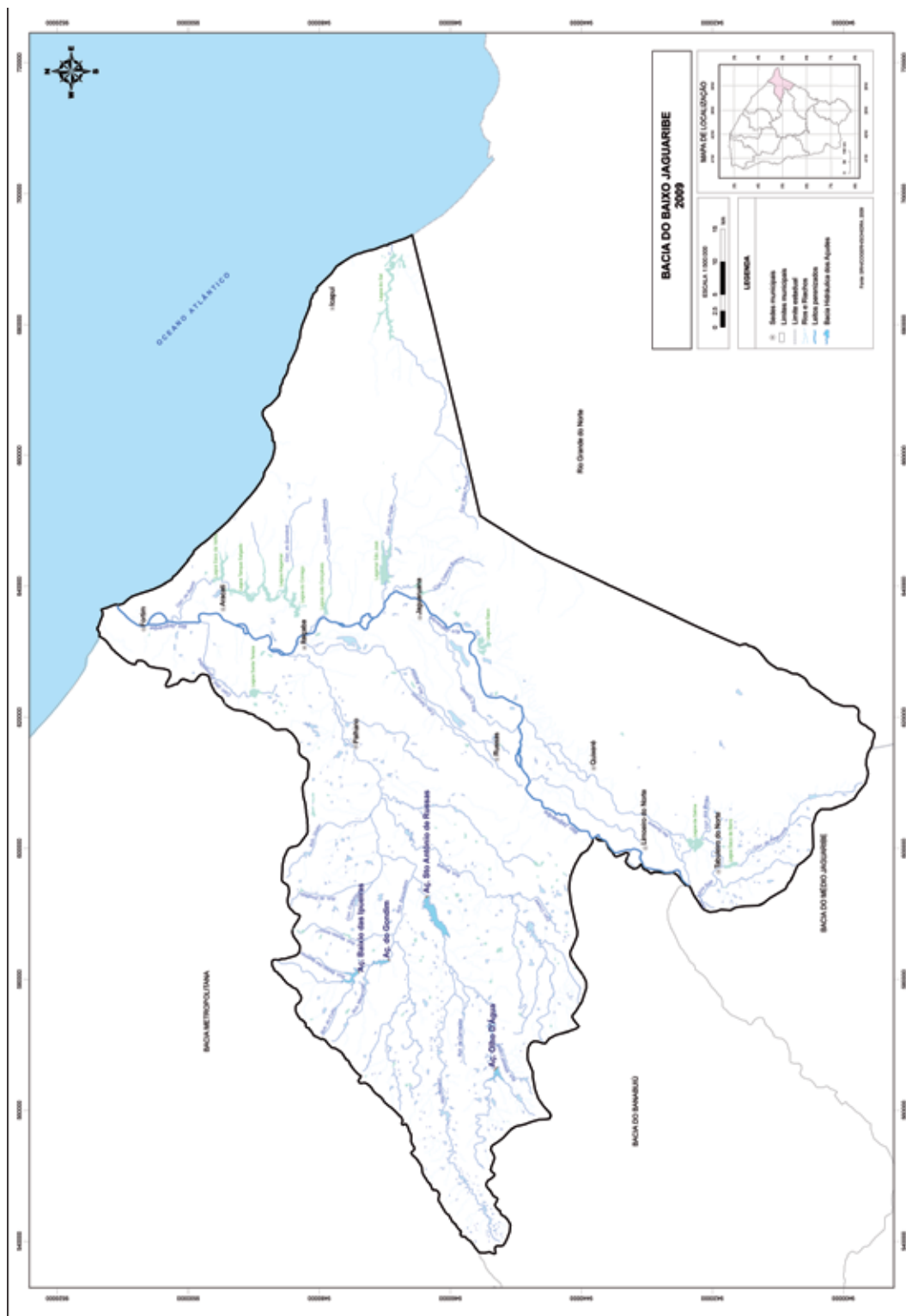


Fonte: SRH/COINF.

BACIAS HIDROGRÁFICAS  
ASPECTOS CONCEITUAIS, USO, MANEJO E PLANEJAMENTO

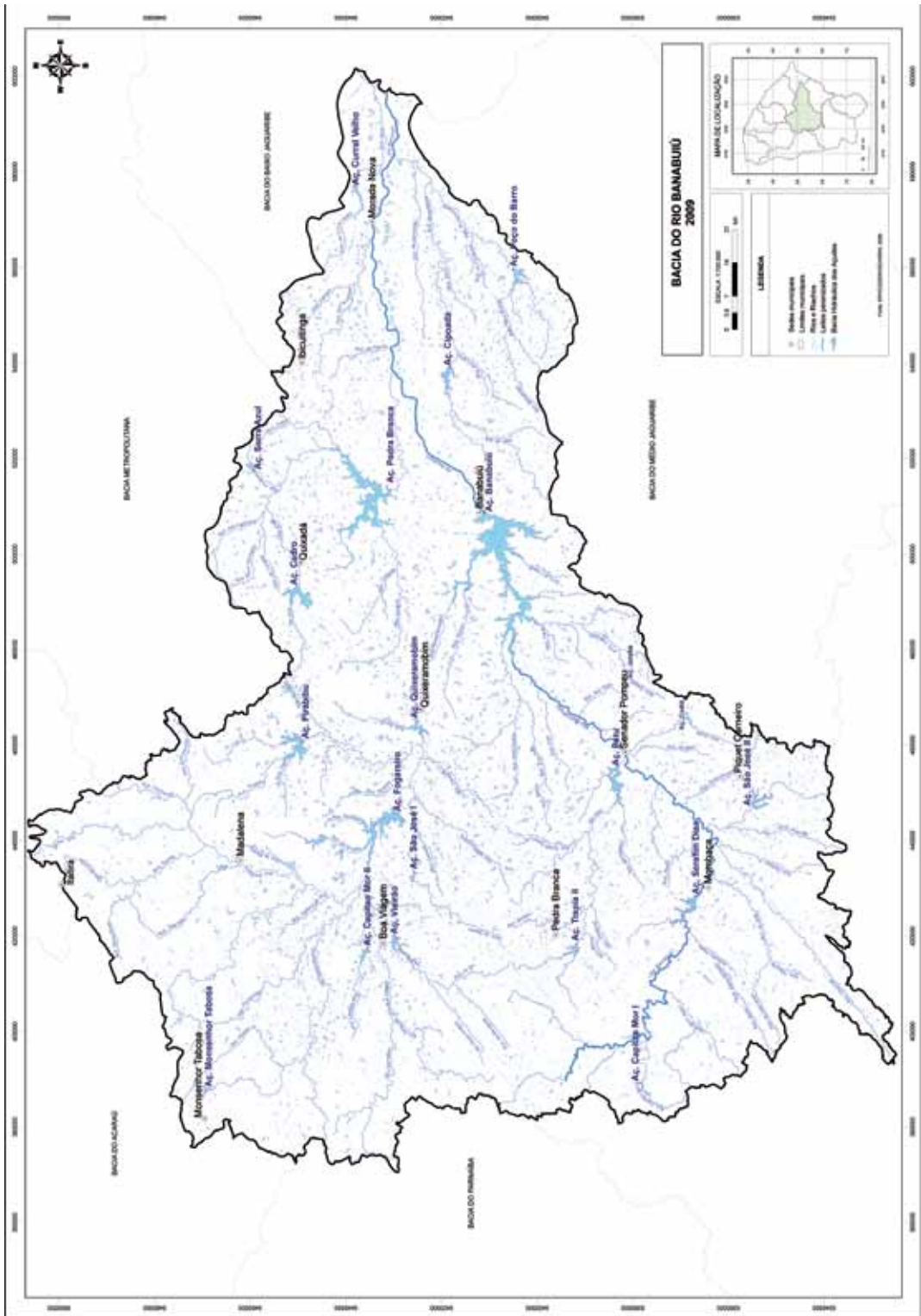


Fonte: SRH/COINF.

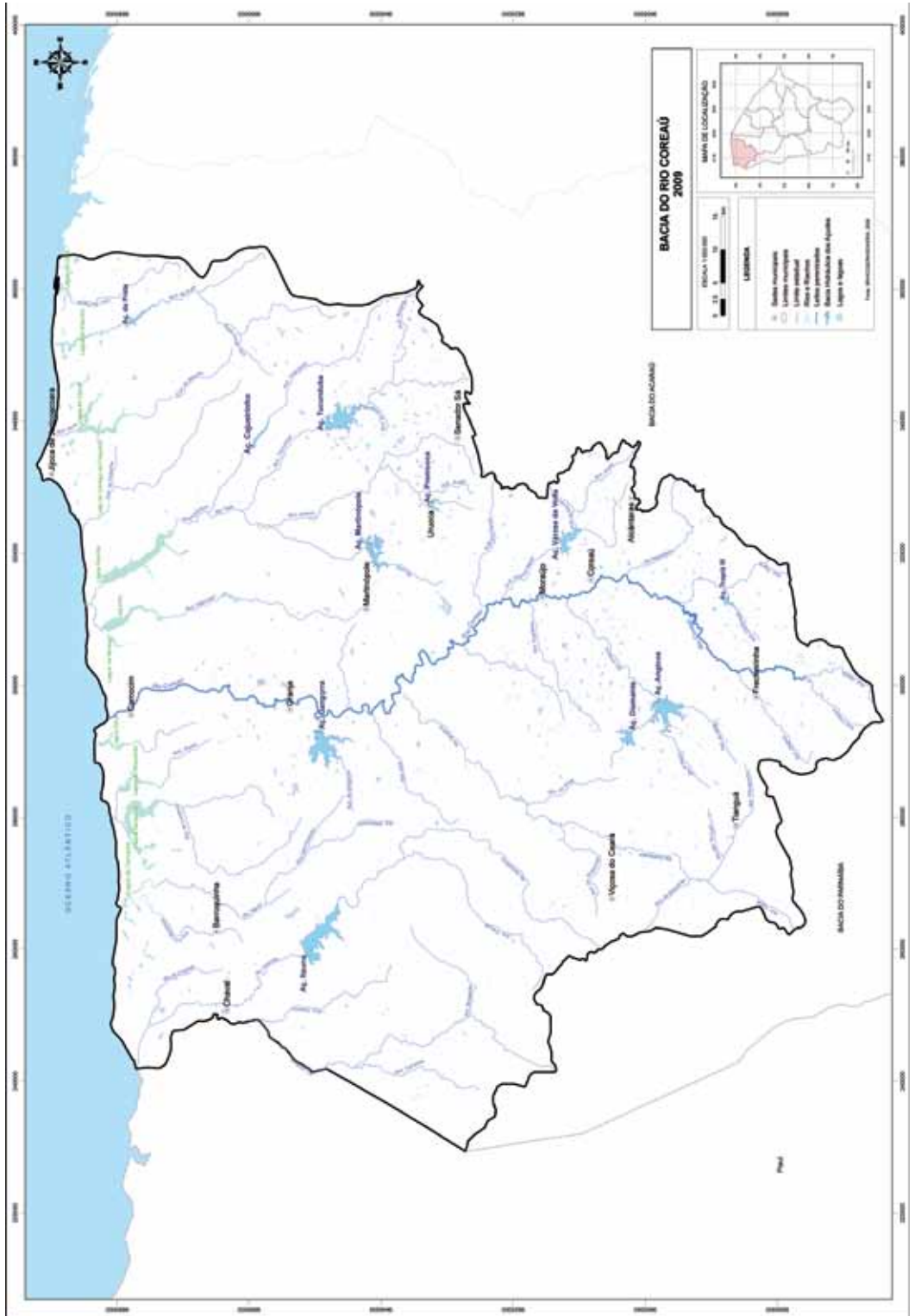


Fonte: SRH/COINF.

BACIAS HIDROGRÁFICAS  
ASPECTOS CONCEITUAIS, USO, MANEJO E PLANEJAMENTO



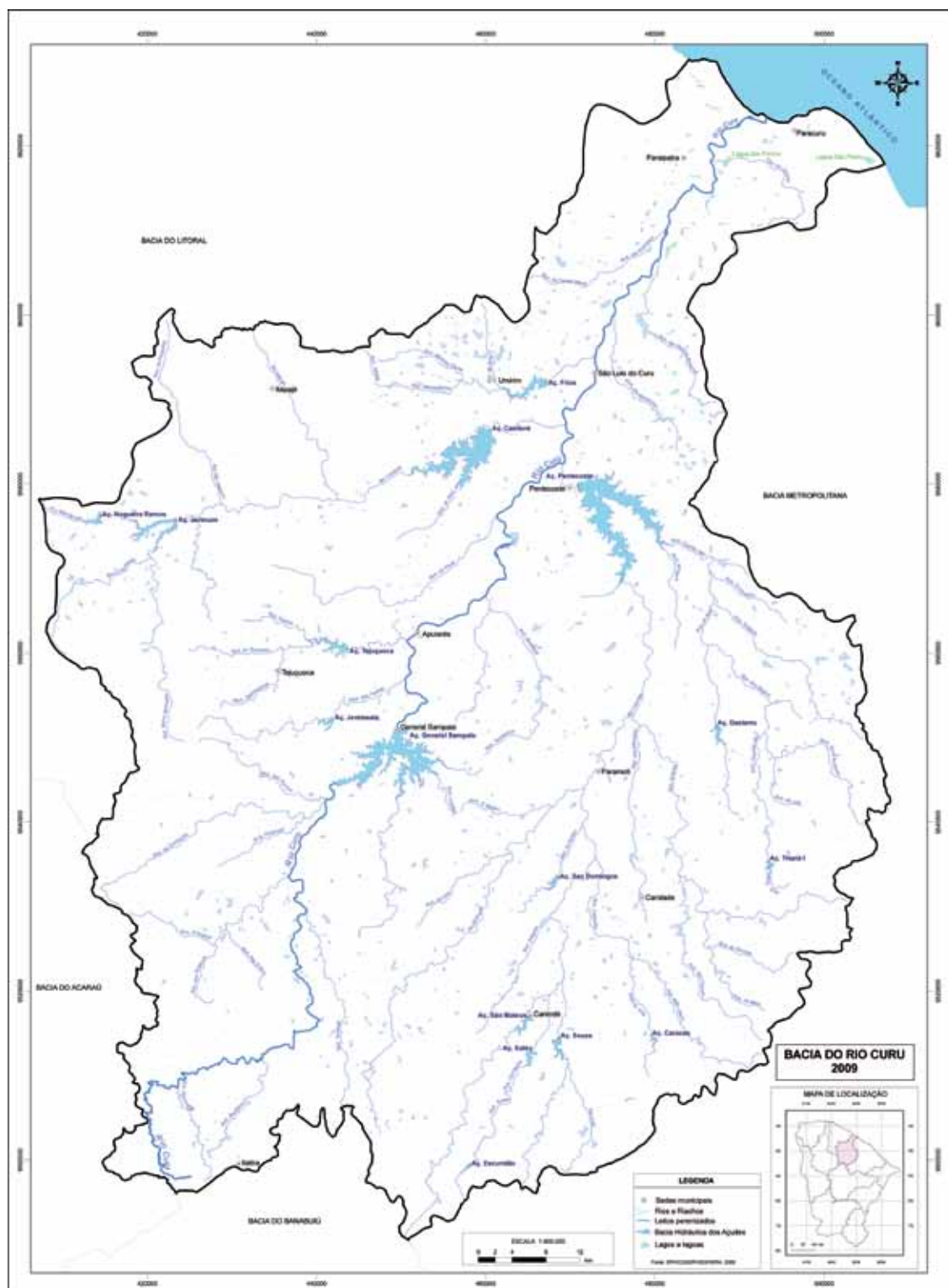
Fonte: SRH/COINF.



Fonte: SRH/COINF.

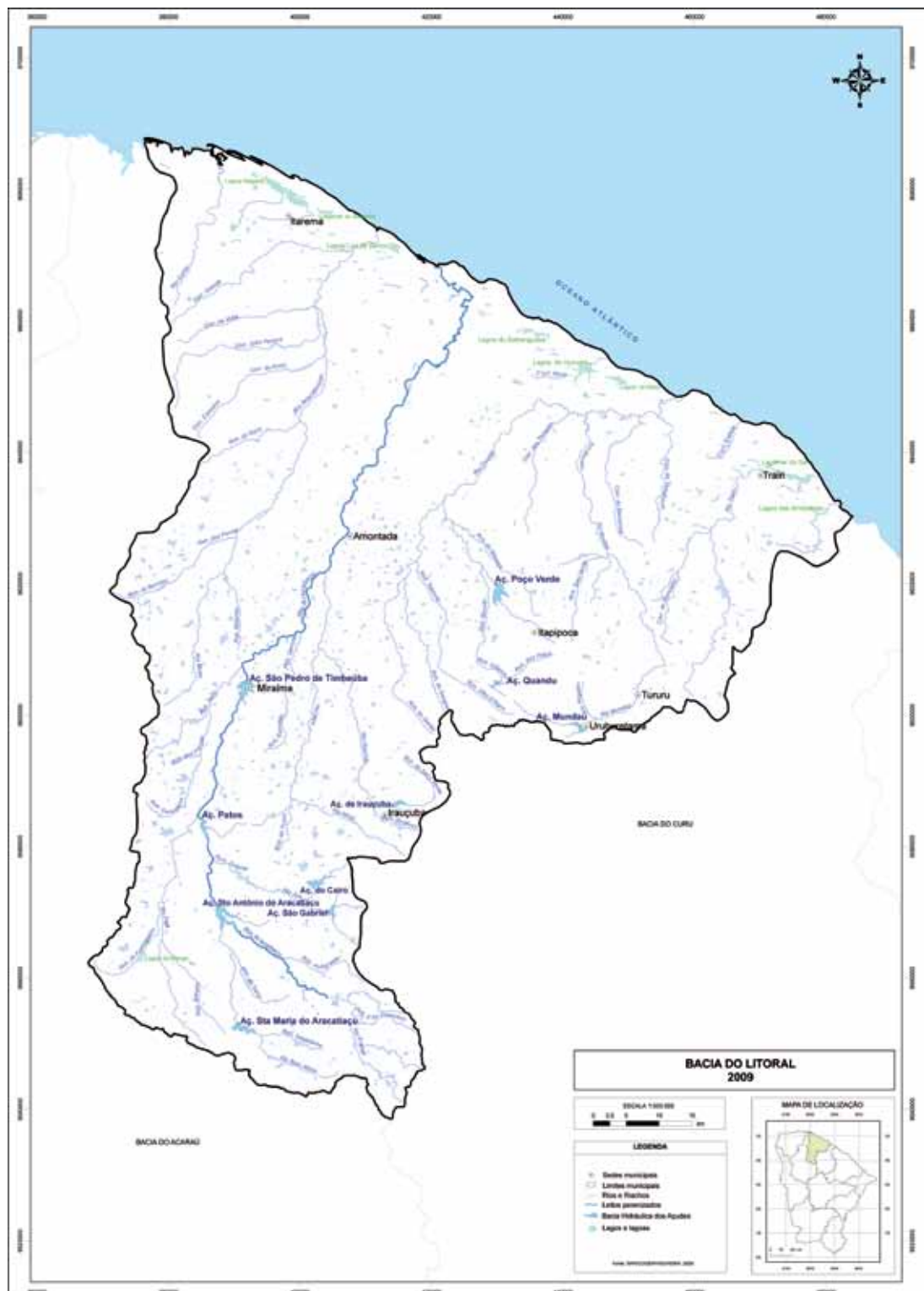


BACIAS HIDROGRÁFICAS  
ASPECTOS CONCEITUAIS, USO, MANEJO E PLANEJAMENTO

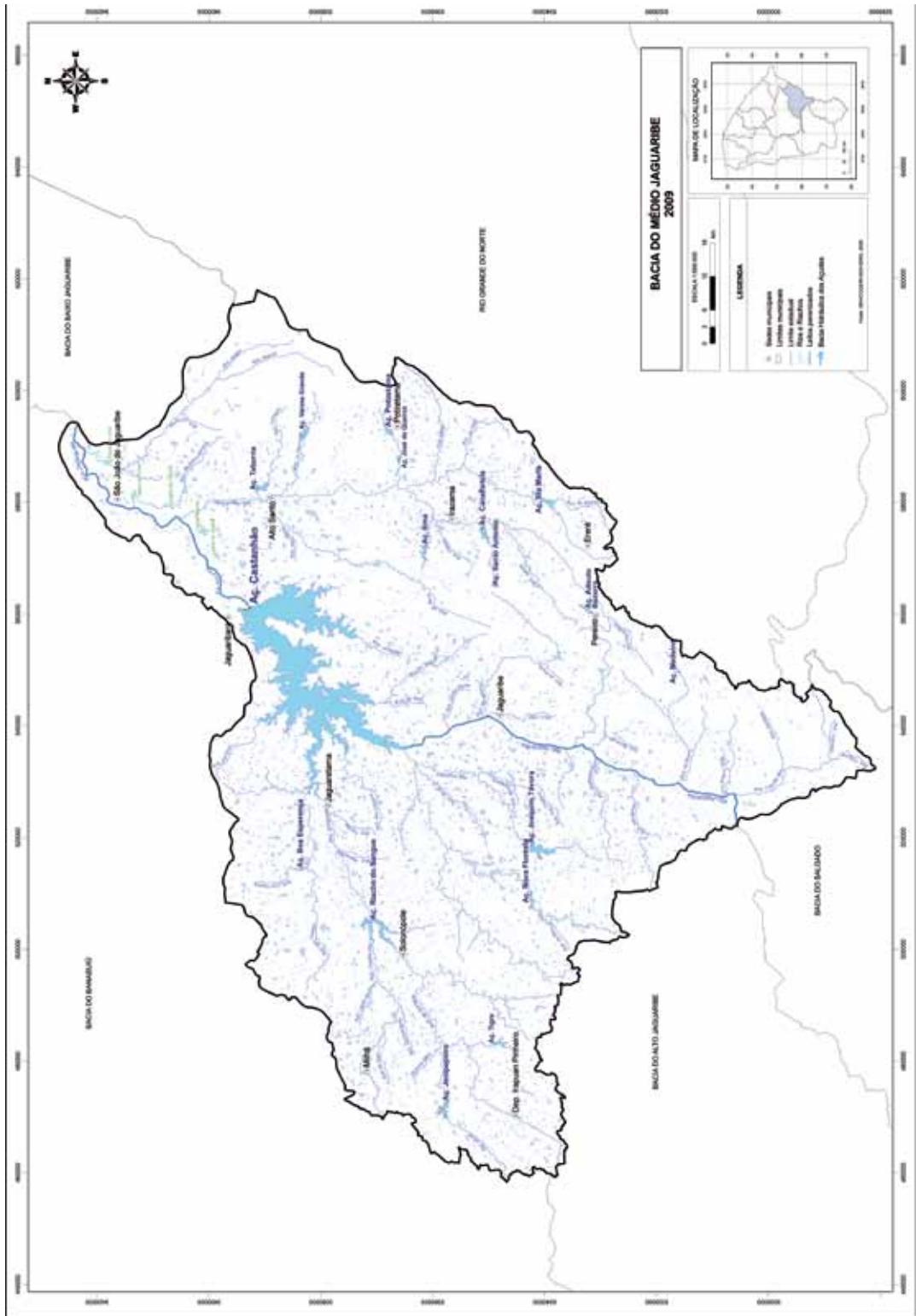


Fonte: SRH/COINF.

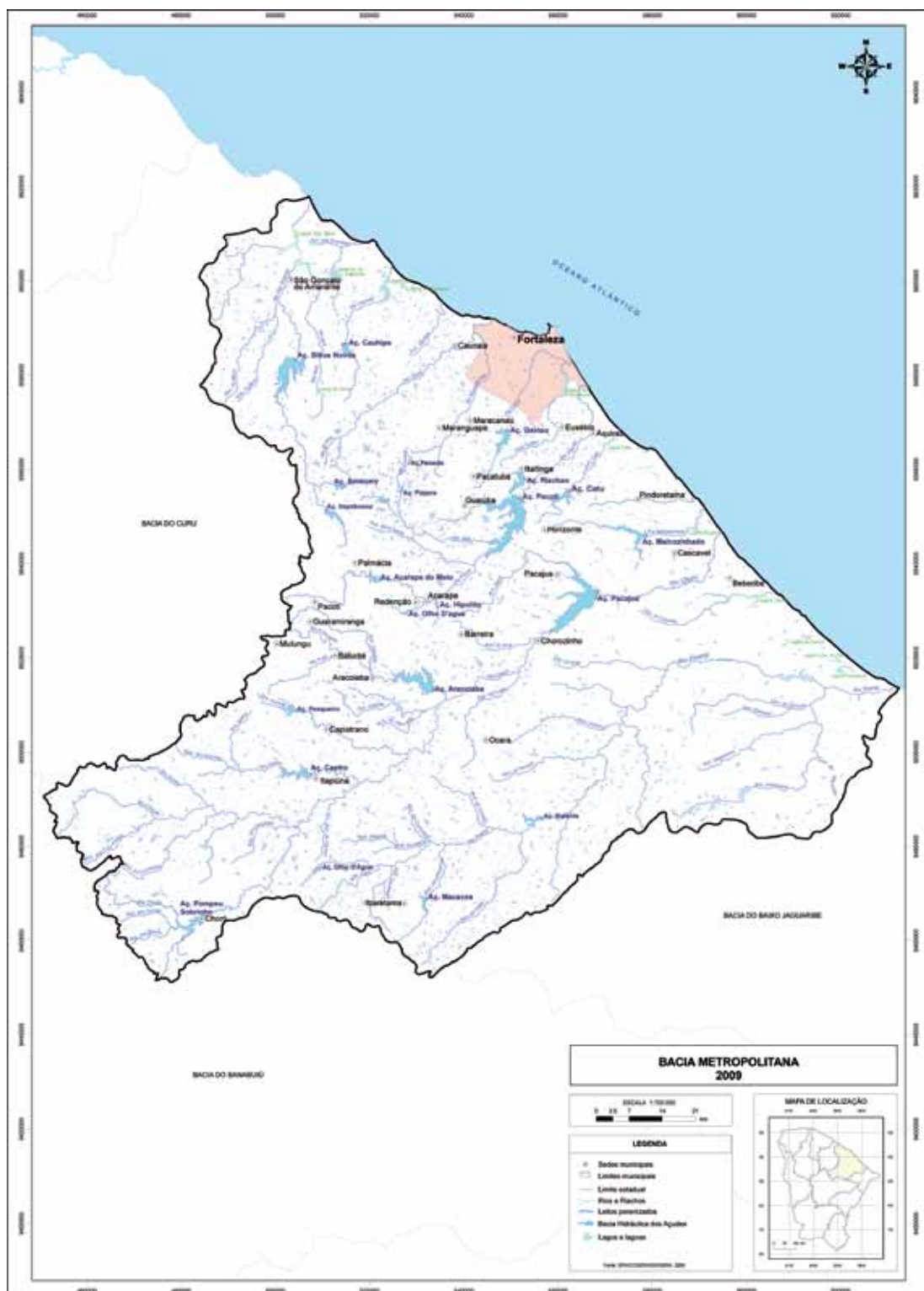




BACIAS HIDROGRÁFICAS  
ASPECTOS CONCEITUAIS, USO, MANEJO E PLANEJAMENTO

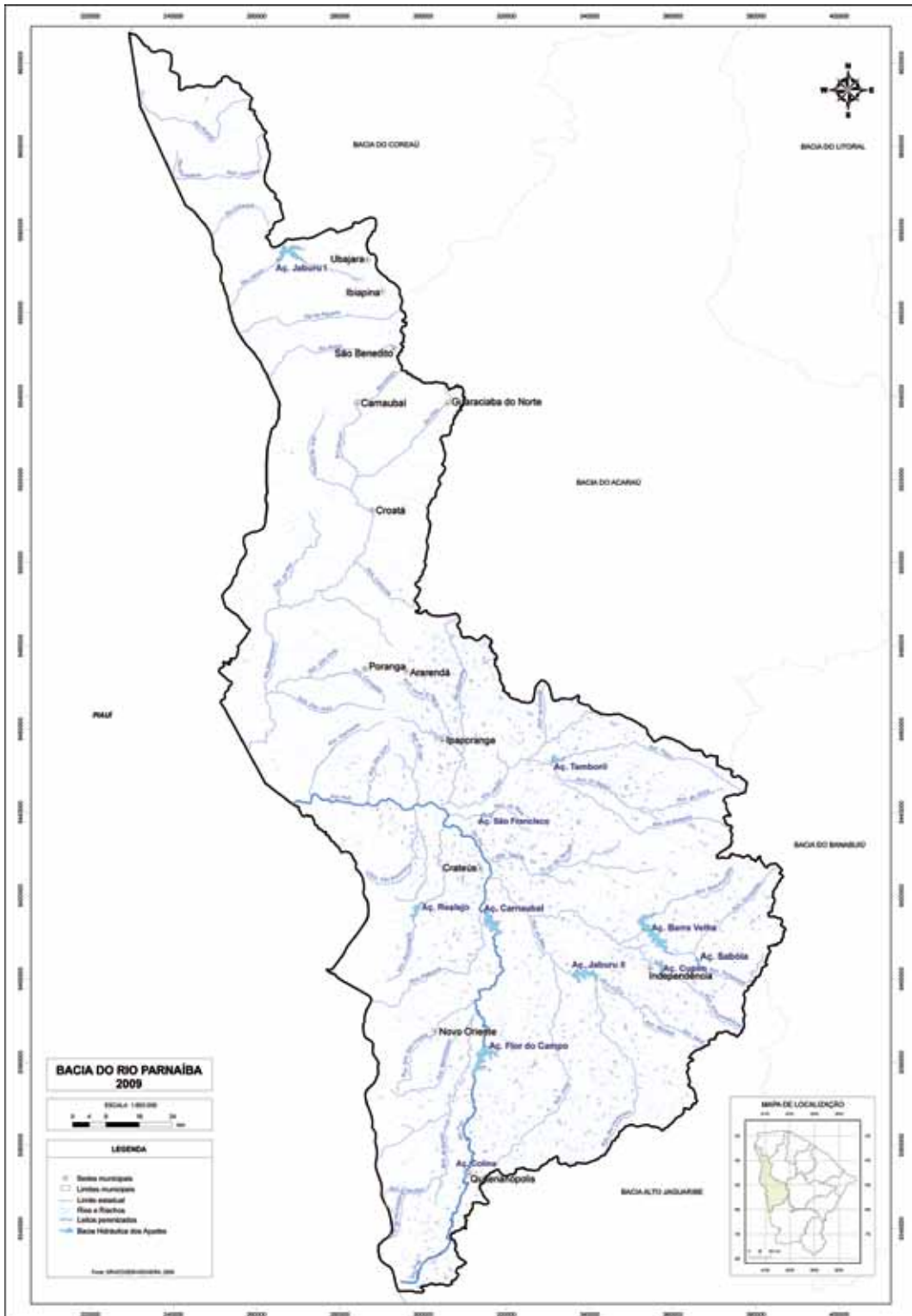


Fonte: SRH/COINF.



Fonte: SRH/COINF.

BACIAS HIDROGRÁFICAS  
ASPECTOS CONCEITUAIS, USO, MANEJO E PLANEJAMENTO



Fonte: SRH/COINF.

