

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**INVENTÁRIO DAS FONTES POTENCIAIS DE POLUIÇÃO DOS RECURSOS
HÍDRICOS DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COCAL/SC**

ELIANE MARIA FOLETO

**PROFESSOR ORIENTADOR
DR.: CARLOS LOCH**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO
CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO**

**FLORIANÓPOLIS - SC
Março - 1995**

**INVENTÁRIO DAS FONTES POTENCIAIS DE POLUIÇÃO DOS RECURSOS
HÍDRICOS DA MICROBACIA DO RIO COCAL/SC**

Eliane Maria Foletto

Esta dissertação foi julgada para obtenção do título de
Mestre em Engenharia

Especialidade **Engenharia Civil** e aprovada em sua forma final pelo programa de
Pós-Graduação em Engenharia Civil

Carlos Loch

Carlos Loch - (orientador)

Roberto Lamberts
Roberto Lamberts - (coordenador do Curso)

Banca Examinadora

Carlos Loch

Carlos Loch, Dr. (presidente - UFSC)

Pedro Roberto de Azanbuja Madruga
Pedro Roberto de Azanbuja Madruga, Dr. - UFRGS

Norberto Hochheim

Norberto Hochheim, Dr. - UFSC

AGRADECIMENTOS

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos, a todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, em especial ao meu orientador professor Dr. Carlos Loch e ao Msc. Nelson Seiffert, Doutorando em Engenharia de Produção da UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina, pela doação da restituição aerofotogramétrica utilizada neste trabalho.

LISTA DE FIGURAS

01 - Configuração espacial dos padrões de drenagem segundo CRISTOFOLETTI (1980)	18
02 - Mapa da localização da microbacia hidrográfica do Rio Cocal no município de Cocal do Sul, municípios confrontantes e localização no estado de Santa Catarina	40
03 - Mapa da divisão da microbacia do Rio Cocal, para facilitar o cálculo de área	48
04 - Mapa com a classificação da ordem dos rios na microbacia hidrográfica do Rio Cocal	59
05 - Perfil longitudinal do Rio Cocal	61
06 - Mapa planialtimétrico, com intervalo de 50m	62
07 - Altitude mediana da Microbacia do Rio Cocal	63
08 - Retângulo equivalente	65
09 - Localização das fontes poluidoras que interferem na qualidade dos recursos hídricos da microbacia hidrográfica do Rio Cocal	70
10 - Localização aproximada das fotografias, dentro da microbacia hidrográfica do Rio Cocal	71

LISTA DE FOTOGRAFIAS

01- Área de mineração a céu aberto, desativada	73
02 - Ponto próximo a estação de captação e tratamento da água, onde observa-se a coloração escura da água	75
03 - Rio Urussanga sob a ponte de São Pedro, aproximadamente 5 km a jusante Rio Cocal	76
04 - Área de extração de argila, após a remoção da camada de vegetação	78
05 - Área de extração de argila, onde podemos observar na parte superior a camada de solo	79
06 - Antiga área com exploração de argila, com “recuperação ambiental”, reflorestamento de eucaliptos e capoeiras	80
07 - Tanque de decantação de água proveniente das galerias da mina subterrânea	81
08 - Parte superficial de mina subterrânea	82
09 - Casa de energia e exaustores da mina subterrânea em superfície	83
10 - Vista parcial da área próximo a saída da mina subterrânea com rejeito de carvão	84
11 - Veio de carvão em superfície devido as escavações, próximo a mina subterrânea	85
12 - Mina abandonada a céu aberto com rejeito de carvão e mata nativa ao fundo	86
13 - Mina abandonada a céu aberto com rejeito de carvão	87
14 - Vista parcial da microbacia hidrográfica do Rio Cocal	88
15 - Vista parcial das pocilgas da agroeliane e vegetação de mata nativa nas proximidades	89
16 - Córrego próximo as pocilgas da agroeliane Caeté	90
17 - Exploração de areia para a construção civil.	91

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

1. INTRODUÇÃO	01
2. OBJETIVOS	03
2.1 OBJETIVO GERAL	03
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	03
3 JUSTIFICATIVA	03
4 REVISÃO DE LITERATURA	05
4.1 CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO	05
4.1.1 Importância do Cadastro Técnico Multifinalitário para o Planejamento	07
4.1.2 Base Cartográfica	08
4.1.3 Mapas Temáticos	09
4.2 ORGANIZAÇÃO DO ESPAÇO	10
4.3 SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO A LEVANTAMENTO E USO DA TERRA	12
4.3.1 Fotointerpretação	14
4.4 REDE E PADRÃO DE DRENAGEM	15
4.5 PLANEJAMENTO FÍSICO TERRITORIAL	18
4.5.1 Conceitos de Bacia Hidrográfica e Microbacia Hidrográfica	19
4.5.2 Microbacias Hidrográficas como Unidade de Planejamento	20
4.5.2.1 Uso da Terra	21
4.5.3 Planejamento dos Recursos Hídricos	22
4.5.3.1 Águas Superficiais	24
4.5.3.2 Águas Subterrâneas	26
4.5.4 Usos da Água	27
4.6 LEGISLAÇÃO	29

4.6.1	Legislação dos Recursos Hídricos	29
4.6.2	Legislação Florestal	31
4.6.3	Legislação Quanto a Mineração	33
4.7	POLUIÇÃO HÍDRICA	35
4.7.1	Poluição Causada pela Mineração de Carvão	36
4.7.2	Poluição Causada por Dejetos Suínos	37
4.7.3	Poluição Causada por Agrotóxicos	38
5	ÁREA DE ESTUDO	39
5.1	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	40
5.2	HISTÓRICO	41
5.3	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	41
5.4	CARACTERÍSTICAS SÓCIO ECONÔMICAS	42
6	MATERIAIS E METODOLOGIA	43
6.1	MATERIAL UTILIZADO	43
6.2	EQUIPAMENTO UTILIZADO	43
6.3	METODOLOGIA	44
6.3.1	Banco de Dados da Microbacia Hidrográfica do Rio Cocal/SC	46
6.3.1.1	Fotointerpretação	46
6.3.1.2	Características Físicas	46
6.3.1.2.1	Características do Relevo da Microbacia Hidrográfica do Rio Cocal	50
6.3.2	Características Hidrometeorológicas	52
6.3.3	Análise do Uso Atual e Potencial dos Recursos Hídricos da Microbacia do Rio Cocal/SC	53
7	ANÁLISE DOS RESULTADOS	54
7.1	CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO	54
7.2	OCUPAÇÃO DO ESPAÇO	54
7.3	SENSORIAMENTO REMOTO	55
7.4	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA MICROBACIA DO RIO COCAL/SC	56
7.4.1	Características do Relevo da Microbacia do Rio Cocal	61

7.5 PLANEJAMENTO FÍSICO TERRITORIAL - PFT	66
7.5.1 Planejamento dos Recursos Hídricos	67
7.5.2 Planejamento da Propriedade	71
7.6 LEGISLAÇÃO	72
7.7 POLUIÇÃO HÍDRICA	77
7.8 ANÁLISE HIDROMETEREOLÓGICA	92
7.9 ANÁLISE DO USO ATUAL E POTÊNCIA DOS RECURSOS HÍDRICOS DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COCAL	93
7.10 POLÍTICA PARA O ABASTECIMENTO URBANO DE ÁGUA PARA A PRÓXIMA DÉCADA	95
8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	100
9. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	104
10. ANEXOS	110

RESUMO

A pesquisa apresenta através de uma revisão de literatura os temas: cadastro técnico multifinalitário e sua importância para o planejamento; sensoriamento remoto; fotointerpretação; planejamento físico territorial; planejamento dos recursos hídricos; legislação de águas, legislação florestal, e mineração de carvão; poluição causada por mineração de carvão, dejetos suínos e por agrotóxicos. Esta revisão fez-se necessária para a melhor compreensão, levando-se em conta a complexidade que o tema proposto representa.

Para a elaboração do inventário das fontes potenciais de poluição dos recursos hídricos, na microbacia hidrográfica do Rio Cocal, município de Cocal do Sul, localizado ao Sul do Estado de Santa Catarina, utilizou-se cartas topográficas na escala 1: 50.000 de Criciúma e Jaguaruna elaborados pelo IBGE e fotografias aéreas na escala nominal 1:18.000, de onde foi feita a restituição aerofotogramétrica na escala 1:18.000.

A restituição fotogramétrica foi considerada como a base cartográfica, e os mapas temáticos foram confeccionados através de fotointerpretação das fotografias aéreas de 1992.

Os mapas temáticos que foram gerados neste trabalho referem-se a rede de drenagem, rede viária, a locação e identificação das principais fontes que podem interferir na qualidade dos recursos hídricos versus altimetria.

Na parte das análises fez-se uma avaliação físico espacial da microbacia hidrográfica, interpretando-a através de fotos aéreas de 1992, na escala de nominal 1:18.000, destacando-se a distribuição da rede de drenagem interna, as prováveis fontes poluidoras dos recursos hídricos da microbacia seja pela mineração de carvão subterrânea, usos de agrotóxicos nas lavouras de citros e arroz, na extração de argila, areia ou o lançamento de dejetos suínos.

Para ilustrar as análises, e facilitar a compreensão apresentou-se uma série de fotografias que mostram os diferentes problemas ambientais que afetam os recursos hídricos.

ABSTRACT

This research só a substantial literature review approaching the themes, technical multi purpose register and its importance for the planning, remote sensing, photointerpretation, physical-territorial planning, hydric resources planning, water legislation, forestry legislation, coal mining legislation and pollution caused by coal mining, swine and agrototoxic waste disposal, (all of them) basic elements for the comprehension of the complexity that these problems represents.

For the inventory of the potencial sources of hydric resources pollution, in the microbasin hidrografic of Rio Cocal, town of Cocal do Sul, in the south of the state of Santa Catarina, topographic charts of Criciúma and Jaguaruna, in the scale 1: 50.000, elaborated by IBGE and aerial photographs in the scale 1: 18.000, from which the aerophotogrametric restitution was done in the scale 1: 18.000, were utilized.

This photogrametric restitution was considered as the cartographic basis, from which the thematic maps were made through photointerpretation of aerial photographs from 1992.

The thematic maps generated in this work refer to draining network, traffic network, the location and identification of the main sources that could interfere in the quality of the hydric resources, altimetry of the microbasin.

In the analysis section, a physical-spatial evaluation of the microbasin was done, interpreting aerial photographs from 1992, in the scale 1:18.000, highlighting the distribution of the internal draining network, the probable sources of pollution of the hydric resources in the microbasin, either by subterranean coal mining, use of agrototoxic in citrus or rice farming, clay and sand extraction, or swine waste disposal.

To illustrate the analysis and facilitate comprehension, a series of photographs is presented, in order to show the different environmental problems affecting the hydric resources.

INTRODUÇÃO

Devido a grande importância da água para o desenvolvimento social e econômico do homem, este trabalho analisa as fontes potenciais de poluição dos recursos hídricos da microbacia hidrográfica do Rio Cocal, localizada no município de Cocal do Sul no Estado de Santa Catarina.

Tratando-se de uma região de exploração carbonífera a questão do recurso hídrico torna-se mais importante, uma vez que, a exploração do minério vem prejudicando a qualidade da água numa área que envolve uma série de municípios em torno da área de estudos.

A questão da poluição da região carbonífera foi alvo de uma série de dissertações de mestrado, bem como projetos governamentais para tentar recuperar esta área.

Considerando a situação deprimente em termos ambientais em que se encontram municípios como Criciúma e Siderópolis, limítrofes a área de estudos, a Universidade Federal de Santa Catarina através do Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil, opção Cadastro Técnico Multifinalitário, vem aplicando esforços em termos de pesquisas para avaliar concretamente a realidade físico espacial.

Desta forma esta dissertação se insere em um projeto maior que visa avaliar toda a ocupação antrópica e sua realidade econômica a nível de microbacia do Rio Cocal.

A análise das fontes potenciais de poluição dos recursos hídricos foi elaborada através de fotografias aéreas, visitas a campo bem como aos órgãos municipais, estaduais e federais ligados a área de estudo.

Foram identificadas e localizadas as principais fontes que poderão interferir na qualidade dos recursos hídricos da microbacia do Rio Cocal.

A microbacia do Rio Cocal esta localizada em uma das áreas que apresenta os mais sérios problemas ambientais do país, a região Carbonífera do Estado de Santa Catarina. Por isso a importância de medidas para a preservação e recuperação dos recursos hídricos, caso contrário a captação de água para o abastecimento urbano terá de ser feita em outra microbacia distante, o que aumentaria em muito os custos.

Procurou ilustrar-se bastante o trabalho, adotando a teoria que é mais fácil ver do que ler para a compreensão da questão, visando assim também, facilitar a avaliação dos responsáveis pelas decisões políticas.

Procurou ilustrar-se bastante o trabalho, adotando a teoria que é mais fácil ver do que ler para a compreensão da questão, visando assim também, facilitar a avaliação dos responsáveis pelas decisões políticas.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Elaborar um inventário das fontes potenciais de poluição dos recursos hídricos da microbacia hidrográfica do Rio Cocal, visando a elaboração de uma política para o manejo dos recursos hídricos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Criar um banco de dados dos recursos hídricos da microbacia hidrográfica.
- b) Caracterizar e avaliar o manejo atual e potencial dos recursos hídricos da microbacia hidrográfica.
- c) Avaliar o efeito da ocupação antrópica sobre os recursos hídricos.
- d) Mostrar a importância da localização físico espacial de cada elemento poluidor do recurso hídrico.
- e) Mostrar a importância do mapa hidrológico inserido no cadastro técnico multifinalitário.

3. JUSTIFICATIVA

A água assume grande importância na vida dos seres vivos, tornando-se um elemento primordial e insubstituível.

A degradação dos recursos hídricos vem se desenvolvendo de forma alarmante pela falta de tratamento de esgotos domésticos e industriais, manejo inadequado do solo, uso indiscriminado de fertilizantes, inseticidas e exploração mineral, o que vem causando grande preocupação a nível mundial, no entanto merecendo pouca atenção por parte do poder público brasileiro, principalmente em relação a disponibilidade de água potável para o consumo humano.

Um dos problemas da água para o uso humano está na disponibilidade e qualidade, além da distribuição geográfica bastante desigual, raramente a água que se dispõe está na quantidade e qualidade que o homem considera aceitável para o seu consumo.

A microbacia hidrográfica do Rio Cocal, foi escolhida como área de estudo por vários fatores, dentre eles:

- a) existência de um voo aerofotogramétrico convencional do ano de 1992;
- b) por ser a microbacia onde se insere o manancial responsável pelo abastecimento de água para a cidade de Cocal do Sul;
- c) a área se insere dentro dos projetos: de Microbacias do Estado financiado pelo Banco Mundial e o Projeto PRO-VIDA que tem apoio do Governo Federal para a recuperação da área carbonífera de Santa Catarina;
- d) pela facilidade de acesso e estando a área localizada a aproximadamente 200 Km de Florianópolis;
- e) estar localizada próximo ao escritório da EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agro-pecuária de Santa Catarina), em Urussanga;
- f) apresentar características comuns a grande número de microbacias do Sul Estado, sendo que os trabalhos ali desenvolvidos poderão servir de parâmetro de correlação à outras áreas.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO - CTM

O cadastro técnico multifinalitário (CTM), de acordo com LOCH (1992), parte de três linhas básicas que são: medição, legislação e economia. Os dados do CTM devem atender a vários usuários de diferentes áreas, sejam físicas, jurídicas ou humanas e na medida do possível num pequeno espaço de tempo.

Segundo LOCH (1984), o cadastro técnico deve ser entendido como um registro de dados que identifica ou caracteriza a área de interesse, registro feito de forma descritiva sempre apoiado em base cartográfica.

O cadastro além de atender as necessidades informacionais e legais das propriedades deve também servir como um banco de dados a todos os órgãos governamentais e de trabalhos que necessitem de informações precisas da unidade de produção.

De acordo com BÄHR (1982), é fundamental que o cadastro atenda aos seguintes registros:

- a) deve ser completo, com levantamento de dados físicos, sociais e econômicos além de jurídicos;
- b) deve ser ligado ao mapeamento sistemático nacional, conseqüentemente a rede geodésica nacional;
- c) deve ter função multifinalitária;
- d) deve estar de acordo com o registro do cadastro dos proprietários, mapa cadastral e situação terrestre;
- e) deve ser executado e coordenado por especialistas;
- f) a atualização deve ser permanente.

Segundo LOCH (1989), algumas informações que o cadastro técnico multifinalitário pode fornecer são:

- a) localização geográfica do imóvel;
- b) situação do imóvel quanto a titulação;

- c) ocupantes e posseiros e sua expressão na produção local;
- d) áreas de tensão (litígio), terras públicas ou devolutas;
- e) estrutura fundiária regional;
- f) limites das propriedades, fornecendo plantas individuais de cada imóvel visando o cadastro jurídico;
- g) definição da rede de drenagem e delimitação de micro bacias;
- h) subsídios para estudos, visando a implantação de projetos;

Além disso, o Cadastro Técnico Multifinalitário serve como base para; ajustes fiscais no que se refere a ITR (Imposto Territorial Rural) e ao IPTU (Imposto Predial Territorial Urbano) e base para a regularização fundiária, dentre outras.

A definição da escala dos mapas que compõe o cadastro técnico multifinalitário é determinada segundo as necessidades e prioridades da região. Desta forma, o planejador ou grupo de planejamento do cadastro deve ter em mente que um mapa de média escala não permite a visualização de detalhes.

De acordo com FREITAS (1987), o cadastro técnico multifinalitário é o registro oficial das informações que definem as propriedades. Estas informações referem-se à locação, tipo, área, utilização, benfeitorias, valor e direitos sobre a propriedade. O registro deve apresentar o assentamento metodológico das informações que possibilite a identificação da propriedade na forma mais atual.

A definição precisa de uma propriedade, envolve aspectos de diferentes naturezas, desde a locação de forma única até os reais direitos sobre a mesma.

Segundo BARBOSA (1985), o cadastro técnico multifinalitário compõe-se de vários cadastros setoriais, contendo cada um deles um segmento fundamental e segmentos temáticos especializados. Os cadastros setoriais são interrelacionados, mas com existência individualizada.

Devido as suas múltiplas finalidades e das necessidades de seus dados serem precisos e confiáveis, SILVA (1994), diz que o cadastro técnico deve ser muito bem planejado por uma equipe multidisciplinar.

Para SILVA (1994), a atualização é um fator imprescindível para a existência do CTM devido a dinâmica do espaço geográfico. Esta atualização deve ser permanente e planejada juntamente com a implantação do CTM.

De acordo com SEIFFERT e LOCH (1994), o CTM no Brasil foi criado pela Lei 4.504/64 - Estatuto da Terra, e instituído no Sistema Nacional de Cadastro Rural, pela Lei 5.868/72, que foi regulamentada pelo Decreto 72.106/73. Conforme explicitado pela Lei, o Sistema Nacional de Cadastro Rural tem como objetivo, promover a integração e sistematização da coleta, pesquisa e tratamento de dados e informações sobre o uso e a posse da terra.

Para ORTH (1994), o CTM é um sistema de informações sobre o uso da terra, tendo como base as parcelas e/ou as propriedades imobiliárias. Toda a economia e administração é alicerçada nesta unidade básica. Com a complexidade do mundo moderno, a intervenção pública vai se tornando cada vez mais necessária e dependente de ferramentas como o CTM e o planejamento.

4.1.1 Importância do Cadastro Técnico Multifinalitário Para o Planejamento

Segundo BLACHUT (1974) in LOCH (1990), é muito difícil administrar um país e progredir economicamente sem o conhecimento rigoroso dos fatores que envolvem o uso da terra, a propriedade, as condições do homem na terra e sua atividade e o ambiente em si. O autor, recomenda que o cadastro técnico multifinalitário seja planejado e executado por uma equipe de técnicos de várias áreas afins.

Somente com a execução do cadastro técnico multifinalitário, segundo LOCH (1989), será possível o planejamento integrado de uma região, possibilitando a coordenação e o estabelecimento de escalas de prioridades para os investimentos. Através dos mais variados mapas temáticos, é possível programar e planejar exatamente o que, e em que quantidade produzir dentro de um sistema econômico lucrativo.

De acordo com MELO (1985), cadastro técnico multifinalitário constitui um instrumento ágil e completo para o planejamento, uma vez que o cadastro técnico compõe-se de vários cadastros setoriais, cada um contendo um determinado tema específico. Estes temas são interrelacionados entre si, formando uma corrente de informações acerca de determinada área, que contém pouco significado, se não for posicionado, ou seja, se não for correlacionado espacialmente com a superfície terrestre de um país ou região.

Segundo AREZZO (1982), o cadastro técnico multifinalitário constitui expressivo instrumento de planejamento, considerando a grande e variada gama de informações que o mesmo oferece.

Para LOCH (1984), a importância do cadastro está no fato de que ele atinge a unidade de produção, pois é esta que gera a economia, altera as características da região. Esta é a razão pela qual deve-se atender as propriedades rurais, por menores que elas sejam pois são estas que vão produzir a matéria prima para a indústria.

4.1.2 Base Cartográfica

De acordo com SANTOS (1989), o mapa é a representação cartográfica dos fenômenos naturais e humanos de uma área, dentro de um sistema de projeção e em determinada escala, de modo a traduzir com fidelidade suas formas e dimensões.

Segundo RIEBOLD (1990), compreende-se como base cartográfica qualquer representação gráfica, que através de símbolos representa a superfície da terra.

A base cartográfica deve ser amarrada à uma Rede de Referência Geodésica, à um Sistema de Projeção, e ter escala compatível com os objetivos a que devem atender.

Para JOLY (1990), os mapas base são aqueles que resultam diretamente de levantamentos efetuados no campo ou através de aerofotos transferidos para uma quadrícula geodésica cuidadosamente selecionada.

O mesmo autor considera os mapas topográficos como mapas base, que podem gerar mapas derivados, pela seleção de detalhes, ou pela redução da escala e generalização dos traçados e representações.

Segundo LOCH (1994), o mapa base servirá de referência geométrica físico espacial para todos e quaisquer trabalhos cartográficos ou não, a serem executados num determinado espaço político (município, estado ou região), e que precisam ser referenciados espacialmente para operacionalizar sistemas de gerenciamento.

De acordo com RIEBOLD (1990), os principais tipos de base cartográfica são:

Carta Topográfica - é a carta que inclui acidentes naturais e artificiais, possibilitando a determinação através de curvas de nível e cotas altimétricas, também chamada planialtimétrica. É confeccionada mediante levantamentos topográficos ou aerofotogramétricos.

De acordo com CARVALHO (1985), para se elaborar qualquer mapa temático, deve-se ter primeiramente um documento cartográfico que contenha as informações coerentes à superfície do terreno que está sendo estudado, que é a base cartográfica. Esta base não deve ser encarada como informação isolada mas como parte dele, sendo o pano de fundo onde se passa o fenômeno ou fato analisado.

Para KELLER (1969), os mapas possuem grande importância, porque não há meio mais eficiente de mostrar a localização atual e a distribuição dos vários tipos de utilização da terra e de se conhecer quaisquer mudanças nos padrões de distribuição.

Segundo TUCCI (1993), para estudar os processos hidrológicos de uma pequena bacia, utiliza-se geralmente mapas temáticos como o topográfico. A Topografia, segundo o autor, representa a maneira mais simples de definir a paisagem e permite avaliar as características de drenagem de uma região. Em segundo lugar a Topografia resulta da história geomorfológica da região sob controle do clima, especialmente dos regimes de chuvas e de evaporação, e da geologia; assim ela é o testemunho excepcional do ciclo da água na região estudada.

De acordo com ROSA (1987), "o campo de aplicação do mapa temático abrange objetivos de caracterização e diagnóstico da realidade física e humana, e também inclui os prognósticos, como a representação de diretrizes para definir o uso do solo e o zoneamento urbano, que norteia a ação do homem no sentido da ocupação do espaço".

Para SEIFFERT e LOCH (1994), os mapas são o melhor meio de obtenção, registro e análise dos recursos da terra, e são absolutamente necessários para se atingir a eficácia no planejamento do desenvolvimento econômico, priorizando-se o aproveitamento dos recursos da terra.

Segundo o mesmo autor, para elaboração de mapas cadastrais, são usados métodos fotogramétricos em combinação com levantamentos terrestres e de modo geral, o Estado deve responsabilizar-se pela realização de aerolevantamentos e confecção de cartas topográficas básicas e de mapas cadastrais, para assegurar padrões de acurácia apropriadas, superar restrições legais e administrativas, bem como garantir sua actualização periódica.

4.2 ORGANIZAÇÃO DO ESPAÇO

Segundo DELFUS (1982), o espaço geográfico é um espaço mutável e diferenciado cuja aparência visível é a paisagem. É um espaço recortado e subdividido, mas sempre em função do

ponto de vista segundo o qual é considerado. Todos os pontos do espaço geográfico estão localizados na superfície terrestre, portanto possível de ser cartografados.

Segundo o mesmo autor, por organização espacial entende-se como o arranjo espacial ou estrutura territorial da sociedade, ou seja é o espaço socialmente produzido.

Para PIERRE (1978), o espaço geográfico ganha um papel de destaque no contexto social com o modo de produção capitalista, quando a localização passa a ser uma variável importante no desenvolvimento das atividades produtivas.

Com a Revolução Industrial verificou-se mudanças radicais no processo produtivo, nas relações sociais e políticas materializadas na organização espacial.

De acordo com SANTOS (1985), em termos básicos o espaço constitui uma realidade objectiva, um produto social em permanente processo de transformação.

Para PIERRE (1978), a ação humana tende a transformar o meio natural em meio geográfico, isto é, em meio moldado pelo homem no decurso da história. A ação humana tem se manifestado de maneira cada vez mais intensa, graças aos efeitos conjugados de crescimento demográfico em todo o mundo, bem como do apoio oferecido pelo progresso das técnicas.

Segundo SANTOS (1986), quando se pesquisa o espaço, o problema teórico e prático se resume em reconstruí-lo, para que não seja o veículo de desigualdades sociais. Em cada lugar há uma combinação particular de modos de produção.

Nenhuma solução pode ser encontrada localmente, mas no quadro da estrutura sócio econômica e política total do Estado-Nação, isto é, formação sócio econômica integral.

De acordo com LABASSE (1972), para o estudo de um espaço uma vez projetado sobre o território, há necessidade de fazer um inventário do capital geográfico antes de abordar os problemas. Neste inventário deve-se abordar múltiplos elementos, entre os quais extensão, posição, distribuição da população, recursos minerais, solos, clima, caracterizando-se como uma investigação que precisa ser atualizada constantemente.

É válido reafirmar a importância do conhecimento das transformações do espaço e de suas especificidades em um momento em que o problema da gestão democrática do território adquire significado particular e se depara com estudos escassos a respeito de mudanças mais recentes.

Segundo LABASSE (1972), todos os países tem a necessidade urgente de articulação de vida nacional, e todos concordam que, um espaço que não é definido, que não é analisado economicamente, e não é organizado é um espaço sub-utilizado.

De acordo com o mesmo autor, existe uma grande confusão entre crescimento e planejamento espacial. O crescimento provoca uma maior demanda por porções do terreno, enquanto que o planejamento tem como ação viabilizar a ocupação dos espaços disponíveis.

A organização de um território é a condição básica para que haja o desenvolvimento econômico, esta organização deverá partir da unidade produtiva até o país em termos globais.

Para FRASSON (1994), o estabelecimento de uma relação harmoniosa entre campo-cidade e homem-natureza, através do planejamento e uso racional do espaço, é imprescindível para o avanço da civilização humana .

Com a ocupação dos espaços vazios, iniciou-se a subdivisão das propriedades, principalmente no sul do País, surgindo o minifúndio e com ele o aumento da pressão sobre os recursos naturais, resultando no uso predatório.

4.3 SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO AO LEVANTAMENTO DO USO DA TERRA

Os produtos do Sensoriamento Remoto têm se mostrado uma ferramenta cada vez mais valiosa a um grande grupo de profissionais cuja atuação está relacionada aos recursos naturais.

Segundo LOCH (1989), as fotografias aéreas tem sido utilizadas largamente na identificação e mapeamento dos recursos naturais. Também prestam-se como ferramentas de trabalho nas mais variadas ciências como na geografia, geologia, hidrologia, ecologia, agronomia, engenharia, etc.

A fotografia aérea possui resolução espacial difícil de ser igualada por outros produtos. Pois a aparência apresenta-se de forma natural, com relação à forma, tamanho, cor, que são elementos da fotointerpretação. A escala das fotografias variam de acordo com o objetivo do vôo aerofotogramétrico.

Para JOLY (1990), o potencial de aplicações de Sensoriamento Remoto no mapeamento é ilimitado. O resultado da interpretação e análise de produtos do Sensoriamento Remoto é geralmente um mapa temático contendo um tema específico, extraído das mesmas.

Para LOCH (1989), o traçado da rede de drenagem é um dos aspectos mais fáceis de se identificar a partir de fotografias aéreas, onde qualquer interprete com alguma experiência, tem condições de analisar o padrão de drenagem da bacia hidrográfica.

Segundo o mesmo autor, a análise da drenagem é de grande importância na fotointerpretação, uma vez que as características apresentadas por um rio podem auxiliar, na identificação de fenômenos geológicos, geomorfológicos, tipo de solo, etc., caracterizando-se como um parâmetro com feições lineares, servindo desta forma para localização de qualquer elemento que exija locação espacial.

Segundo BOTELHO, SANTANNA e WATELY (1980), as aplicações dos produtos de sensores são de grande valia no estudo das relações dinâmicas existentes entre as múltiplas variáveis que comporta o gerenciamento de bacias hidrográficas.

Entre outras aplicações os autores citam, progressão e extensão de enchentes e seu impacto na área; qualidade das águas; situação das águas em represas e o comportamento do leito dos rios; situação antrópica quanto ao uso da terra; conseqüente erosão do solo em encostas; e o assoreamento dos rios.

Para NOVO (1991), a extensão, progressão de enchentes e áreas sujeitas a inundações podem ser claramente detectadas com a utilização de fotografias aéreas e imagens orbitais.

Atualmente, os dados de sensoriamento remoto são incorporados ao estudo de recursos hídricos por meio de três formas, segundo NOVO (1991):

- a) análise qualitativa de imagens e fotografias aéreas que permitem a identificação de alterações locais na cor e no volume de água dos rios, reservatórios, etc;
- b) mapeamento de superfícies líquidas, identificação de sistemas de falhas, fraturas, etc;
- c) análise quantitativa, que permite o estabelecimento de modelos que relacionam medidas pontuais a propriedades espectrais d'água.

Os dados de sensoriamento remoto tem amplas aplicações na descrição quantitativa de bacias e redes de drenagem. As fotografias aéreas e imagens permitem o mapeamento da rede de drenagem.

Desta maneira, uma série de estudos, antes realizados a partir de dados extraídos de cartas topográficas, passam a serem feitas com base em dados de sensoriamento remoto.

As técnicas de sensoriamento remoto também tem sido utilizadas no estudo da umidade do solo, devido a diferença da reflectância dos raios solares em relação a outras áreas circunvizinhas, é possível identificar estas áreas, este estudo da umidade do solo permite o planejamento de certos cultivos, que necessitam de umidade no solo.

O monitoramento da qualidade da água é também um campo de aplicação da tecnologia do sensoriamento remoto bastante promissor, pois permite controlar a quantidade de efluentes lançados e que estão poluindo as águas.

Sendo possível levantar uma série de indicadores do estado eutrófico de lagos possíveis de serem monitorados através de técnicas de sensoriamento remoto, dentre estas destacam-se: a) presença de algas e plantas aquáticas; b) quantidade de sólidos em suspensão; c) níveis de clorofila; d) transparência.

4.3.1 Fotointerpretação

Fotointerpretação é o ato de examinar e identificar objetos ou situações, em fotografias aéreas ou produtos de outros sensores e determinar o seu significado.

Quando se observa uma área automaticamente está se fazendo uma interpretação, analisando as características dos mesmos, para identifica-los.

Na interpretação visual, a identificação implica em relacionar as propriedades do objeto como forma, tamanho, volume, cor, textura e localização, com as características do ambiente em que este se encontra. A experiência e o conhecimento do interprete quanto a área, sempre são elementos de grande peso.

Segundo LOCH (1984), a precisão na interpretação refere-se à autenticidade na avaliação, independente da forma ou tamanho; o que é necessário é saber o que se está analisando.

Para ANDERSON (1982), a tarefa da fotointerpretação é identificar as características importantes das áreas e objetos, determinando seu significado, através das imagens representadas nas fotografias aéreas.

De acordo com LOCH (1982), para aumentar a confiabilidade da interpretação pode-se aumentar a escala para visualizar pormenores ou características dos elementos da imagem, salientando-se os aspectos importantes, analisando-se as características físicas, sociais e econômicas da região, comparando os produtos de vários sensores, realizando trabalhos de campo.

Para JOLY (1990), a fotointerpretação destaca a importância relativa de cada componente, sua significação no conjunto e suas correlações. Para facilitar a interpretação pode-se recorrer a comparações de vários documentos tomados em épocas diferentes ou pelo registro de ondas eletromagnéticas de diversos comprimentos.

4.4 REDES E PADRÕES DE DRENAGEM

Drenagem, conforme OLIVEIRA (1993), é o escoamento terrestre, apresentando redes típicas (padrões) segundo a natureza das rochas e as formas de relevo.

CRISTOFOLETTI (1980), comenta que a rede de drenagem é composta por um conjunto de canais de escoamento interrelacionados que formam a bacia de drenagem, definida como a área drenada por um determinado rio ou sistema fluvial.

De acordo com ROCHA (1991), padrão, rede ou sistema de drenagem é um conjunto de ravinais, canais e tributários caracterizados pela sua densidade, forma, extensão e tipo.

Os padrões de drenagem referem-se ao arranjo espacial dos cursos fluviais, que podem ser influenciados por atividade morfogenética, pela natureza e disposição das camadas rochosas, pela resistência litológica variável, pelas diferenças de declividade.

A padrão geométrico relaciona-se com o ambiente geológico e climático local, permitindo através do estudo deste padrão, interpretar a natureza dos solos, a disposição das camadas e das linhas de falhamento, identificando-se ainda os processos fluviais e climáticos predominantes.

O conhecimento do sistema de drenagem é importante porque indica a velocidade com que a água é retida na microbacia hidrográfica.

A densidade é a razão do somatório do comprimento dos afluentes (ravinas, canais e tributários), pela área da bacia hidrográfica.

Forma é o aspecto oval, circular ou elíptica entre outras, que apresenta a rede de drenagem (considerando bacia, sub bacia e microbacia hidrográfica). Quanto mais circular for a forma maior será a probabilidade de ocorrerem enchentes, pois há uma concentração maior de água no tributário principal.

A forma da microbacia influi principalmente no tempo de concentração, que pode ser definido como o tempo em que a água demora a percorrer do ponto mais distante em relação a secção considerada, quando o valor do Kf estiver próximo a 1,0 a microbacia hidrográfica apresenta

forma semelhante a um quadrado, quando for inferior ao da unidade, a microbacia hidrográfica terá forma alongada e quanto maior for o valor acima da unidade, mais alargada será a forma da microbacia hidrográfica. Quanto mais retangulares forem as formas das bacias menos suscetível estas estarão a enchentes quando comparadas às circulares, que têm maiores possibilidades de que a chuva ocorra simultaneamente em toda a sua extensão, concentrando grande volume de água no tributário principal.

Extensão é o comprimento da rede de drenagem, pode ser definido comparando-a com outras redes de drenagem. Tipos: dendrítico, treliça, retângular, radial, anelar e paralela.

De acordo com SAGUIO e BIGARELLA (1990), a drenagem de uma região depende não só da pluviosidade e topografia, como também da cobertura vegetal, tipo de solo, da litologia e estrutura das rochas, solos relativamente impermeáveis apresentam densa rede de drenagem, enquanto que os mais permeáveis apresentam densidade menor.

Segundo ROCHA (1991), a densidade de drenagem pode ser um parâmetro muito sensível, pois reflete as condições de topografia, litologia, pedologia, controle da vegetação e a influência do homem, sendo desta maneira um parâmetro importante para avaliação das condições ambientais, culturais, econômicas de um determinado local.

De acordo com PINTO (1976), regiões com predomínio de rochas quartzosas (rocha de grande dureza) apresentam rede de drenagem menos integrada (poucas ramificações), enquanto que regiões com predomínio de elementos máficos (materiais escuros com pequena dureza), apresentam uma drenagem mais integrada. A capacidade de infiltração varia diretamente com a porosidade, o tamanho das partículas do solo e o estado de fisgarão das rochas.

A densidade de drenagem é um parâmetro que pode ser utilizado para deduzir determinadas características do solo, o autor concluiu que solos com perfis rasos apresentam pequena permeabilidade, o que permite maior erosão e possui densidade mais elevada, e que o solo profundo, possui maior permeabilidade e densidade de drenagem baixa.

Segundo ROCHA (1991), os padrões de drenagem referem-se ao arrancamento espacial dos cursos fluviais, que podem ser influenciados em sua atividade morfogenética natureza e disposição das camadas rochosas, resistência litológica variável, diferenças de declividade e pela evolução geomorfológica da região.

Utilizando o critério geométrico, da disposição fluvial sem nem um sentido genético, CRISTOFOLETTI (1980), restringe-se a classificar os tipos básicos que são:

- a) Drenagem dendrítica - também designada como arborescente, porque em seu desenvolvimento assemelha-se à configuração de uma árvore. Utilizando-se desta imagem, a corrente principal corresponde ao tronco da árvore, os tributários aos seus ramos e as correntes de menor categoria aos raminhos e folhas. Unem-se formando ângulos agudos de graduação variadas, mas nunca ângulos retos. A presença de confluências em ângulos retos, no padrão dendrítico, constitui anomalias que se deve atribuir, em geral, aos fenômenos tectônicos. Esse padrão é tipicamente desenvolvido sobre rochas de resistência uniforme, ou em estruturas sedimentares horizontais;
- b) Drenagem treliça caracteriza-se pelo paralelismo entre seus afluentes, convergindo estes, em ângulos aproximadamente retos. O padrão em treliça é encontrado em estruturas sedimentares homoclinais, em estruturas falhadas e nas cristas anticlinais. Em todas as variações no lineamento geral dos cursos de água, predomina a direção reta e as alterações do curso se fazem em ângulos retos;
- c) Drenagem retangular, a configuração retangular é uma modificação da drenagem treliça, caracterizando pelo aspecto ortogonal devido às bruscas alterações retangulares no curso das correntes fluviais, tanto nas principais como nas tributárias, essa configuração é consequência da influência exercida por falhas ou pelo sistema de juntas ou de diáclases;
- d) Drenagem paralela, é quando os cursos de água, sobre uma área considerável, ou em exemplos sucessivos escoam quase paralelamente uns aos outros. Este 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;
- e) Drenagem radial, apresenta-se composta por correntes fluviais que se encontram dispostas como os raios de uma roda, em relação a um ponto central. Ela pode se desenvolver sobre os mais variados embasamentos e estruturas;
- f) Drenagem anelar, os tributários contornam em forma de anéis certas estruturas e elevações locais. As drenagens anelares são típicas das áreas profundamente entalhadas, em estruturas com camadas duras e frágeis;

g) Drenagens desarranjadas ou irregulares, são aquelas que foram desorganizadas por um bloqueio ou erosão, como a da glaciação sobre amplas áreas, ou resultam do levantamento ou entulhamento de áreas recentes, nas quais a drenagem ainda não conseguiu se organizar. Os entulhamentos de lagos e de áreas litorâneas servem de exemplos.

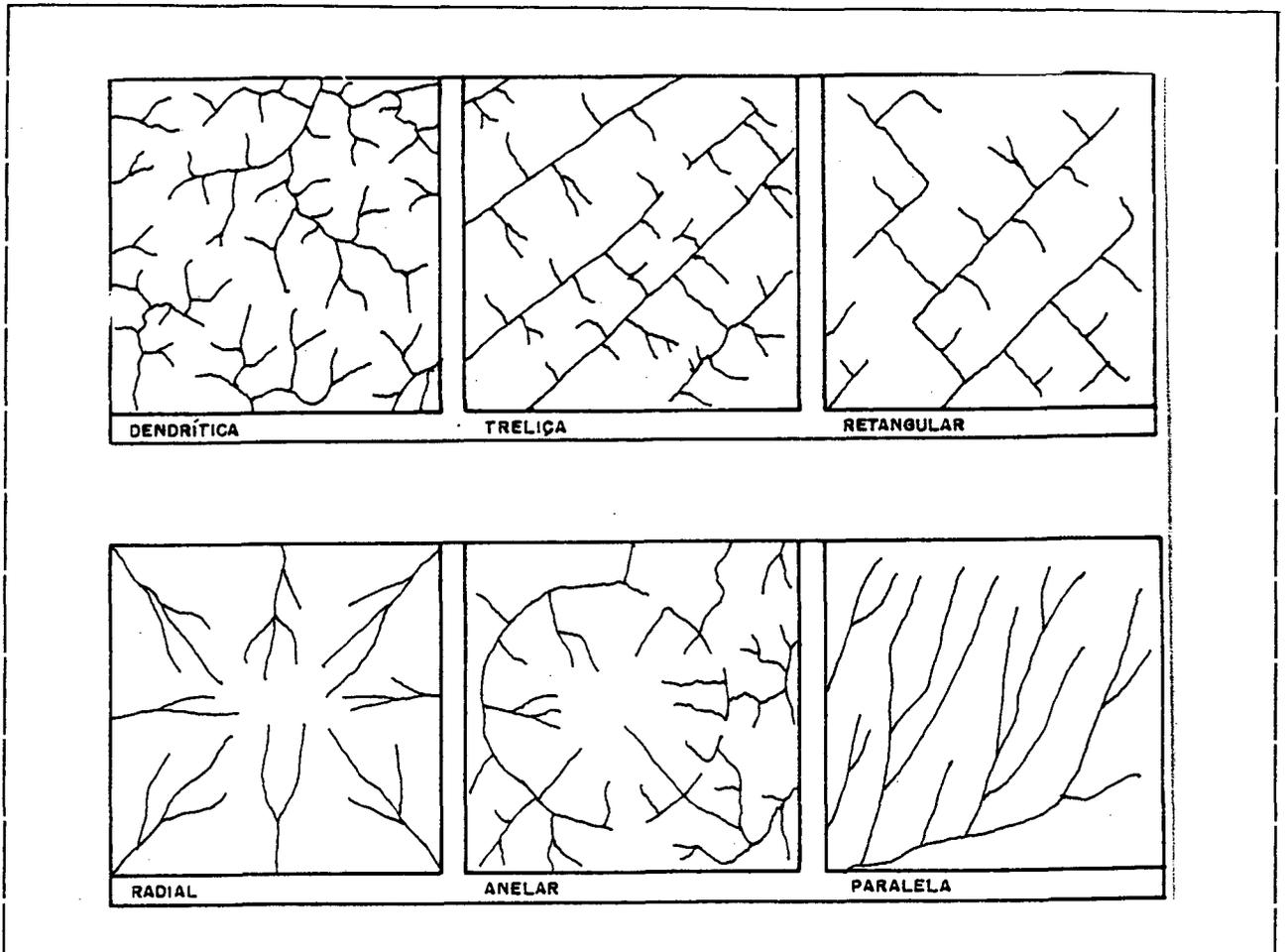


Figura 01 - Classificação dos padrões de drenagem segundo CRISTOFOLETTI (1980)

4.5 PLANEJAMENTO FÍSICO TERRITORIAL

Para BIRKHOLZ (1983), "Planejamento é um processo de ordenamento e previsão para conseguir mediante a fixação de objetivos por meio de uma ação racional, a utilização dos recursos de uma sociedade em uma época determinada. O planejamento é portanto, um processo do pensamento, um método de trabalho e um meio de propiciar o melhor uso da inteligência e das capacidades potenciais do homem para o benefício próprio e comum".

De acordo com FERRARI (1982), "num sentido amplo, planejamento é um método de aplicação, contínuo e permanente, destinado a resolver, racionalmente, os problemas que afetam uma

sociedade situada em determinado espaço, em determinada época, através de uma previsão ordenada capaz de antecipar suas consequências".

Segundo LAFER (1987), o planejamento nada mais é do que um modelo teórico para regular a ação do homem. A proposta do planejamento é a de organizar racionalmente o sistema econômico a partir de hipóteses extraídas da realidade.

O objetivo do planejamento territorial, de acordo com BIRKHOLZ (1983) é o de criar, pela organização racional do espaço e implantação de equipamentos apropriados, as condições ótimas de valorização da terra e as situações mais convenientes ao desenvolvimento humano e de seus habitantes.

Ainda segundo LAFER (1987), no conceito acima são estabelecidos as vinculações entre as quatro idéias básicas do planejamento territorial: a organização do espaço, a implantação da infraestrutura no território, o seu aproveitamento econômico e o desenvolvimento do homem.

Conforme LOCH (1993), o planejamento de um território deve partir da organização espacial, considerando inicialmente as características da paisagem, seja em termos geomorfológicos e de cobertura florestal e então a forma como este espaço pode ou deveria ser ocupado. O autor considera a colonização o elemento principal para definir as condições para a ocupação do espaço, uma vez que o formato, tamanho, etc. da propriedade imobiliária é que vai fornecer as condições para diversificar o uso deste espaço.

4.5.1 Conceito de Bacias Hidrográficas e Microbacias Hidrográficas

Bacia Hidrográfica, segundo OLIVEIRA (1993), é uma área ocupada por um rio principal e todos os seus tributários, cujos limites constituem as vertentes, que, por sua vez, limitam outras microbacias.

Para RAMOS (1989), bacia hidrográfica pode ser entendida como uma área onde a precipitação é coletada e conduzida para um sistema de drenagem natural, isto é, uma área composta de um interrelacionado sistema de drenagem natural onde o movimento da água superficial influi em todos os usos da água e do solo existentes na localidade.

Segundo VILLELA e MATOS (1978), a bacia hidrográfica é necessariamente controlada por um divisor, assim designado por ser uma linha de separação que divide as precipitações que caem em bacias vizinhas e que encaminha o escoamento superficial resultante para um ou outro sistema fluvial. O divisor segue uma linha rígida em torno da bacia, atravessando o curso da água somente

no ponto de saída, une os pontos de máxima cota entre bacias, o que não impede que no interior de uma bacia existam picos isolados com cota superior a qualquer ponto do divisor.

As bacias hidrográficas de acordo com ROCHA (1991), não tem dimensões superficiais definidas, a sub-bacia tem dimensões que variam entre 20.000 a 300.000 ha, as microbacias hidrográficas tem área inferior a 20.000 ha. Para efeito de planejamento integrado, deverão ser divididas em duas ou quantas partes forem necessárias.

4.5.2 Microbacias Hidrográficas como Unidade de Planejamento

Segundo FRASSON (1993), a unidade de planejamento e execução das ações de recuperação, conservação e manejo dos recursos naturais evoluiu com o passar do tempo. Da lavoura, passou-se para a propriedade, comunidade e atualmente à microbacia hidrográfica.

Segundo SOARES (1993), VALENTE e CASTRO (1991), também consideram a microbacia como sendo a unidade espacial mínima do sistema hidrográfico, e consideram-a como a unidade ideal para o estudo e planejamento integrado, visando o desenvolvimento comunitário, recuperação, conservação e manejo dos recursos naturais.

Para FRASSON (1993), a ampliação do espaço de planejamento, foi fruto da observação, de que as causas da degradação dos recursos naturais ultrapassam os limites das unidades produtivas e administrativas.

Para TUCCI (1993), a ação do homem no planejamento da ocupação do espaço, visando o seu desenvolvimento, requer cada vez mais uma visão ampla sobre as necessidades da população, os recursos terrestres e aquáticos disponíveis e o conhecimento sobre o comportamento dos processos naturais na bacia, para compatibilizar racionalmente as necessidades crescentes com os recursos limitados que se dispõe normalmente.

Segundo RAMOS(1989), o crescimento populacional do mundo e o conseqüente aumento da utilização da superfície da terra pelo homem faz da água dos rios e das bacias hidrográficas, objeto de estudo e planejamento integrado cada vez mais necessário para o uso racional do meio ambiente e seus recursos naturais.

O "manejo integrado" de uma bacia hidrográfica de acordo com ROCHA (1991), refere-se as partes técnicas e científicas usadas na montagem e na execução do projeto integrado, como por exemplo, as realidades científicas das metodologias usadas na elaboração dos diagnósticos: físico-conservacionista, sócio- econômico, da água, vegetação, do solo, da fauna.

Com a elaboração, implantação e/ou administração destes diagnósticos, é possível planejar uma bacia hidrográfica visando o equilíbrio do ecossistema.

O "gerenciamento" de uma bacia hidrográfica refere-se as partes administrativas e políticas relativas ao projeto integrado.

Para o sucesso, na aplicação do método do manejo integrado de bacias hidrográficas, é necessário que o governo adote as seguintes medidas complementares, segundo ROCHA (1991):

- exija o cumprimento das leis ambientais;
- implantação de programas educacionais em todos os níveis, incluindo disciplinas relacionadas à proteção e à educação ambiental;
- que todas as prefeituras adotem dossiês quanto ao meio ambiente.

4.5.2.1 Uso da Terra

Para que se possa avaliar as possibilidades de utilização dos solos em atividades agrícolas é importante, que se faça um prévio levantamento do potencial de cada área sob o aspecto pedológico e biológico para colocar em ação as práticas de conservação e exploração de recursos do meio ambiente.

Segundo ROCHA (1991), a elaboração de um mapa de declividade do solo da microbacia hidrográfica é indispensável para determinar o uso correto do solo, sendo fundamental para o planejamento de técnicas conservacionistas.

A declividade do relevo de uma bacia hidrográfica influi diretamente na velocidade de escoamento da água, afeta o tempo de concentração da magnitude dos picos de enchentes, bem como a infiltração.

Segundo KELLER (1969), para se obter de forma mais rápida, objetiva e exata, dados referentes ao uso da terra, recomenda-se o emprego de fotografias aéreas e mosaicos aerofotogramétricos.

Deste modo, o mapeamento de uso da terra deverá ser feito através de operações combinadas de gabinete e de campo, mediante técnicas de fotointerpretação, apoiadas em observações acuradas no terreno.

Para TRICART (1977) "diagnóstico agrológico teria por objetivo apreciar, tão claramente quando possível as limitações oferecidos pelo meio no seu estado atual e em termos de aptidões potenciais. Ele deve definir as potencialidades que a técnica pode utilizar para melhorar o meio, indicar os cultivos mais adequados sob o ponto de vista ecológico e os tipos de rotação que poderão ser utilizados sob determinadas condições".

Para CEPA (1990), os recursos hídricos servem de apoio para qualquer plano de ação que vise o uso da terra, apoiando a escolha da expansão agrícola.

Segundo o mesmo autor, o conhecimento das peculiaridades de cada tipo de solo como profundidade, permeabilidade, capacidade de infiltração, retenção de umidade, reserva de nutrientes, relevo, características espaciais como drenagem, uso de implementos agrícolas, dentre outros são de indiscutível relevância para o planejamento visando a maior produtividade do solo e conservação do mesmo.

Segundo BOTELHO, SANTANNA e WHALEY (1980), um fato importante é o efeito que exerce a cobertura vegetal, protegendo, melhorando e preservando o abastecimento de água, evitando assim o escoamento rápido das águas das chuvas, diminuindo os danos decorrentes de enchentes, evitando a erosão dos solos.

4.5.3 Planejamento dos Recursos Hídricos

Segundo ROCHA (1991), no passado a ocupação da bacia hidrográfica foi realizada sem ou com pouco planejamento, visando o máximo de benefício com o mínimo de custo, sem a preocupação com o meio ambiente. Com o aumento da população e a exploração das águas, os recursos naturais vêm se deteriorando. Há uma preocupação com a quantificação do impacto que a exploração humana provoca na bacia hidrográfica, para que sejam adotadas medidas que minimizem os danos à natureza.

O planejamento da ocupação da bacia hidrográfica é uma necessidade numa sociedade com usos crescentes da água, e que tende ocupar espaços com riscos de inundações, além de danificar o meio ambiente. A tendência atual, envolve o desenvolvimento sustentável da bacia hidrográfica, que implica no aproveitamento racional dos recursos com o mínimo de danos ao ambiente.

Para MOTA (1988), no planejamento dos recursos hídricos em uma bacia hidrográfica, o corpo d'água não deve ser considerado isoladamente, pois, sofre influência dos tipos de atividade desenvolvido na microbacia, por ele drenado.

Segundo o mesmo autor a água se interrelaciona com outros recursos naturais , como solo, vegetação, não podendo ser separada do meio ambiente, uma vez que qualquer mudança nele introduzida poderá afetar sua quantidade e qualidade.

Segundo FRASSON (1994), o manejo da água é um dos mais sérios desafios que o agricultor enfrenta, este problema não é resolvido dentro da lavoura ou propriedade mas sim dentro da microbacia, onde as águas caem e circulam, desconhecendo os limites de propriedades bem como as político administrativas.

Segundo BARTH (1987), as alterações qualitativas dos recursos hídricos, provocados pelo lançamento de poluentes e detritos , assim como o assoreamento dos corpos da água, em áreas rurais e urbanas, devem ser, objeto de controle pelos órgãos competentes.

Para GARCEZ e ALVAREZ (1988), o processo de desenvolvimento de uma região ou país depende basicamente das informações sobre seus recursos naturais, incluindo-se os recursos hídricos, como elementos usuais.

Segundo os mesmos autores, para o máximo aproveitamento dos recursos hídricos de uma bacia é recomendável que o estudo abranja a bacia hidrográfica como um todo, evitando-se eventuais conflitos decorrentes dos diversos usos da água pelo homem. É fundamental também que as decisões finais sobre as providências, diretrizes e obras de controle estejam fundamentadas em fatos e números concretos.

Para BARTH (1987), o planejamento de recursos hídricos visa à avaliação da demanda e uma prospecção das demandas e das disponibilidades desses recursos e a sua locação entre usos múltiplos, de forma a obter máximos benefícios econômicos e sociais.

Os dados básicos para o planejamento integrado de uma bacia hidrográfica podem ser assim relacionados segundo ROCHA (1991):

a) dados sobre a quantidade de água: dados pluviométricos (índice de conformação - relação da área da bacia hidrográfica e o quadrado de seu comprimento axial, medido ao longo do rio principal, da desembocadura até a cabeceira mais distante, índice de compacidade - relação de perímetro de uma bacia hidrográfica e a circunferência de um círculo de área igual a da bacia - densidade), e limnimétricas, ocorrência e níveis de água subterrânea, conformação topográfica, cobertura vegetal do solo, infiltração de água no solo, clima, temperatura, umidade de evaporação, quantidade e distribuição de chuva, uso da água na configuração atual;

- b) dados sobre a qualidade da água: avaliação qualitativa e quantitativa do estágio de poluição da água e contaminação dos cursos d'água na bacia (poluição física, química, bacteriológica e radioativa);
- c) dados cartográficos da bacia hidrográfica: mapas, cartas, levantamentos existentes, fotografias aéreas;
- d) dados geológicos e morfológicos da região;
- e) dados sócio econômicos da região onde se localiza a bacia hidrográfica em estudo.

Para TUCCI (1993), no caso de alguma urgência para solução do problema de planejamento e eventual inexistência ou não disponibilidade imediata de dados hidrológicos, ou dados básicos para o planejamento, poderão ser gerados utilizando-se métodos simplificados e a correlação com dados de outras bacias hidrográficas vizinhas de características ou comportamento hidrológico semelhante.

Segundo mesmo autor, analisando características como o clima, cobertura vegetal, geologia, topografia, drenagem, tipo de solo, pode-se chegar a um zoneamento adequado de usos do solo na bacia. Desta maneira determina-se áreas de preservação para os mananciais, reservas florestais, áreas agrícolas, distritos industriais, áreas de expansão urbana, enfim o uso do solo obedece às características naturais da microbacia hidrográfica.

O planejamento físico territorial, associado a outras medidas de carácter preventivo é um instrumento eficaz e de baixo custo para o controle da poluição das águas.

Para BOTELHO, SANTANA e WHATELY (1980), a água cujo suprimento varia no tempo e no espaço, é um dos mais importantes recursos da natureza. Seu abastecimento decorre da canalização de parte do fluxo do ciclo hidrológico: rio, riacho, e aquíferos subterrâneos.

4.5.3.1 Águas Superficiais

Para PINTO (1976), escoamento superficial é o segmento do ciclo hidrológico que estuda o deslocamento da água na superfície.

Segundo TUCCI (1993), parte da água das chuvas é interceptada pela vegetação e outros obstáculos, de onde se evapora posteriormente, do volume que atinge a superfície do solo, parte é retida em depressões do terreno, parte se infiltra e o restante escoar pela superfície logo que a

intensidade da precipitação supere a capacidade de infiltração no solo e os espaços nas superfícies retentoras tenham sido preenchidos.

As águas provenientes das chuvas atingem o leito do curso de água por quatro vias diferentes segundo PINTO (1976).

- a) escoamento superficial;
- b) escoamento subsuperficial (hipodérmico);
- c) escoamento subterrâneo;
- d) precipitação direta sobre a superfície livre.

Segundo ROCHA (1991), os solos argilosos apresentam uma rede de drenagem mais densa, com um pequeno grau de infiltração, já os solos arenosos apresentam densidade de drenagem menos densa e um alto grau de infiltração.

De acordo com GARCEZ e ALVAREZ (1988) os principais fatores que determinam o fluxo de água em um rio são:

- a) Área da bacia de contribuição;
- b) Conformação topográfica da bacia hidrográfica em particular declividades, depressões acumuladoras e represamentos naturais.
- c) Condições da superfície do solo e constituição geológica do subsolo: - existência de vegetação, capacidade de infiltração no solo, natureza e disposição das camadas geológicas, coeficiente de permeabilidade, tipos de rochas, situação dos aquíferos.
- d) Obras de controle e utilização da água a montante da seção: irrigação, drenagem artificial, canalização e retificação dos cursos de água a montante, detenção por represamento.

Para TUCCI (1993), a caracterização do regime de águas em uma microbacia hidrográfica é feita através do conhecimento de dados hidrometeorológicos utilizados na elaboração do balanço hídrico, obtido pela expressão $P - E = Q$, onde “P” é a precipitação, “E” a evaporação, “Q” é o escoamento superficial.

A vazão é o volume de água proveniente do escoamento superficial e subterrâneo, que passa na seção transversal de um curso de água, em um determinado intervalo de tempo.

4.5.3.2 Água Subterrânea

A ocorrência de águas subterrâneas está relacionada à geologia regional. A avaliação da disponibilidade hídrica subterrânea requer estudos muito específicos desenvolvidos a partir de estudos geofísicos e hidrológicos.

Para PINTO (1976), as águas que atingem a superfície do solo a partir das precipitações retidas nas depressões do terreno, ou escoando superficialmente ao longo dos talwegues, podem infiltrar-se por meio de forças de gravidade e capilaridade. O seu destino será função das características do subsolo, do relevo do terreno e da ação da vegetação, configurando o que se poderia denominar de fase subterrânea do ciclo hidrológico.

A distribuição das águas subterrâneas, seu deslocamento e eventual resurgimento na superfície, natural ou artificial, envolvem problemas extremamente variados e complexos no domínio da geologia e da hidráulica do escoamento em meios porosos.

Para GALET (1983), a água ao se infiltrar no solo, está sujeita, principalmente, às forças derivadas, à atração molecular ou adesão: à tensão superficial ou efeitos de capilaridade; e à atração gravitacional.

Abaixo da superfície, em função das ações dessas forças e da natureza do solo e da geomorfologia, a água pode se encontrar na zona de aeração ou na zona saturada.

Na zona de aeração, próximo a superfície, a água higroscópica, absorvida do ar, é mantida em torno das partículas sólidas por adesão. A intensidade destas forças moleculares não permite o aproveitamento dessa umidade pelas plantas. A água capilar existente nos vazios entre os grãos, é movimentada pela tensão superficial, podendo ser aproveitada pela vegetação. A água gravitacional é a água que vence as ações moleculares e capilares percolando sob a influência da gravidade.

De acordo com LANNA (1990), os aquíferos subterrâneos são reservas naturais que apresentam um regime de disponibilidade hídrica praticamente constante, quando não submetidas à exploração. Quando se extrai mais água de um aquífero subterrâneo do que sua carga natural ocorrerá o seu rebaixamento e diminuição de disponibilidade hídrica. Testes de bombeamento poderão estabelecer taxas de extração adequadas ao potencial do aquífero.

Classificação dos aquíferos segundo TUCCI (1993):

- Confinados e não confinados (livres), dependendo da ausência ou da presença da linha d'água.

O aquífero confinado encontra-se a uma pressão maior que a pressão atmosférica. Está limitado superior e inferiormente por formações impermeáveis. O aquífero artesianos é um aquífero confinado onde a elevação da superfície piezométrica está sobre a superfície do terreno.

No aquífero freático (livre) a superfície piezométrica (freática) serve como fronteira superior. Os aquíferos confinados são geralmente de grande produção, enquanto que os livres são os mais explorados devido ao fácil acesso.

Segundo TUCCI (1993), as águas subterrâneas podem oferecer uma alternativa qualitativa mais adequada. É mais facilmente evitada a poluição de aquíferos subterrâneos do que lagos e rios, embora no que diz respeito a despoluição destes mananciais ocorram exatamente o contrário.

Segundo o mesmo autor, há uma necessidade estratégica de preservação qualitativa dos aquíferos subterrâneos, como reserva hídrica para futuras gerações, atividade que tem assumido a maior relevância em regiões industriais e com altas densidades demográficas que apresentam alta demanda, acrescida pelo alto potencial de poluição.

Para Silva (1986), a lenta circulação d'água subterrânea e a grande capacidade de absorção dos terrenos, podem retardar muito os efeitos da contaminação. O grande volume de água subterrânea que contém o aquífero faz com que os focos de contaminação se manifeste muito lentamente e que as contaminações localizadas só aparecem depois de decorrido muito tempo.

4.5.4 Usos da Água

Para LANNA (1990), quando o padrão espacial de disponibilidade de água, ou seja, a distribuição dos locais onde a água é disponível, não está em sintonia com o padrão espacial das necessidades dos centros de consumo, ou seja, a distribuição dos locais onde existem necessidades relacionadas com os recursos hídricos a solução para satisfação das necessidades em sua plenitude é procurar a água em outros locais onde esteja disponível.

Dentre os recursos naturais, para TUCCI (1993), um dos que apresenta os mais variados, legítimos e correntes usos, é indubitavelmente a água. Nos dias atuais, em função dos progressos sociais e industriais que vem atravessando a humanidade, pode-se enumerar, entre outros, os seguintes usos múltiplos;

- a) abastecimento público;
- b) consumo industrial;
- c) matéria prima para a indústria;
- d) irrigação;
- e) recreação;
- f) dessedentação de animais;
- g) geração de energia elétrica;
- h) transporte;
- i) diluição de dejetos, e
- j) preservação da flora e fauna (fonte proteica).

O uso dos recursos hídricos segundo TUCCI (1993), tem se intensificado com o desenvolvimento econômico, tanto no que se refere ao aumento na quantidade da demanda para determinada utilização, quanto ao que se refere a variedade destas utilizações.

A medida que a civilização se desenvolve outros tipos de usos foram surgindo, disputando o uso de recursos hídricos muitas vezes escassos e estabelecendo conflito entre usuários.

Para LANNA (1990), os usos se inserem em três classes: a) Infra-estrutura social, refere-se aos usos gerais disponíveis para a sociedade nos quais a água entra como bem de consumo final;

b) Agricultura, reflorestamento e aquacultura, refere-se aos usos da água como bem de consumo intermediário visando a criação de condições ambientais adequadas para o desenvolvimento e criação de espécies animais e vegetais de interesse para o sociedade. Este interesse pode ser de ordem econômica ou ambiental, etc.;

c) Indústria e usos em atividades de processamento industrial e energético nos quais a água entra como bem de consumo intermediário.

Segundo TUCCI (1993), são considerados usos em abastecimento urbano: o abastecimento doméstico, comercial, público e industrial realizado nos núcleos urbanos a cargo de companhias estaduais ou municipais.

O abastecimento rural compreende o abastecimento doméstico na área rural e o consumo na criação de animais.

3.6 LEGISLAÇÃO

4.6.1 Legislação dos Recursos Hídricos

Para LANNA (1990), gerenciamento de recursos hídricos é o conjunto de ações governamentais destinadas a regular o uso e o controle dos recursos hídricos e avaliar a conformidade da situação corrente com os princípios doutrinários estabelecidos pela política dos recursos hídricos.

No Brasil, a lei específica para o gerenciamento dos recursos hídricos é o "Código das Águas", estabelecido pela Lei 24.643 de 10 de julho de 1934. Existem vários instrumentos legais que detalham e disciplinam as atividades do setor. E segundo LANNA (1990), estes instrumentos legais são provenientes de um modelo de gerenciamento de recursos hídricos orientado por tipos de uso, o que estabelece frequentes conflitos, superposição e a desarticulação da legislação, exigindo portanto, aperfeiçoamentos.

A necessidade de estudo e aperfeiçoamento da gestão dos recursos hídricos decorre de sua complexidade que deverá ser aumentada substancialmente com as pressões que o futuro trará. Estas pressões serão motivadas por diversas causas dentre elas; desenvolvimento econômico; aumento populacional; pressões regionais; mudanças tecnológicas, sociais; urbanização.

As instituições brasileiras na área de recursos hídricos vem sofrendo uma série de alterações a partir da aprovação da constituição de 1988 e das constituições estaduais.

A constituição de 1988 estabelece como bens da União "... os rios que banham mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham". (Inciso III do Art.20). Os demais rios são bens do Estado.

A competência de legislar sobre a água é da união (Art.22. Inciso IV). Já no caso do Meio Ambiente, ao contrário dos recursos hídricos, é assegurado aos Estados a competência de legislar suplementarmente à União. (Art.24, Paragrafos 1, 2 e 3).

Estes dispositivos constitucionais levam a necessidade da União e dos Estados de se estruturarem para realizar o gerenciamento dos recursos hídricos nos rios de suas propriedades. Esta necessidade é estabelecida constitucionalmente no caso da União, a qual compete instituir o sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos..." (Art. 21, Inciso XX).

O gerenciamento de recursos hídricos é promovido pelas ações do poder público que visam a adequação dos usos, controle e proteção das águas às necessidades sociais.

O CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (1992), estabelece a seguinte classificação das águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional.

São classificadas segundo seus usos preponderantes, em nove classes, as águas doces, salobras e salinas do Território Nacional.

Sendo as Águas Doces classificadas em:

I - Classe Especial - águas destinadas:

- a) ao abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção;
- b) à prevenção do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

II - Classe 1 - águas destinadas :

- a) ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquática;
- c) à recreação de contacto primário (natação, esqui aquático e mergulho);
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película;
- e) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

III - Classe 2 - águas destinadas:

- a) ao abastecimento doméstico após tratamento convencional;
- b) à proteção de comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contacto primário (esqui aquático, natação e mergulho);
- d) à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas;
- e) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

IV - Classe 3 - águas destinadas:

- a) ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional;

- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) a dessedentação de animais

V - Classe 4 - água destinada:

- a) à navegação;
- b) à harmonia paisagística;
- c) aos usos menos exigentes.

A Legislação Ambiental vigente no Estado de Santa Catarina nº 5.783 de 05/10/80 regulamentada pelo decreto nº 14.250 de 05/06/85 da FATIAM, proíbe o lançamento de esterco de animais nos recursos hídricos. As penalidades vão da advertência à multa inicial de 800 FR (Unidade Fiscal de Referência do Estado de Santa Catarina), que pode ser diária ou pontual, à restrição de financiamentos pelos agentes financeiros ao embargo das atividades e finalmente a demolição dos estabelecimentos.

4.6.2 Legislação Florestal

De acordo, com o Código Florestal Brasileiro - Lei nº 7.803, de 17/08/89.

Como regra geral, deve-se reflorestar para fins de conservação, as áreas sem aptidão agrícola ou pecuária, e as áreas definidas pela legislação (Código Florestal). Os locais prioritários são definidos como de Preservação Permanente.

O artigo segundo do Código Florestal determina as áreas onde a vegetação natural é considerada de Preservação Permanente.

a) ao longo dos rios onde qualquer curso de água desde seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja:

Rios de até 10m de largura a mata ciliar deverá ter largura de 30m de cada lado.

- b) ao redor de lagoas, lagos ou reservatórios de água naturais ou artificiais;
- c) nas nascentes, ainda que intermitentes, e nos chamados "olho de água" qualquer que seja a situação topográfica, num raio mínimo de 50m de largura;
- d) nos topo de morros, montes, montanhas e serras;

- e) nas encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalentes a 100% na linha de maior declive;
- f) nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangue;
- g) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura de relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;
- h) em altitudes superiores a 1.800 m, qualquer que seja a vegetação.

Art. 16: As florestas de domínio privado, não sujeitas ao regime de utilização limitada e ressalvadas as de preservação permanente, prevista nos Arts. 2º e 3º desta Lei, são susceptíveis de exploração, obedecendo as seguintes restrições:

- a) nas regiões Leste Meridional, Sul e Centro- Oeste, esta na parte sul, as derrubadas de florestas nativas, primitivas ou regeneradas, só serão permitidas desde que sejam, em qualquer caso, respeitando o limite de 20% da área de cada propriedade com cobertura arbórea localizada, a critério da autoridade competente;

Parágrafo 1º - Nas propriedades rurais, compreendidas na alínea deste artigo, com área entre 20 e 50 hectares, computar-se-ão, para efeito de fixação de limite percentual, além da cobertura florestal de qualquer natureza, os maciços de porte arbóreo, sejam frutíferos, ornamentais ou industriais.

Parágrafo 2º - A reserva legal, assim entendida a área de, no mínimo, 20% de cada propriedade, onde não é permitido o corte raso, deverá ser averbada à margem da inscrição de matrícula do imóvel, no registro de imóveis competente, sendo vedada a alteração de sua destinação, nos casos de transmissão, a qualquer título, ou de desmembramento da área.

Art. 19: A exploração de florestas e de formação sucessoras, tanto de domínio público como de domínio privado, dependerá de aprovação prévia do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, bem como da adoção de técnicas de condução, exploração, reposição florestal e manejo compatíveis com os variados ecossistemas que a cobertura arbórea forme.

4.6.3 Legislação Quanto a Mineração

Várias providências legais e administrativas foram aplicadas visando atenuar a degradação ambiental, causada pela mineração do carvão.

GOTHE (1993), cita um resumo cronológico das providências legais citadas.

1) 20/02/1967 - Código da Mineração Decreto Lei 227, modificado pelo Decreto Lei 318, de 14/03/67.

Art. 47 - "Ficará obrigado o titular da concessão, além das condições gerais que constam desse código, ainda às seguintes, obrigações:

- a) ... responder pelos danos e prejuízos à terceiros que resultem direta ou indiretamente da lavra;
- b) Preservar a segurança e a solubridade das habitações existentes no local;
- c) Evitar o extravio das águas e drenar as que possam ocasionar danos e prejuízos aos vizinhos;
- d) Evitar poluição do ar ou da água que possa resultar dos trabalhos de mineração."

2) No ano de 1974 inicia a mecanização das minas de carvão em grande escala no sul catarinense.

3) Em 15/01/1976 - Portaria GM 013. Estabelece a classificação das águas interiores do país. Determina que os efluentes de qualquer fonte poluidora só poderão ser lançados, diretamente ou indiretamente, nas da água, desde que obedeçam às seguintes condições:

- a) PH entre 5 e 9;
- b) ausência de materiais flutuantes;
- c) substâncias que poderiam ser prejudiciais, de acordo com limites estabelecido pela SEMA - Secretaria Especial de Meio Ambiente.

4) Ano de 1978 - Convênio FATIAM/UFRGS (NIDECO - Núcleo Interdepartamental de Ecologia e IPH - Instituto de Pesquisas Hidráulicas) - organizou Estudos de diagnóstico e dimensionamento da problemática ambiental da mineração de carvão.

5) 25/09/1980 - Enquadramento da Região sul de Santa Catarina como Área Crítica para Fins de Controle de Poluição - Decreto 85.206.

6) 16/03/1981 - Programa de Conservação e Recuperação Ambiental da Região Sul de SC.

FATIAM/ECP - Eng. Consultores Projetistas S.A. - (FATIAM - BRDE - FINEP),

7) 31/08/1981 - Lei 6938 - Estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente.

8) 06/07/1982 - Portaria Interministerial 917/82. Determina que todas as empresas de mineração devem apresentar à SEMA e ao DNPM projetos de tratamento de efluentes líquidos, de transporte e disposição de rejeitos sólidos e de recuperação da área minerada, no prazo de 180 dias.

9) 06/1983 - Projeto conceitual para controle da poluição - IESA _ Internacional de Engenharia SA., contratada pela SNIEC - Sindicato Nacional da Industria de Extração de Carvão.

10) 09/09/1983 - Parecer afirmativo da SEMA sobre projeto Conceitual.

11) 28/09/1983 - Acordo de Florianópolis - SEMA, GAPLAN, FATIAM, empresas mineradoras, SNIEC, prefeituras. Aprovação do Projeto Conceitual e definição dos cronogramas de execução.

12) 05/10/1983 - Outorga de competência à FATIAM pela SEMA para acompanhar e controlar a execução dos projetos advindos da Portaria 917/82.

13) 10/12/1983 - Protocolo entre MINTER e Governo Estadual objetivando estabelecer um plano de trabalho para o controle da degradação ambiental.

14) 28/02/1984 - Plano de Trabalho para o Controle Ambiental na Região Carbonífera Catarinense, Comissão SUDESUL, SEMA, DNOS, GAPLAN, FATIAM e CASAN.

15) 1984/ 1985 - Programa, Projeto Visando Minimizar os Efeitos Ambientais Decorrentes das Atividades de Lavra e Beneficiamento de Carvão Mineral no Brasil. Convênio SEMA/ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental 022/84

16) 23/01/1986 - Resolução do CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente nº 001/86 - Institui obrigatoriedade de elaboração e aprovação do EIA/RIMA para, entre outros, extração de carvão, minerodutos e usinas termoelétricas.

17) 05/10/1988 - Constituição Federal, Art.225, 2º “Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da Lei.”

Em 1992 o Governo Federal Anuncia o Pró Vida, Programa de Recuperação da Qualidade Ambiental da Região Carbonífera, no sul do Estado de Santa Catarina, esta região está entre as

mais poluídas do Brasil. Diante dos problemas ambientais, causados pela poluição da região a população pressionou as autoridades locais e estaduais para a necessidade de melhorar a qualidade de vida da região, surgindo assim o Pró Vida.

4.7 POLUIÇÃO HÍDRICA

Segundo CEPA (1990), ao se analisar o fator hídrico e as variações climáticas resultantes, constata-se seu relevante papel no subsídio dos estudos ambientais e da organização do espaço.

Para MACEDO (1994), o fenômeno da poluição ocorre quando um uso legítimo, previamente determinado, é impedido ou prejudicado pela introdução de matéria ou energia nos corpos receptores, causando modificações nos valores dos indicadores de qualidade que caracterizavam padrões que garantiriam aquele uso.

Segundo TUCCI (1993), a qualidade da água que compõe a bacia hidrográfica está relacionada com o uso do solo da bacia e com o grau de controle sobre as fontes poluidoras.

O controle sobre as fontes poluidoras se dá basicamente através do tratamento de águas residuais, sanitárias e industriais. Existe tecnologia disponível e sua implantação depende da disponibilidade financeira.

Segundo o mesmo autor, o desconhecimento das características do solo pode levar a erros de consequências trágicas, como no campo ecológico, onde se verifica as consequências dos desmatamentos indevidos, o assoreamento dos rios e córregos, processos erosivos de grandes dimensões, devido principalmente ao manejo inadequado.

Para ALONSO e FILHO (1994), a ocupação desordenada de uma bacia hidrográfica pode gerar alterações sensíveis nas condições dos cursos da água, motivado pelo excesso de cargas poluentes advindas de atividades urbanas ou rurais. Isso tende a acarretar uma queda no nível da qualidade da água do rio, podendo restringir o seu aproveitamento.

De acordo com os mesmos autores, para se garantir a qualidade da água, dois enfoques principais se apresentam: um preventivo e outro corretivo. O primeiro atua no sentido de se evitar que haja o comprometimento dos recursos hídricos através do controle do uso do solo da bacia, e o segundo busca atingir o nível de qualidade requerida através do controle da poluição.

Para FRASSON (1994), os desequilíbrios ambientais foram sendo mais facilmente sentidos à medida que causaram danos ao sistema de produção.

4.7.1 Poluição Causada pela Mineração de Carvão

Uma das atividades que altera bruscamente as características da área de estudos é a mineração.

Para BRAUN (1971), tanto a mineração a céu aberto como a subterrânea, destroem a forma original da superfície, alterando seu comportamento geomorfológico através de desmoronamentos, alterações de camadas superficiais e internas, criação de terras áridas.

Os efeitos da contaminação das águas subterrâneas por atividades da mineração serão influenciados por vários fatores dos quais pode-se destacar os seguintes: tipo de aquífero, método de exploração mineral, tipo do contaminante, profundidade da lavra, localização da área em relação a zona de recarga do aquífero, inclinação das camadas geológicas, intensidade e continuidade da contaminação, características do contaminante (densidade, viscosidade, solubilidade) e outros.

De acordo com SILVA (1986), a migração de poluentes na água subterrânea é afetada pelas características geológicas da área, da forma da superfície do lençol freático e suas flutuações, bem como das propriedades físicas e químicas do poluente.

Segundo FERREIRA (1991), a qualidade da água, solo e ar da bacia carbonífera catarinense está seriamente comprometida pela exploração do carvão.

O quadro vem se agravando devido ao elevado grau de impurezas do carvão catarinense, que traz em cada 100 toneladas de matéria prima bruta uma proporção média de 25% de carvão aproveitável para 75% de rejeito piritoso que é composto por elementos químicos altamente poluentes como o enxofre, ferro e outros metais pesados, que são depositados a céu aberto.

Este rejeito é depositado segundo a FATIAM (1978), ao redor das áreas mineradas que na maioria das vezes, estão muito próximas do perímetro urbano das sedes dos municípios, das vilas e da rede de drenagem. Conseqüentemente , esta situação compromete a utilização da água dos rios e a qualidade do ar devido aos gases tóxicos.

De acordo com VEIGA, BASSI e ROSSO (1994), no sul do Estado de Santa Catarina a mineração é responsável pela poluição das águas, colocando a região em 14º lugar entre as áreas mais poluídas do Brasil. As bacias hidrográficas dos rios Tubarão, Araranguá e Urussanga têm suas águas comprometidas em qualidade, ameaçando seriamente o abastecimento urbano em diversas cidades e extensas áreas de arroz irrigado.

Segundo SILVA (1986), as minerações de carvão da região sul de Santa Catarina, são as principais fontes de poluição das águas subterrâneas no Estado. Estas minerações estão localizadas em regiões de recarga regional de aquíferos porosos e fraturados, onde a pluviosidade é elevada. Isto significa que os poluentes das minerações (rejeito, minas abandonadas, depósitos de minério, etc.), serão lixiviados pelas águas das chuvas e infiltradas para o aquífero e daí percorrerão grandes distâncias pelo subsolo, atingindo regiões mais distantes, ao longo do tempo, que as alcançadas pelas águas superficiais, pois muitas vezes as camadas geológicas que compõe o aquífero estão inclinadas para o lado oposto que as camadas superficiais.

O fluxo subterrâneo muitas vezes poderá ter direção diferente do escoamento das águas superficiais e levar o poluente para regiões completamente imprevisíveis.

A poluição das mineradoras de carvão são provenientes das águas ácidas originadas das reações dos sulfetos, de metais pesados encontrados no minério e dos equipamentos das máquinas que operam nas minas.

4.7.2 Poluição Causada pelos Dejetos Suínos

Segundo EPAGRI (1994), com 3,5 milhões de cabeças de suínos produzindo dejetos que equivalem aos excrementos de 15 milhões de pessoas, o Estado de Santa Catarina chegou ao fundo do poço em termos ambientais: 90% das correntes hídricas da região suínocultora estão contaminadas. Para tornar mais caótica a situação, o desmatamento excessivo reduziu para menos de 50% a quantidade de água disponível.

Um suíno adulto é capaz de excretar $0,27\text{m}^3$ por mês de dejetos líquidos fazendo com que, em Santa Catarina, a produção anual de dejetos chegue a 10.950 toneladas anuais e 30 toneladas diárias. Com a drástica redução da disponibilidade de água em virtude da ausência das florestas, as regiões suínocultoras vivem o caos de ter pouca água e desta, cerca de 90% estar contaminada. A contaminação apresenta elevados índices de coliformes fecais.

De acordo com VEIGA, BASSI e ROSSO (1994), o problema da contaminação dos mananciais por dejetos suínos deve ser enfrentado imediatamente, principalmente naquelas áreas onde existem grandes quantidade de animais confinados.

Segundo FRANCO e TAGLIARI (1994), para o desespero das pessoas e já implicações na pecuária, o mau cheiro e as moscas e mosquitos invadem até mesmo ambientes urbanos.

4.7.3 Poluição Causada por Agrotóxicos.

Segundo WAGRE (1994), para conseguir grandes safras e aumento da produtividade, têm sido usados aditivos nas atividades agrícolas como correctivos, fertilizantes e biocidas. Tipicamente tais aditivos são dispersados em grandes áreas, usando inclusive meios aéreos. Estes aditivos acabam chegando até os mananciais, sejam superficiais ou subterrâneos.

Os agrotóxicos são produtos de indústria química segundo MACEDO (1994), largamente utilizado na agricultura, que chegam aos corpos hídricos através do escoamento das águas pluviais e através de infiltração e percolação no lençol freático.

De acordo com FRASSON (1994), a produção agrícola só pode ser mantida a longo prazo se o solo, a água, a fauna, as florestas e o clima, que são a sua base produtiva, não sofrerem degradação.

Há de se considerar o sério ônus social e político do empobrecimento do meio rural, das migrações e do êxodo rural, causado pela degradação prematura da natureza.

A agricultura segundo o mesmo autor, ao agir juntamente sobre a interface atmosfera-litosfera, ou seja, o horizonte superior do solo, de um lado determinará a distribuição da água das precipitações e, conseqüentemente, a alimentação hídrica do solo e do aquífero.

Segundo VEIGA, BASSI e ROSSO (1991), em todas as regiões do Estado de Santa Catarina há um potencial de poluição dos mananciais por agrotóxicos. Há alguns casos críticos, como o arroz irrigado, o fumo e a olericultura, onde a contaminação é praticamente direta. Nas demais culturas o maior problema consiste na falta de local apropriado para descarte do lixo tóxico para o abastecimento dos pulverizantes, que muitas vezes é diretamente nos riachos.

Existem muitos agrotóxicos, que além de poluírem os mananciais de água, também atuam sobre a biologia do solo, eliminando ou inibindo determinados organismos que auxiliam na agregação das partículas do solo. Com isso o solo torna-se mais susceptível à erosão e, conseqüentemente, há contaminação dos mananciais.

5. ÁREA DE ESTUDO

5.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Cocal do Sul está localizado no Sul do Estado de Santa Catarina, aproximadamente 200 Km de Florianópolis, Via BR 101 e SC 446. Conforme figura (02) a seguir.

Os Municípios limítrofes de Cocal do Sul são os seguintes:

- a) ao Norte, Urussanga e Pedras Grandes
- b) ao Sul, Criciúma e Morro da Fumaça
- c) ao Oeste, Siderópolis
- d) ao Leste, Morro da Fumaça

A área de estudo é a microbacia hidrográfica do Rio Cocal, e está inserida dentro da bacia hidrográfica do Rio Urussanga, entre as seguintes coordenadas geográficas:

- Latitude 28° 33' a 28° 37' ao Sul
- Longitude 49°19' a 49°24' a Oeste de Greenwich.

A microbacia hidrográfica do Rio Cocal possui área aproximada de 28 Km², sendo que a área do município de Cocal do Sul é de 81Km². E da bacia hidrográfica do Rio Urussanga a qual pertence é de 580 km².

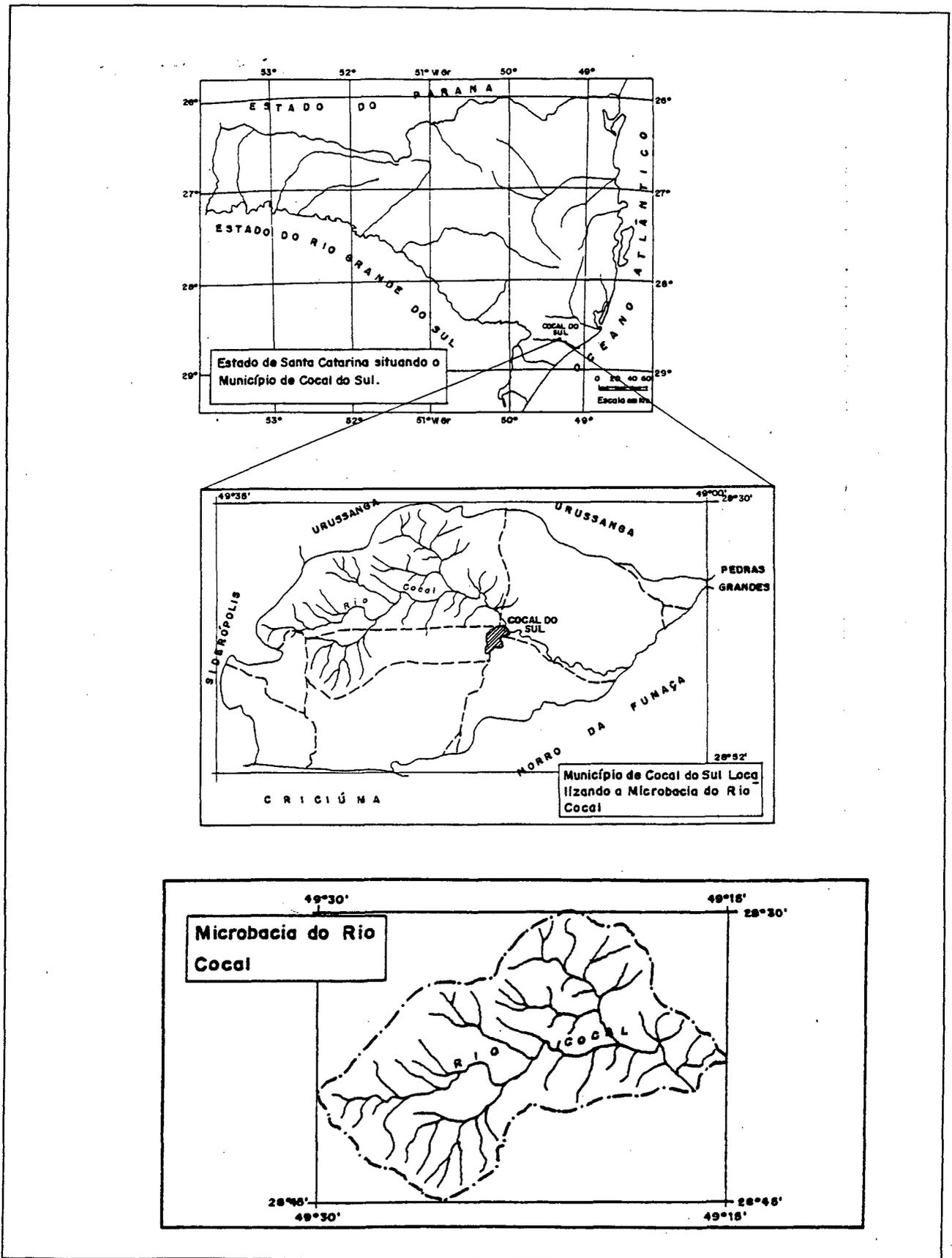


Figura 02 - Mapa da localização da microbacia Hidrográfica do Rio Cocal no Município de Cocal do Sul, municípios confrontantes, e Localização do Município de Cocal do Sul no Estado de Santa Catarina.

5.2 HISTÓRICO

Em 1805, fundou-se a comunidade Rio Cocal, pertencente ao núcleo Accioly de Vasconcelo, porém não se tem elementos para precisar dados anteriores.

Antes de formado o núcleo Accioly de Vasconcelos, os primeiros habitantes vinham e instalavam-se à beira de um rio que depois denominaram de Rio Cocal, porque existia muitos coqueiros a beira do mesmo. Esquecido com o passar do tempo o “Rio”, ficando apenas Cocal.

Finalmente Cocal do Sul, porque tornou-se município e no Norte do País, em Piauí, há outro município com o nome de Cocal.

Resumindo: antes de 1805 - Rio Cocal

1906 a 1904 - Núcleo Accioly de Vasconcelos

1905 a 1991 - Distrito de Cocal

1992 até hoje - Cocal do Sul

O município de COCAL DO SUL foi criado pela Lei Municipal 8.352 de 26/09/91 publicada no Diário Oficial 14.293 de 04/10/91. Anterior a esta data Cocal do Sul fazia parte do município de Urussanga.

A população de Cocal do sul é formada em sua maioria por Italianos e em menor percentagem por Poloneses e Alemães. A expansão é bastante acentuada por não possuir controle da natalidade.

De acordo com o censo realizado em 1993, Cocal do Sul possui 12.092 habitantes. Foi através do desenvolvimento industrial que o município, com aproximadamente 12.000 habitantes, espalhados por 22 localidades, lutou por sua emancipação.

5.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Conforme Atlas de Santa Catarina (1987), Cocal do Sul pertence a Região Carbonífera. Para efeito de planejamento estadual, este município integra a Associação dos Municípios da Região Carbonífera de Santa Catarina.

Sob o ponto de vista geológico, Cocal do Sul está incluído na bacia carbonífera, que é composta por litologia pertencente a Formação Rio Bonito e Palermo, do Grupo Tubarão, do período

Permiano. São rochas formadas a mais de três milhões de anos, que intercalam-se siltitos, cinzas, arenitos finos, folhelos e camadas de carvão.

O clima do município classifica-se segundo KOPPEN, como mesotérmico úmido, com precipitações distribuídas pelo ano todo. Apresenta bons índices de excedentes hídricos e deficiências hídricas quase nulas. A precipitação total anual está entre 1.200 a 1.300 mm.

A temperatura média anual é de 19.2°C e a umidade média do ar é acima de 80% durante todo ano. Janeiro e julho são os meses mais quente e frio respectivamente, com formação de geadas durante o inverno.

A hidrografia do município de Cocal do Sul, é constituída pelo Rio Cocal, Rio Galo e Rio Tigre.

A vegetação primária da região foi classificada como Floresta Tropical Atlântica, formada caracteristicamente por árvores grandes de até 50m de altura, entremeada de árvores menores, arbusto e vegetação herbácea. Esta vegetação praticamente desapareceu devido ao desmatamento.

Atualmente predomina uma vegetação composta de capoeiras, descampados e reflorestamentos de eucaliptos.

5.4 CARACTERÍSTICAS SÓCIO ECONÔMICAS

A maior indústria de Cocal do Sul é a industria de azulejos “ELIANE” razão de parte expressiva do desenvolvimento de Cocal do Sul. Esta tem propiciado vários empregos para a comunidade e comunidades vizinhas. A produção é comercializada dentro e fora do país.

Possui ainda outras micro empresas como serrarias, olarias, confecções, pré -moldados, fabricação de móveis.

O Comércio de Cocal do Sul é bem diversificado com: sapatarias, confecções em geral, aviamentos, agro-pecuárias, materiais de construção, livrarias, farmácias, padarias, lanchonetes, sorveterias, restaurantes, açougues, etc.

Na área rural destacam-se as culturas de milho, arroz, feijão, trigo, mandioca, batata inglesa, amendoim, uva, pêssego, laranja, goiaba, maracujá, banana, etc.

6. MATERIAIS E METODOLOGIA

6.1 MATERIAL UTILIZADO

As análises foram desenvolvidas com o seguinte material:

- a) Cartas do IBGE, do Mapeamento Sistemático Nacional, escala 1:50.000, folhas de Criciúma, Jaguaruna, executadas a partir da cobertura aerofotogramétrica de 1965, reambulada em 1971 e editadas em 1976.
- b) Croqui do município de Cocal do Sul, elaborado pela SEPLAN.
- c) Fotografias aéreas na escala nominal 1:18.000, do ano de 1992.
- d) Restituição aerofotogramétrica da rede de drenagem, rede viária e planialtimetria, executada pela Engenharia de Aerolevantamentos S.A. - AERODATA, Curitiba, a partir do vôo de 1992, na escala 1:18.000.
- e) Imagens LANDSAT na escala 1:50.000 em papel e em meio digital, composição das bandas 3, 4, 5, do ano de 1993.

6.2 EQUIPAMENTO UTILIZADO

- a) Estereoscópio de espelho, para a análise visual do uso atual da terra e delimitação da área da microbacia;
- b) Lentes de aumento, para a análise visual das aerofotos;
- c) Grafite colorido, caneta de desenho, papel de base estável;
- d) Máquina fotográfica, 35mm., Filme
- e) Planímetro, para cálculo da área da microbacia;
- f) Curvímetro, para medir a extensão dos rios e o perímetro da microbacia hidrográfica;
- g) Micro-computador 386, Vídeo SUPER VGA, Impressora.

6.3 METODOLOGIA

A metodologia proposta compreende as seguintes fases:

a) Levantamento bibliográfico e aquisição de materiais:

O levantamento de bibliografias foi realizado junto a bibliotecas de universidades públicas e particulares, acervos particulares e órgãos públicos.

Os materiais envolvidos na seguinte pesquisa foram adquiridos junto ao IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (cartas topográficas), SEPLAN - Secretaria de Planejamento (croquis e área do município), Prefeitura Municipal de Cocal do Sul, SEMAE - Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto, CELESC - Companhia de Energia Elétrica de Santa Catarina, EPAGRI - Empresa de Pesquisa agro-pecuária de Santa Catarina, FATMA - Fundação do Meio Ambiente, ELETROSUL - Central Elétricas do Sul do Brasil, entre outros.

Compreende a primeira etapa do trabalho, conhecer a área através da bibliografia e material disponível como cartas topográficas, fotos aéreas ou convencionais, relatórios para descobrir os problemas e possíveis soluções.

Os dados referentes a legislação foram adquiridos junto a bibliotecas através da Legislação Brasileira, Código Florestal, Código das Águas, CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, Código da Mineração e Dissertações na Área.

b) Reconhecimento da área:

O primeiro trabalho de campo, foi realizado juntamente com uma equipe de técnicos, que fazem parte do projeto global de pesquisa para a implantação do Cadastro Técnico Multifinalitário em Santa Catarina.

Nesta etapa percorreu-se toda a área da microbacia que apresenta uma rede viária bem integrada e de boa qualidade, totalmente trafegável com carro de passeio. Como já tinha sido elaborada uma análise das fotografias aéreas e das cartas topográficas, serviu também para uma checagem de alguns pontos que não foram identificados nas fotos. Nesta etapa foram fotografados alguns pontos relevantes para a pesquisa como área de mineração subterrânea, mina abandonada, área de extração de argila, pocilgas da Agroeliane Caeté, estação de captação e tratamento de água, Rio Cocal, entre outras.

c) **Elaboração da base cartográfica:**

A base cartográfica utilizada foi compilada da restituição aerofotogramétrica constituindo-se da rede de drenagem, viária e planialtimetria elaborada pela Aerodata Aerolevantamentos SA.

d) **Análise e interpretação visual das fotografias aéreas:**

Na fotointerpretação foi analisado o uso do solo e possíveis usos da água. Foram identificados os pontos de poluição que podem estar interferindo na qualidade dos recursos hídricos, como a área da microbacia já era conhecida facilitou o trabalho de interpretação.

e) **Elaboração dos mapas temáticos:**

Para elaborar os mapas temáticos a base cartográfica foi compilada da restituição na escala 1:18.000, o que facilitou o trabalho por ser a mesma escala das fotografias, os temas analisados foram as fontes potenciais de poluição dos recursos hídricos da microbacia que interferem na qualidade dos recursos hídricos, ordem dos rios.

f) **Interpretação e análise dos mapas de declividade, localização das fontes potenciais de poluição, classificação da ordem dos rios e localização dos cultivos que utilizam maior quantidade de agrotóxicos, rede de drenagem, rede viária.** Com a execução desta etapa foi feita a análise dos dados deste trabalho.

g) **Reambulação:**

Nesta etapa foram identificados os pontos que não tinham sido reconhecidos nas fotografias aéreas, como a mina de exploração de carvão subterrâneo, a extração de argila que é posterior ao vôo, bem como a mina abandonada, além de confirmar os elementos que já tinham sido identificados nas fotos e a toponímia.

h) **Entrevistas:**

Foram feitas entrevistas com lideranças locais, técnicos de órgãos públicos e habitantes da comunidade local.

O principal objetivo desta fase foi buscar dados junto a comunidade o que não constava em bibliografias. Por ser um município novo emancipado em 1991, existe uma carência muito grande de dados, como por exemplo, relacionados aos recursos hídricos da região, abastecimento de água para o centro urbano.

Os dados fornecidos pelos técnicos referem-se aos principais usos da água na microbacia, a disponibilidade dos recursos hídricos como consumo diário, mensal, vazão do rio Cocal, população abastecida, demanda atual, volume médio diário de consumo, população abastecida.

i) Análises finais e conclusões;

j) Redação do documento final.

6.3. 1 Banco de dados da Microbacia do Rio Cocal/SC

6.3.1.1 Fotointerpretação

Com a disponibilidade das cartas topográficas, folhas Jaguaruna e Criciúma, na escala 1:50.000 foi possível delimitar a área da microbacia do Rio Cocal, na folha de Criciúma SH-22XBIV-1, vôo de 1965, reambulação de 1971 e edição de 1976.

A partir das fotografias da área com escala aproximada 1:18.000 do ano de 1992, foi montado um mosaico que permitiu a identificação e delimitação da área da microbacia.

Posteriormente foi realizado o trabalho de restituição aerofotogramétrica pela empresa Aerodata Aerolevantamentos S.A, onde foram restituídos a rede de drenagem, rede viária e planialtimetria da área da microbacia na escala 1:18.000.

Utilizou-se como base cartográfica a restituição na escala 1: 18 000 sendo que as fotos possuem escala nominal 1:18.000, para a elaboração dos mapas temáticos.

Para tornar possível a elaboração dos mapas temáticos, foi feito um trabalho de revisão de literatura sobre a área, trabalhos de campo para o reconhecimento da área e reambulação.

6.3.1.2 Características Físicas

As características físicas como, a área da microbacia, comprimento do rio principal, perímetro, forma, padrão de drenagem, ordem dos cursos da água, densidade de drenagem, densidade de afluência, declividade, hipsometria e retângulo equivalente, analisadas neste trabalho foram extraídas através de fotointerpretação, do mapa base, das fotografias aéreas e das cartas Topográficas, bem como do apoio de campo.

O objetivo da escolha destas características físicas, é permitir uma análise da distribuição física espacial da rede de drenagem e o grau de desenvolvimento da mesma dentro da área da microbacia e ocorrência, bem como permitir a análise do relevo da microbacia onde ocorrem as

maiores altitudes e avaliar quanto representa em área cada elemento dentro da microbacia do Rio Cocal.

a) Área da Microbacia

A determinação da área foi feita com auxílio do planímetro. Foram feitas três leituras e a média destas leituras, foi introduzida na formula (01), sugerida por VILELLA e MATOS (1978):

$$A = \frac{L \times k \times E^2}{1 \times 10^{10}} \quad (01)$$

onde:

A = área da bacia, em Km²

E = escala da carta

L = média das leituras

k = Coeficiente que varia em função do comprimento do braço do planímetro.

Para facilitar o manuseio do planímetro, a microbacia hidrográfica foi dividida em nove partes conforme Figura (03).

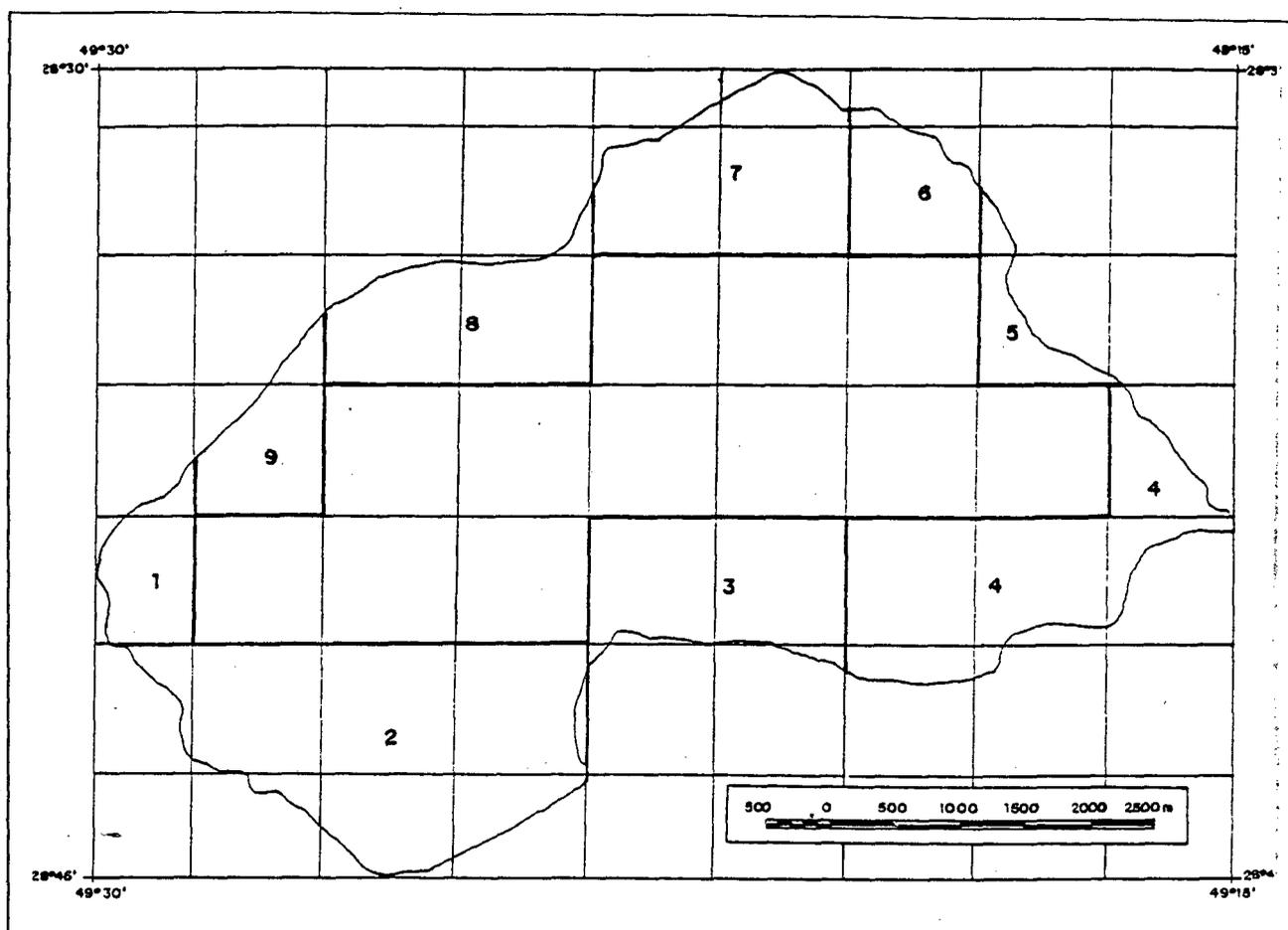


Figura 03 - Mapa da divisão da área da microbacia hidrográfica do Rio Cocal, para facilitar o cálculo de área.

Aplicando a fórmula:

O Coeficiente 0.1 é utilizado para planímetro com comprimento de braço igual a 3,4.

Escala igual a 1:18.000.

Somatório das áreas igual a :

$$A = L \times 0.1 \times (18:000)^2$$

$$1 \times 10^{10}$$

Sendo que somado com mais 12 quadriculas 1 Km x 1 Km, obtem-se a área da microbacia.

b) Comprimento do Rio Principal e Perímetro da Microbacia.

Ambas as medidas a de comprimento do rio principal e perímetro da microbacia foram obtidas com o auxílio do curvímetro, foi efetuada três leituras sendo considerada a média destas leituras.

c) Forma da Bacia

Existem dois coeficientes segundo VILELLA e MATOS (1978), que podem definir aproximadamente a forma da microbacia.

1) Coeficiente de compacidade (K_c), este coeficiente relaciona o perímetro da microbacia a um círculo de área igual a da microbacia, conforme a formula (02).

$$K_c = 0,28 \times P/\sqrt{A} \quad (02)$$

onde:

K_c - coeficiente de compacidade;

P - perímetro da microbacia (km);

A - área de drenagem da microbacia (km²).

2) Coeficiente de Forma (K_f), relaciona a área da microbacia com a área de um quadrado, ou seja, é a relação entre a largura média e o comprimento axial da microbacia, conforme a formula (03).

$$K_f = \frac{M}{l} = \frac{A}{l^2} \quad (03)$$

onde:

M = largura média da microbacia em Km

l = comprimento do rio principal em Km

A = área da microbacia em km²

d) Padrão da Rede de Drenagem

A Classificação do padrão da rede de drenagem foi obtida através de análise visual, comparando com a classificação proposta por CRISTOFOLETTI (1980), conforme figura (01). Foi considerado o rio principal e seus tributários, desde a nascente até a foz de cada rio.

e) Ordem dos Cursos de Água

Considerou-se todos os canais sem tributários como de primeira ordem, mesmo que sejam nascentes dos rios principais e afluentes, os canais de segunda ordem são os que se originam da confluência de dois canais de primeira ordem; os canais de terceira ordem originam-se da

confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e primeira ordens sucessivamente, um canal de ordem u é formado pela união de dois canais de ordem $u-1$, podendo receber afluência de canais com qualquer ordem inferior. Esta classificação é proposta por STRAHLER, sendo que a ordem dos cursos de água define a ordem da microbacia.

f) Densidade de Drenagem

A Densidade de drenagem foi obtida através da equação proposta por ROCHA (1991), que relaciona o comprimento total dos rios pertencentes a microbacia hidrográfica, que foi determinada com o auxílio de curvímeter, pela sua respectiva área, a qual é expressa pela fórmula (04):

$$Dd = \Sigma Li / A \quad (04)$$

onde:

Dd - densidade de drenagem (km/km²)

ΣLi - somatório em km de todos os comprimentos de canais da microbacia hidrográfica

A - área da microbacia hidrográfica (km²)

g) Densidade de Afluência

É expressa pela relação entre o número de afluições da microbacia hidrográfica e sua área, sugerida por ROCHA (1991), conforme fórmula (05).

$$Da = \frac{n^{\circ} \text{ de afluições}}{A} = \quad (05)$$

6.3.1.2.1 Características do Relevo da Microbacia Hidrográfica do Rio Cocai

a) Declividade da Microbacia

O cálculo da declividade foi elaborado com o auxílio do planímetro e curvímeter sobre a base cartográfica do anexo (01), este cálculo foi sugerido por VILELLA e MATOS (1978).

Declividade total é a relação entre a variação da (ΔH) altitude da microbacia em (m), e o (L) comprimento da bacia em Km, conforme fórmula (06).

$$DT = \frac{\Delta H}{L} \quad (06)$$

onde:

ΔH = Diferença da altitude máxima e a mínima

L = Comprimento da microbacia em Km

b) Hipsometria.

Hipsometria é o estudo das medidas altimétricas da microbacia, sugerida por GARCEZ e ALVAREZ (1988).

Altitude Média calculada através da formula (07):

$$H_m = \frac{\sum(e \times a)}{A} \quad (07)$$

onde:

e = elevação média entre duas curvas de nível consecutivas, valores em metros

a = área entre as curvas de nível em km^2

A = área total da microbacia em km^2

c) Retângulo Equivalente

Para a elaboração de um retângulo equivalente segundo VELELLA e MATOS (1978), deve-se construir um retângulo com área igual a da microbacia, tal que o lado menor seja " l " e o lado maior " L ". Situam-se então as curvas de nível paralelas a " l ", respeitando-se a hipsometria natural da microbacia.

Para cálculo dos lados utilizou-se formula (08):

$$A = L \times l =$$

$$P = 2 \times (L + l) =$$

$$K_c = 0,28 \times \frac{P}{\sqrt{A}} =$$

$$K_c = 1,24 \quad \frac{L}{\sqrt{A}} = 1,6 \quad (08)$$

onde:

A = área da microbacia hidrográfica

P = perímetro da microbacia hidrográfica

Kc = Coeficiente de compacidade

6.3.2 Características Hidrometeorológicas

Os dados para a análise das características hidrometeorológicas foram obtidas através da Companhia de Energia Elétrica de Santa Catarina - CELESC, basta fornecer os dados do centróide da microbacia hidrográfica como a latitude, longitude, altitude (m), área de drenagem (km²), declividade média da bacia (m/km), para se obter o Relatório de Regionalização de Vazões de Pequenas Bacias Hidrográficas.

Este relatório é obtido através do CEHPR - Programa computacional desenvolvido pelo Centro de Hidráulica e Hidrologia Professor Parigot de Souza da Universidade Federal do Paraná, chamado Projeto HG 68.

O programa faz uma estimativa baseada nos dados pluviométricos e fluviométricos da rede de pontos do Departamento Nacional de Água e Energia Elétrica - DNAEE da região, estes pontos estão localizados em número de onze na bacia hidrográfica do rio Tubarão que está localizada ao norte da microbacia do Rio Cocal, e seis na bacia hidrográfica do rio Araranguá que fica ao sul da área de estudo.

Os dados considerados para a análise dos Parâmetros Meteorológicos do centróide da microbacia hidrográfica do Rio Cocal, foram:

- a) insolação média anual (h);
- b) umidade relativa do ar média (%);
- c) temperatura média (°C);
- d) temperatura média de janeiro;
- e) temperatura média de julho.

Das Características Pluviométricas considerou-se:

- a) precipitação média anual (mm);
- b) coeficiente de variação da precipitação média anual;
- c) precipitação média de máximas anuais com 1 dia de duração (mm);
- d) vazão média de longo período (100 anos);
- e) variância da vazão mínima média uniforme;
- f) média das vazões máximas anuais.

6.3.3 Análise do Uso Atual e Potencial dos Recursos Hídricos da Microbacia do Rio Cocal/SC

Através das fotografias aéreas e visitas ao Serviço Autônomo de Água e Esgoto - SAMAE - determinou-se os principais usos dos recursos hídricos na microbacia hidrográfica do Rio Cocal/SC. Foram considerados os seguintes usos.

- a) Abastecimento doméstico que envolve a utilizações da água para serviços como limpeza, cozimento, irrigação de jardins, dessedentação de animais domésticos.
- b) Abastecimento para produção industrial e agrícola.

Após determinado os principais usos da água, foi feito um levantamento da disponibilidade superficial do recursos hídricos na microbacia.

Através de contatos com o SAMAE de Cocal do Sul, foram obtidos dados referentes a vazão, consumo diário, mensal, população abastecida, a demanda atual de água para o abastecimento da cidade de Cocal do Sul. A quantidade de água necessária para o atendimento do consumo humano também pode ser calculada segundo LEME (1985), através da expressão.

$$V_o = P_o \times q_o$$

onde :

V_o = volume médio diário de consumo

P_o = população da área abastecida

q_o = quota média percapta, segundo mesmo autor é de 200 a 250 l/pessoa, na área urbana.

7. ANÁLISE DOS RESULTADOS

7.1 CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO - CTM.

No caso de Cocal do Sul município emancipado no ano de 1991, existe uma carência muito grande de dados, tanto numéricos como gráficos. A base cartográfica disponível para a área de estudo refere-se as cartas topográficas do IBGE, na escala 1:50.000, o que tornaria inviável qualquer planejamento a nível de propriedade.

O grande problema para a gestão municipal é a falta de dados sobre o município, o que seria suprida com a implantação do CTM, sendo que a escala recomendada para a área rural é de aproximadamente 1:10.000, para análises a nível de propriedade.

A restituição aerofotogramétrica utilizada para este trabalho, constitui um importante banco de dados físicos espaciais atualizado da microbacia do Rio Cocal, sendo possível análises referentes a planialtimetria, rede de drenagem e rede viária, as fontes potenciais de poluição dos recursos hídricos, que são níveis de informações que constam do cadastro técnico multifinalitário (CTM). A restituição aerofotogramétrica também possibilitou a elaboração de mapas na escala favorável ao estudo hidrológico da microbacia do Rio Cocal.

7.2 OCUPAÇÃO DO ESPAÇO

A forma como foi ocupado o território catarinense e a cultura de seus colonizadores, ajudam a explicar a situação atual dos recursos naturais no tocante a atividade agrícola e as consequências econômicas, ecológicas e sociais da ocupação e uso irracional do espaço rural.

Muitos alemães, italianos, poloneses, ucranianos, por afinidade climática aportaram no Sul do Estado, ocuparam áreas cobertas por florestas porque possuíam fertilidade natural, aéreas onde predomina a topografia acidentada e solos rasos de reconhecida fragilidade ecológica quando utilizadas para cultivos anuais, que implicam em movimento do solo.

A estrutura fundiária na microbacia do Rio Cocal apresenta-se na forma xadrez, as propriedades na sua maioria apresentam-se com frentes estreitas e compridas em termos longitudinais. A companhia colonizadora Metropolitana não considerou as características físicas da região, o que ocasionou problemas nas propriedades dificultando o manejo e conseqüentemente a produtividade das mesmas. A maioria das propriedades não puderam fugir do modo de produção com elevado teor de subsistência, devido as escassas alternativas de articulação com o mercado consumidor.

Os agricultores do local enfrentam sérios problemas como falta de apoio técnico e financeiro, o que faz com que a renda seja incerta e há uma fuga para as atividades da mineração e cerâmica a procura de uma renda mensal mais elevada e fixa.

Outro fator que contribui para que a atividade primária seja relegada a um plano inferior, são os minifúndios, grande parte dos jovens ao se casar não conseguem estabelecer-se nas terras dos pais por falta de espaço, por isso da procura de emprego em outros setores como nas cerâmicas da região ou a mineração.

A ocupação do espaço na microbacia ocorreu e vem sendo realizada de forma aleatória com atividades de mineração, criação de porcos, extração de argila, culturas de arroz irrigado e citros, grande quantidades de latrinas jogando seus resíduos a montante do ponto de captação de água para o abastecimento urbano de Cocal do Sul, não havendo nenhuma preocupação com a preservação do recurso hídrico.

O uso de fossas ou lançamento de esgoto no rio se dá geralmente em função da proximidade do morador e do curso de água: aquele que reside junto ao rio lança nele o esgoto e o que mora afastado prefere a fossa séptica, pela única razão de não fazer maiores gastos com encanamentos.

A falta de preocupação com a preservação dos mananciais de água na principal microbacia hidrográfica do município, acabará tendo um preço muito elevado pois, a perda destas águas obrigará o poder público traze-las de outras bacias, exigindo para isto investimentos em bombeamentos, armazenamento, etc. e este custo será repassado para o consumidor.

7.3 SENSORIAMENTO REMOTO

Através da fotointerpretação identificou-se as fontes poluidoras que interferem na qualidade dos recursos hídricos da microbacia hidrográfica do Rio Cocal.

As imagens de satélite apesar de serem analisadas, por não apresentar resolução espacial, não permitiram detalhamento e precisão suficiente que a pesquisa exigia, resolveu-se não apresentar os resultados obtidos. Por ser uma região onde predomina pequenas propriedades, relevo ondulado, plantio diversificado e sistema de produção consorciado, tornou-se impossível fazer a discriminação dos diferentes tipos de usos da terra através das imagens orbitais disponíveis.

A utilização de fotografias aéreas permitiu o levantamento do uso do solo através dos elementos de reconhecimento, forma, tamanho, sombra, tonalidade, padrão, textura, localização e relação entre objetos adjacentes.

A escala 1:18.000 das fotografias aéreas permitiu a identificação das seguintes classes de uso do solo: área urbana ao nível de arruamentos, reflorestamento, mata nativa, pastagem, solo exposto, cultura anual, pocilgas para a criação de porcos.

A área urbanizada foi facilmente identificada pois é caracterizada por suas formas regulares, e os tons claros representando solo exposto, arruamentos e edifícios, enquanto os tons escuros corresponde a vegetação.

As áreas classificadas como reflorestamentos, foram de fácil identificação, apresentando-se em tons de cinza escuro, textura aveludada e geralmente limites regulares.

As lavouras com cultivo de citros e arroz foram identificadas pela sua disposição uniforme, normalmente cultivados em curvas de nível.

As pastagens foram facilmente identificadas pelo formato irregular, com tonalidade predominante cinza médio e textura lisa.

As culturas de banana foram identificadas pela rugosidade, formato irregular e por ocuparem as áreas mais acidentadas.

Houve dificuldade para identificar a área de mineração subterrânea, através das fotografias aéreas tornando-se necessária a verificação em campo.

As pocilgas foram facilmente identificadas pela presença de pavilhões e tanques de decantação para os resíduos sólidos.

A área de extração de argila não foi identificada nas fotos, por ser posterior ao vôo de 1992.

7.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA MICROBACIA DO RIO COCAL/SC

As características físicas como a área da microbacia, comprimento do rio principal, perímetro, forma, padrão de drenagem, ordem dos cursos da água, densidade de drenagem, densidade de afluência, declividade, foram obtidas através da base cartográfica, na escala aproximada de 1:18.000 e da carta Topográfica do IBGE, folha Criciúma na escala 1:50.000, as características físicas são importantes para ajudar na identificação dos parâmetros como a geologia, geomorfologia, tipo de solo.

a) Área da Microbacia do Rio Cocal/SC.

A área da microbacia hidrográfica do Rio Cocal, foi dividida em nove partes, onde as médias das leituras do planímetro foram:

1ª) 278 km	4ª) 749 km	7ª) 991km
2ª) 1.219 km	5ª) 115 km	8ª) 565 km
3ª) 596 km	6ª) 234 km	9ª) 290 km

Aplicando-se a fórmula (01):

Somatório das leituras do planímetro é igual a 5037 km.

$$A = L \times 0,1 \times E^2 = L \times 0,1 \times (18.000)^2 = 5037 \times 3,24 \times 10^3 = 16,32 \text{ km}^2$$

$$1 \times 10^{10} \quad 1 \times 10^{10}$$

Este valor de 16,32 km² somado com mais 12 quadriculas de 1 km x 1 km, é igual a 28,32 Km².

A área encontrada é de aproximadamente 28,32 km², que equivale a 2.832 ha, portanto enquadra-se na classificação proposta por ROCHA (1991) como microbacia hidrográfica por possuir dimensões menores que 20.000 ha. Apesar de possuir uma área relativamente pequena esta microbacia é de grande importância para o município de Cocal do Sul, por conter o manancial hídrico responsável pelo abastecimento urbano e rural, e a preservação deste manancial torna-se indispensável uma vez que os recursos hídricos da região são escassos e poluídos devido a mineração do carvão.

A quantidade de água que atinge os cursos fluviais está na dependência do tamanho da área ocupada pela microbacia hidrográfica, da precipitação total e de seu regime, e das perdas devido a evapotranspiração e à infiltração. A área da microbacia é de 28,32 km², sendo que a área do município de Cocal do Sul corresponde a 81 km², e a área da Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga onde esta microbacia está inserida é de 580 km².

b) Comprimento do Rio Principal e Perímetro da Microbacia.

O comprimento do Rio Principal permite uma análise do potencial do recurso hídrico superficial, possível de ser utilizado.

O comprimento do rio principal e o perímetro da microbacia foram obtidos através do curvímeter, sendo utilizada a média das três leituras que foi:

1º) 11,67 km 2º) 11,69 km 3º) 11,68 km

Comprimento do rio principal: 11,68 Km

Na escala 1: 18 000 - 1.000 m equivalem a 5,9 cm

Então 68,9 cm, na leitura do curvímeter equivale a X (m) na escala

X = 11,68 Km

O Rio Cocal possui um comprimento 11,68 km, e o Rio Urussanga que é o principal rio da bacia hidrográfica tem uma extensão de 63 km, segundo FATMA (1978).

A microbacia hidrográfica do Rio Cocal tem um perímetro de 23,56 km.

c) Forma da Microbacia.

Para o cálculo do coeficiente de compacidade, aplicou-se a fórmula (02):

$$K_c = 0,28 \times P / \sqrt{A} = \frac{0,28 \times 23,56}{\sqrt{28,32 \text{ km}^2}} = 1,24$$

Analisando visualmente, e considerando o valor do coeficiente de compacidade 1,24 a microbacia do Rio Cocal apresenta forma ligeiramente alongada, pois o valor ultrapassa o coeficiente 1,0, portanto se considerarmos somente este parâmetro pode-se afirmar que esta microbacia hidrográfica não é propensa à enchentes.

O Coeficiente de Forma foi obtido através da fórmula (03):

$$K_f = \frac{M}{L} = \frac{A}{L^2} = \frac{28,32 \text{ Km}^2}{(11,68 \text{ km})^2} = 0,208$$

O coeficiente de forma também indica a maior ou menor tendência à enchentes em uma microbacia hidrográfica que nesta corresponde a 0,208 e, quanto mais baixo for o fator de forma tanto menos ela estará sujeita à enchentes.

d) Padrões de Drenagem

O padrão predominante na microbacia do Rio Cocal é o dendrítico, conforme a figura 03 do item 3.3.1.2, este padrão desenvolve-se sobre rochas de resistência uniforme ou de rochas estratificadas horizontais.

A resistência da rocha dificulta a infiltração, conseqüentemente existirá um número maior de córregos e riachos fazendo com que a área apresente drenagem bem desenvolvida.

e) Ordem dos Cursos de Água

Definir a ordem dos canais fluviais é o primeiro passo para a realização da análise morfométrica.

A ordem dos cursos da água nos dá a indicação do grau de desenvolvimento da rede de drenagem, e o tipo de estrutura geológica predominante na área. No caso o Rio Cocal é de 5ª ordem, portanto uma drenagem bem desenvolvida, permitindo concluir que o tipo de solo predominante não oferece resistência à erosão sendo que permitiu o desenvolvimento de uma rede de drenagem bem integrada. Conforme figura (04).

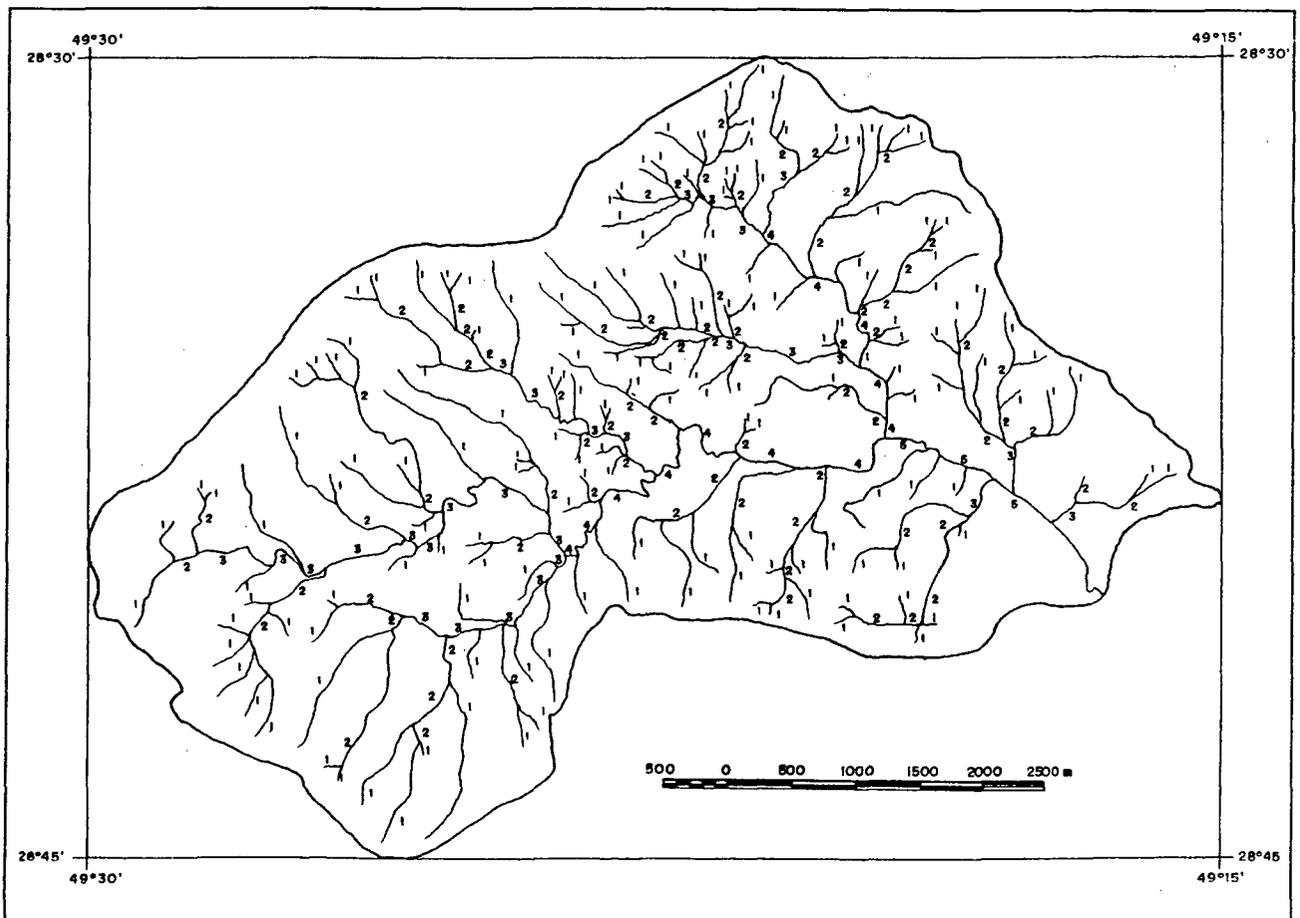


Figura 04 - Mapa da classificação da ordem dos rios da microbacia do Rio Cocal.

f) Densidade de drenagem

Para determinar a densidade de drenagem aplicou-se a fórmula (04):

$$Dd = \frac{\sum Li}{A} = \frac{96,99 \text{ Km}}{29,00 \text{ Km}^2} = 3,33 \text{ Km/Km}^2$$

A densidade de drenagem reflete a topografia, a litologia e os tipos de solo, portanto reflete o comportamento hídrico diante da estrutura das rochas. Aumentando a capacidade de infiltração de determinada área, haverá diminuição do escoamento superficial e na densidade de drenagem, o que reflete na diminuição da declividade das vertentes. Esta diminuição, por sua vez facilita a capacidade de infiltração e diminui a velocidade da água no escoamento superficial. Ao contrário diminuindo a capacidade de infiltração de uma área, haverá aumento do escoamento superficial e da densidade de drenagem, o que caracteriza áreas com maior declividade das vertentes. Este aumento por sua vez, irá dificultar a capacidade de infiltração e aumenta o escoamento superficial.

Apesar da pouca informação a respeito, segundo VILELLA e MATOS (1978), tem-se o indicador que este índice varia de 0,5 km/km² para bacias pobres e 3,5 km/km² para excepcionalmente bem drenadas. No caso da microbacia do Rio Cocal a densidade de drenagem é de aproximadamente 3,33 km/ km² o que indica ser uma áreas excepcionalmente bem drenada.

O cálculo da densidade de drenagem é importante na análise das microbacias hidrográficas porque apresenta relação inversa com o comprimento dos rios. A medida que aumenta o valor numérico da densidade há diminuição quase proporcional do tamanho dos componentes fluviais das bacias de drenagem.

g) Densidade de Afluência

A densidade de Afluência é outro elemento que confirma ser uma região bem drenada, aplicando a fórmula (05) :

$$Da = \frac{n^{\circ} \text{ afluências}}{A} = \frac{156}{28,32} = 5,508 \text{ afluências por km}^2$$

7.4.4.1 Características do Relevo da Microbacia do Rio Cocal

a) Declividade da Microbacia do Rio Cocal

Declividade Total, é a variação de altitude dentro da microbacia, obtida através da formula (06):

$$DT = \frac{\Delta H}{L} = \frac{365 - 55,5}{12,13} = \frac{309,5}{12,13} = 25,51 \text{ m/km}$$

A microbacia do Rio Cocal apresenta uma declividade de 25,51 m/km, a figura (05), mostra o perfil do Rio Cocal.

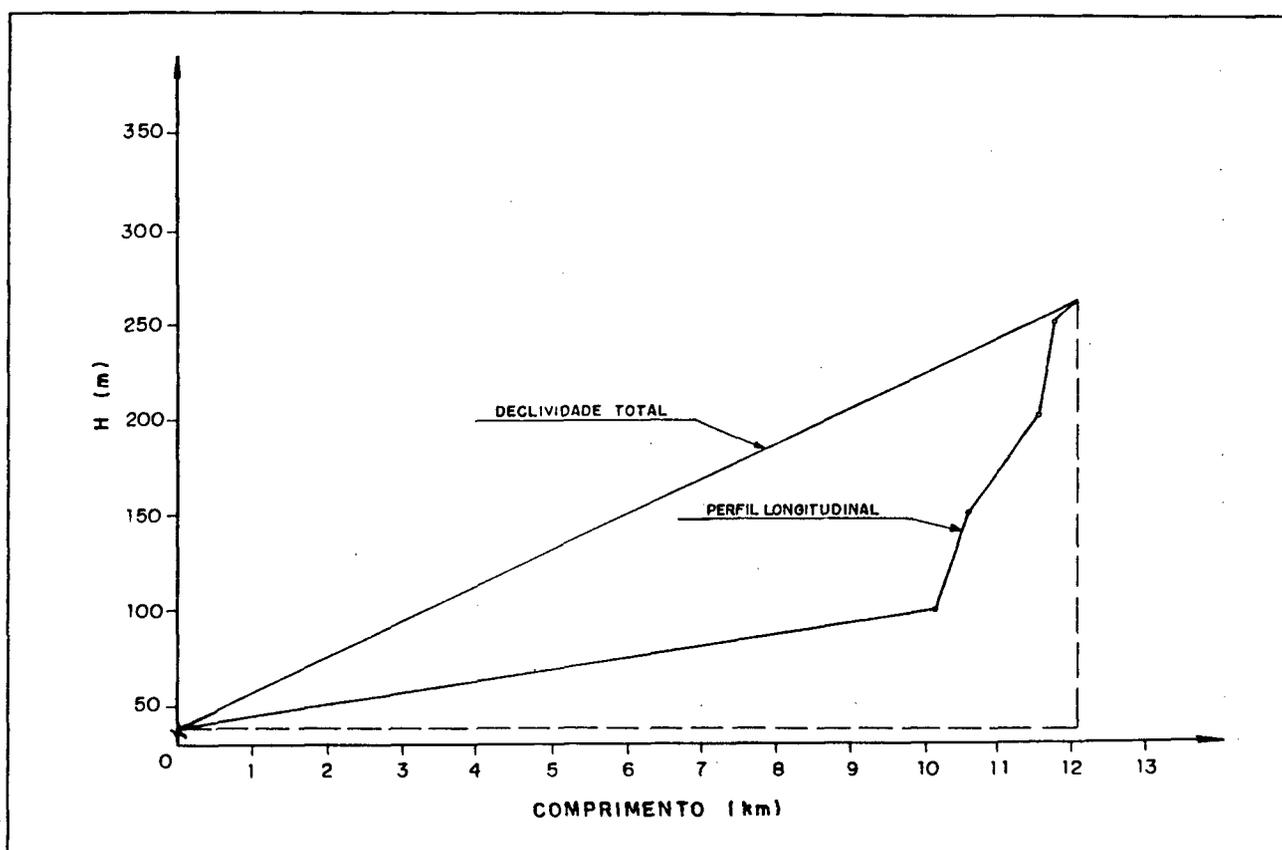


Figura 05 - Perfil longitudinal do Rio Cocal

Analisando o perfil longitudinal do Rio Cocal, observa-se que as maiores declividades estão concentradas entre os 10 e 12 Km de comprimento do rio.

As maiores altitudes estão junto as nascentes do Rio Cocal, a noroeste da microbacia com cerca de 350m, a jusante há uma diminuição do gradiente no sentido a sudeste da microbacia. A figura (06) a seguir, mostra as áreas com cotas acima de 100m, 150 m, 200m, 250m e 300m. As áreas com maiores altitudes próximas ao divisor de águas devem ser preservadas, é nesta área onde encontramos as nascentes do rio.

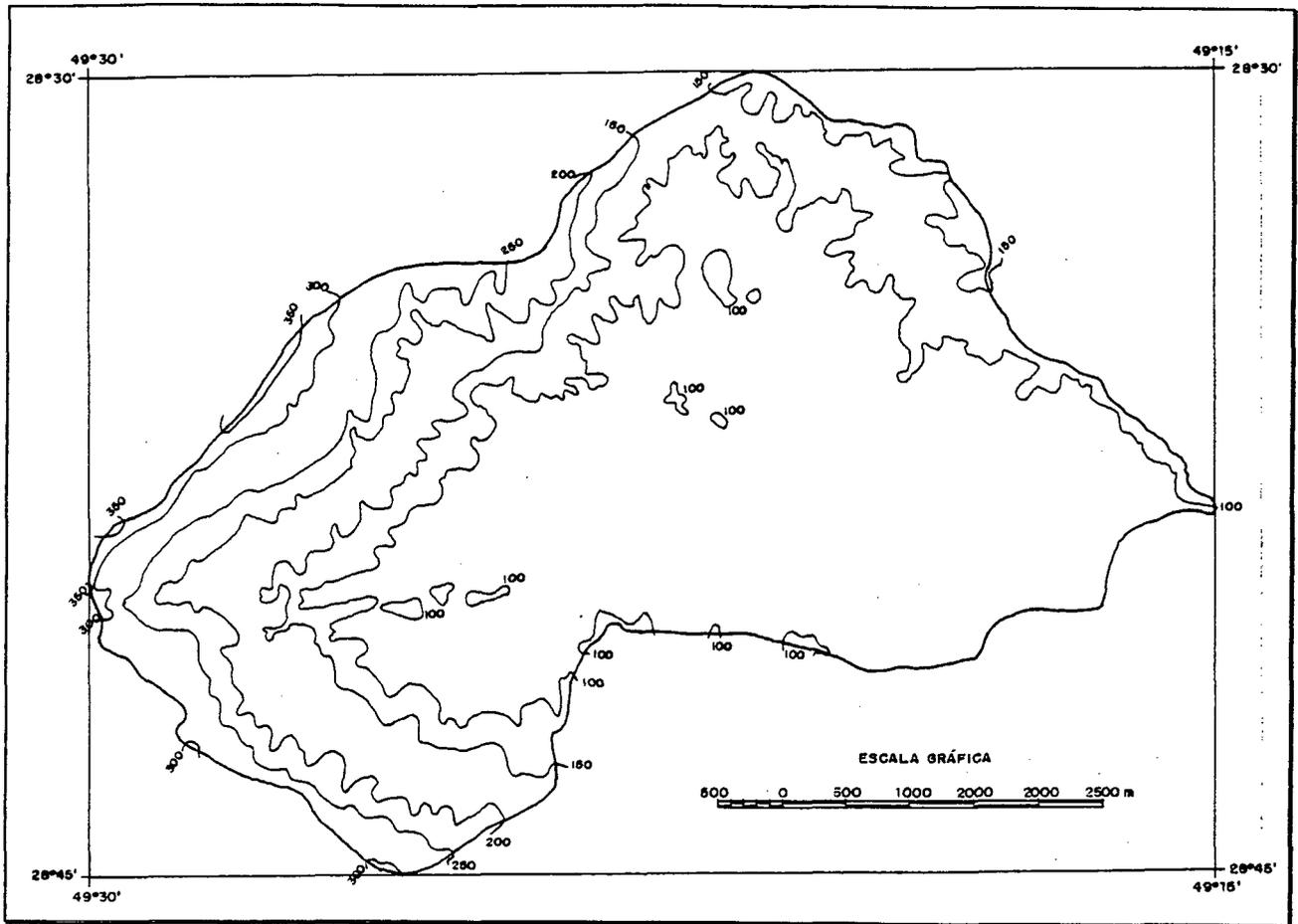


Figura 06 - Mapa planialtimétrico, com intervalos de 50m.

b) Hipsometria

A hipsometria é a representação gráfica do relevo da microbacia do Rio Cocal. Representa a variação da elevação dos terrenos da microbacia em relação ao nível do mar.

No caso da microbacia do Rio Cocal, 54% da área da microbacia apresenta altitudes abaixo de 100m, e apenas 0,14% da área da microbacia encontra-se acima de 350 m de altitude, que é a altitude máxima da microbacia do Rio Cocal. Estas áreas estão representadas na figura (06). Como pode-se observar existem três platôs nas áreas entre 100 a 150, 150 a 200 e de 250 a 300m de altitudes. Nestes platôs as declividades são suaves, nos quais, na maior parte dos solos, o escoamento da água superficial é lento ou médio, e exige práticas simples de conservação do solo.

Tabela da "Curva Hipsométrica"

	1	2	3	4	5
curvas de nível	ponto médio	área/km ²	área acumulada	%	% acumulado
acima - 350	375	0,04	0,04	0,14	0,14
350 - 300	325	0,351	0,351	1,23	1,37
300 - 250	275	2,285	2,675	8,00	9,37
250 - 200	225	1,889	4,575	6,65	16,02
200 - 150	175	3,655	8,230	12,80	28,82
150 - 100	125	4,760	12,990	16,67	45,49
abaixo 100	75	15,569	28,559	54,51	100,00
total		28,559		100,00	

Tabela 01 - curva hipsométrica

A altitude Mediana obtém-se a partir do gráfico, comparando-o com a coluna 05 da Tabela 01, onde 50% é de 114m .

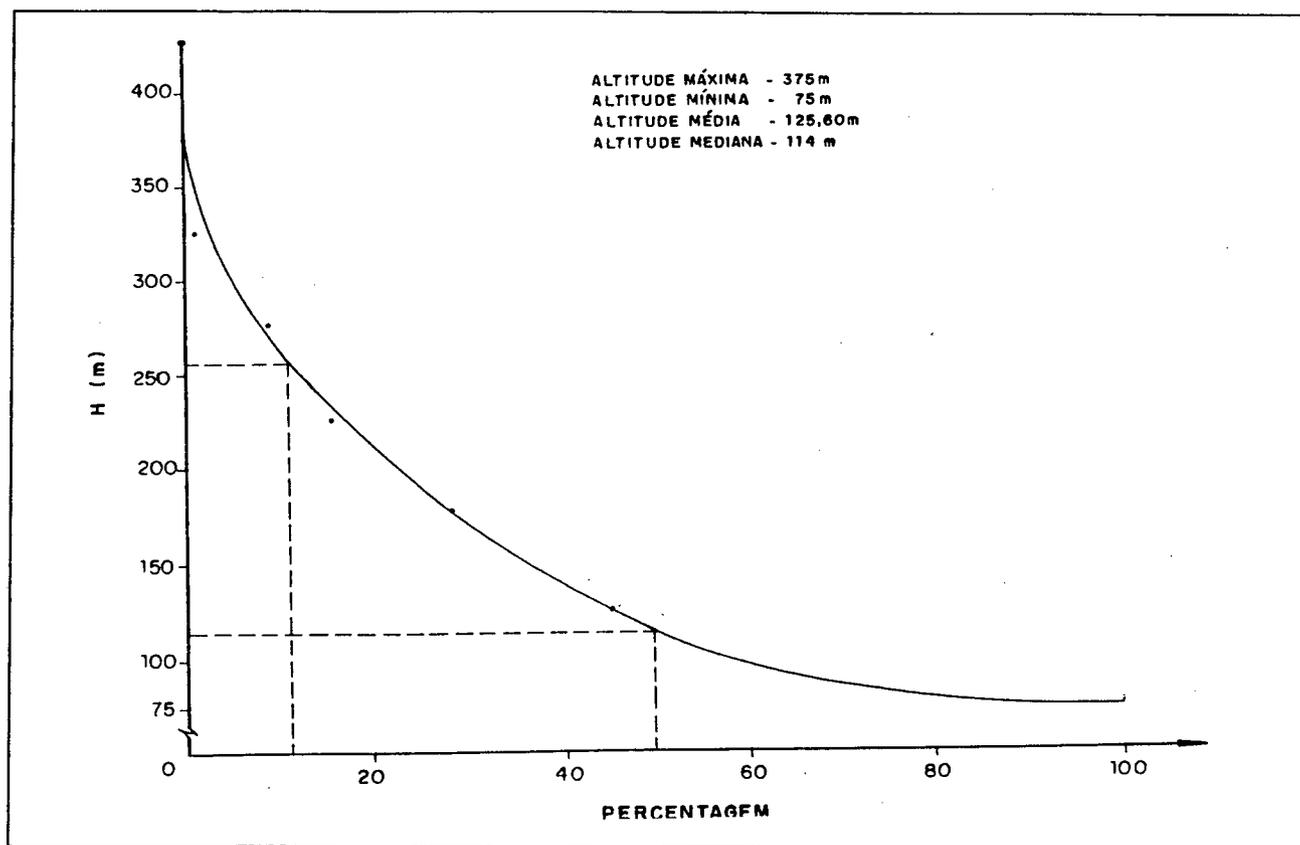


Figura 07 - Altitude mediana da microbacia

A altitude Média é calculada através da formula (08):

$$H_m = \frac{\sum ea (m)}{A} = [(375 \times 0,04) + (325 \times 0,351) + (275 \times 2,285) + (225 \times 1,889) + (175 \times 3,655) + (125 \times 4,760) + (75 \times 15,569)] / 28,559 =$$

$$H_m = \frac{3586,025}{28,32} = 125,60 \text{ m}$$

onde:

e = Ponto médio entre duas curvas de nível consecutivas, valores em metros. Valor da coluna 01 tabela 01.

a = área entre as curvas de nível em km². Valor coluna 2 tabela 01.

A = área total da microbacia em Km²

c) Retângulo Equivalente

O cálculo do retângulo equivalente, foi introduzido por hidrólogos franceses com o intuito de melhor comparar a influência das características da microbacia hidrográfica sobre o escoamento das águas.

$$\text{Para lado maior } L = 1,6 \times \sqrt{A} = 1,6 \times \sqrt{28,32} = 8,51 \text{ km}$$

$$\text{Para lado menor } l = \frac{P}{2} - L$$

$$l = \frac{23,56}{2} - 8,51 = 3,27 \text{ km}$$

Tabela do "Retângulo Equivalente"

Cotas em (m)	Fração de área acumulada /Km ²	Comprimentos acumulados em /Km
acima - 350	0,14	0,01
350 - 300	1,37	0,12
300 - 250	9,37	0,82
250 - 200	16,02	1,40
200 - 150	28,82	2,52
150 - 100	45,49	3,9
abaixo - 100	100	8,73

Tabela 02 - Retângulo equivalente

OBS.: Coluna (2) é igual a coluna (5) da tabela da curva hipsométrica

Coluna (3) é igual a coluna (3) da tabela da curva hipsométrica dividida por 3,27, que é o valor do lado menor.

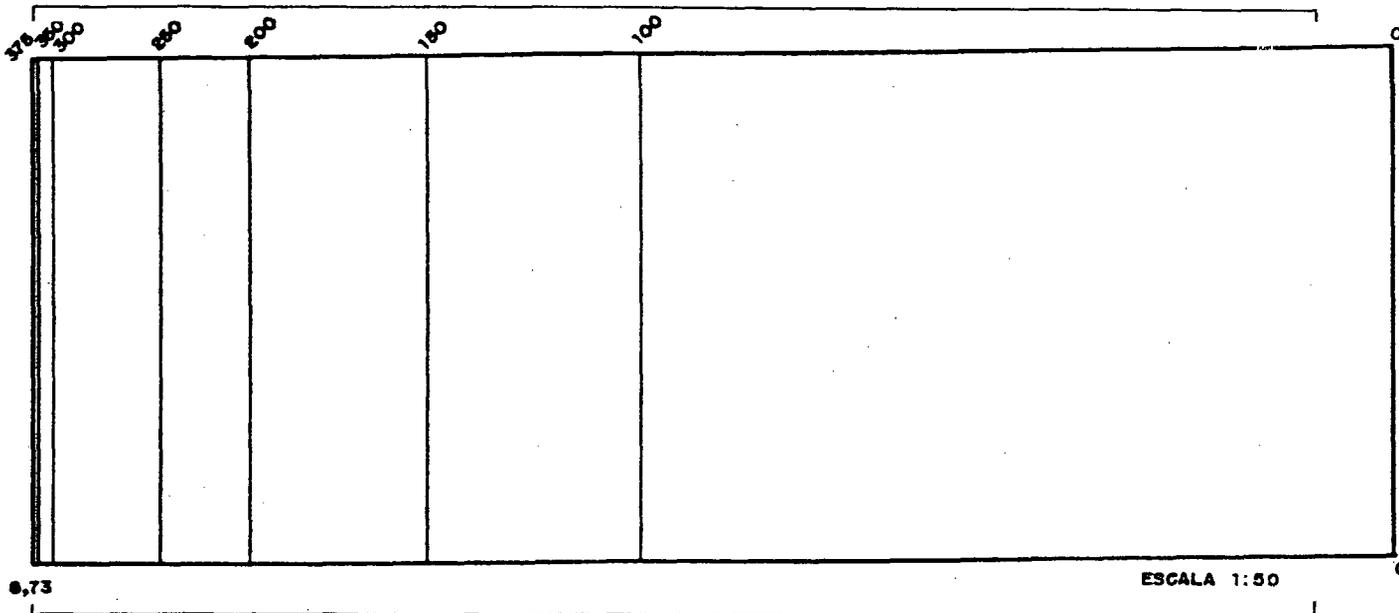


Figura 08 - Retângulo equivalente

Tabela (03) Resumo das Características Físicas da Microbacia do Rio Cocal

Área da Microbacia (A)	28,32 km ²
Coefficiente de Compacidade (Kc)	1,24
Coefficiente de Forma (Kf)	0,208
Ordem da Microbacia	5 ^a ordem
Densidade de Drenagem (Dd)	3,33 Km/Km ²
Densidade de Afluência (Da)	5,508 afluências /Km ²
Extensão do Rio Principal	11,68 Km
Declividade Total da Microbacia (Dt)	25,51 m/Km
Altitude Máxima (m)	375 m
Altitude Mediana (m)	114 m
Altitude Média (m)	125,60 m
Retângulo Equivalente (L)	8,51 Km
(l)	3,27 Km

Tabela 03 - Resumo das características físicas da microbacia hidrográfica do Rio Cocal

Analisando a Tabela (03) que apresenta um resumo das características físicas da microbacia do Rio Cocal, pode-se constatar que a microbacia possui uma área de 28,32 Km², sendo classificada como microbacia, que é considerada a unidade mínima para o planejamento dos recursos hídricos. Esta microbacia apresenta forma aproximadamente alongada, que apesar de bem drenada não apresenta probabilidades de enchentes, considerando os dados que constam na tabela.

A declividade da microbacia do Rio Cocal é de 25,51 m/Km, e a maior parte da área da microbacia do Rio Cocal, cerca de 54%, está abaixo de 100m de altitude. preservadas num raio de 50m, e por apresentarem altas declividades.

7.5 PLANEJAMENTO FÍSICO TERRITORIAL - PFT

O planejamento físico territorial surge com a descoberta da importância dos recursos naturais, no cotidiano das sociedades, este não pode ser formulado a partir de uma leitura estática do ambiente, mas inserida no entendimento do processo de ocupação que norteia ao desenvolvimento e apropriação do território e de seus recursos.

Para executar o planejamento físico territorial é necessário um banco de dados gráficos e descritivos da região em estudo com a geologia, tipo de solo, geomorfologia, hidrologia, estrutura fundiária, rede viária, aspectos sociais e econômicos, elementos estes que devem constar do Cadastro Técnico Multifinalitário. O planejamento só é possível através de um banco de dados atualizado.

As metas e ações desejadas só chegam a ser implementadas se houver viabilidade técnica, econômica e acima de tudo vontade política.

A história da humanidade demonstra claramente que há um grande paralelismo entre o avanço da expansão da exploração dos recursos naturais com o cada vez mais complexo desenvolvimento tecnológico, científico e econômico. A tecnificação e a sofisticação crescente dos padrões sócio-culturais juntamente com o crescimento populacional, cada vez mais interferem no ambiente natural com a necessidade crescente da utilização dos recursos naturais.

Em regiões como o sul do Estado de Santa Catarina, onde a demanda pela terra é muito grande surge cada vez mais a necessidade de planejar o espaço.

Os recursos hídricos passam a ser um elemento muito importante dentro do planejamento físico territorial global, uma vez que sua disponibilidade e qualidade interfere na ocupação do espaço e na qualidade de vida da população.

No município de Cocal do Sul, não existe um planejamento efetivo pela falta de dados atualizados, bem como pela falta de detalhamento destes dados, o que não permite avaliar as peculiaridades efetivas das tendências ocupacionais da área.

7.5.1 Planejamento dos Recursos Hídricos

O planejamento pressupõe um entendimento das características naturais e sócio econômicas da região ou território no qual se vai imprimir as ações pré estabelecidas.

Os recursos hídricos fazem parte das variáveis de caracterização da qualidade de vida de um grupo social, portanto é um recurso que se torna indispensável em qualquer planejamento.

Na microbacia do Rio Cocal a tendência é que haja uma diminuição na quantidade de água disponível, em função do manejo errôneo do solo e do próprio recurso, sendo que a qualidade está comprometida pela grande quantidade de fontes poluidoras existente, os índices de poluição aumentam na medida que diminui a vazão, que ocorre em períodos de estiagem.

A necessidade de planejar os recursos hídricos, passa a ser de importância vital, uma vez que o recurso disponível é limitado para o abastecimento do centro urbano de Cocal do Sul.

A participação do poder público municipal é imprescindível para o êxito dos projetos referentes ao planejamento dos recursos hídricos, promovendo a distribuição de responsabilidades envolvendo as comunidades para que haja um engajamento mais efetivo da população, garantindo o sucesso no desenvolvimento dos mesmos.

Para atingir este nível de participação, o município detem através da Constituição Federal, um instrumento capaz de estabelecer políticas, diretrizes e metas, visando o seu desenvolvimento, denominado Plano Diretor.

O Plano Diretor bem estruturado, deve contemplar critérios para o uso e ocupação do solo; e a disponibilidade hídrica municipal deve ser avaliada através de critérios técnicos. Os técnicos da prefeitura devem avaliar rigorosamente os seguintes itens: a) a projeção da demanda da água para garantir o abastecimento da comunidade, no esforço permanente para a melhoria do bem-estar sócio-econômico; b) o mapeamento dos pontos de lançamento de efluentes com suas características físico-química e biológica; c) o recenseamento dos pontos de captação de água com o respectivo volume; d) os aspectos qualitativos de água; e) e a delimitação das áreas irrigáveis.

Com estas exigências, fica claro de que a participação do poder público municipal é de extrema importância para a implantação de um programa de planejamento e administração dos recursos hídricos, sem o qual qualquer empreendimento neste sentido, tornar-se-á inviável nos dias atuais, principalmente nas bacias hidrográficas, com altos índices de demanda pela terra, como é o caso da microbacia hidrográfica do Rio Cocal.

No caso do município não ter um plano diretor, pois só é obrigado por Lei a elaborar um plano diretor aqueles com mais de 20.000 habitantes, deve-se contratar técnicos para o planejamento dos recursos hídricos.

Um dos aspectos mais importantes a ser considerado no uso, manejo e conservação do solo e da água, é o tipo de atividade que é desenvolvida na propriedade.

Estas práticas vão desde a confecção de terraços, plantio em curva de nível e cobertura do solo, até o reflorestamento nas áreas mais íngremes ou o represamento da água para formação de

pequenos açudes, que poderão servir para a irrigação das lavouras ou criação alternativas de marrecos, peixes e camarões, etc.

Todo o sistema natural de drenagem deve ser considerado como "área crítica", tanto as várzeas sujeitas a inundações como aquelas, que ao serem ocupadas, podem causar deslizamentos ou erosões. A tese básica é dar ao rio o que é do rio, ou seja, evitar ocupações dos leitos. Por exemplo, no Rio Cocal que tem menos de 10m de largura, deve-se preservar a mata ciliar no mínimo 30m em ambos os lados, as nascentes num raio de 50m e evitar a ocupação das encostas com declividade superior a 45°.

No caso da Microbacia do Rio Cocal pode-se observar através da figura (09), que existem algumas atividades como o cultivo de laranjas, extração de areia, criação de porcos confinados e a mineração subterrânea nas áreas com altitudes mais elevadas, próximo ao divisor de águas.

A microbacia do Rio Cocal apresenta uma rede de drenagem bem interligada, por isso o cuidado com as fontes poluidoras, uma vez que a água principalmente em épocas de chuvas espalha os poluentes por grandes distâncias.

As áreas mais propícias para a agricultura são as mais planas, onde o escoamento superficial ou enxurrada (deflúvio) é lento. Como é o caso das áreas situados no mapa com altitudes inferiores a 100m, o declive das encostas é baixo, por isso não oferece nenhuma dificuldade ao uso de máquinas agrícolas, não existe erosão significativa, exceto, possivelmente, em vertentes cujas rampas sejam longas e o solos susceptíveis a erosão.

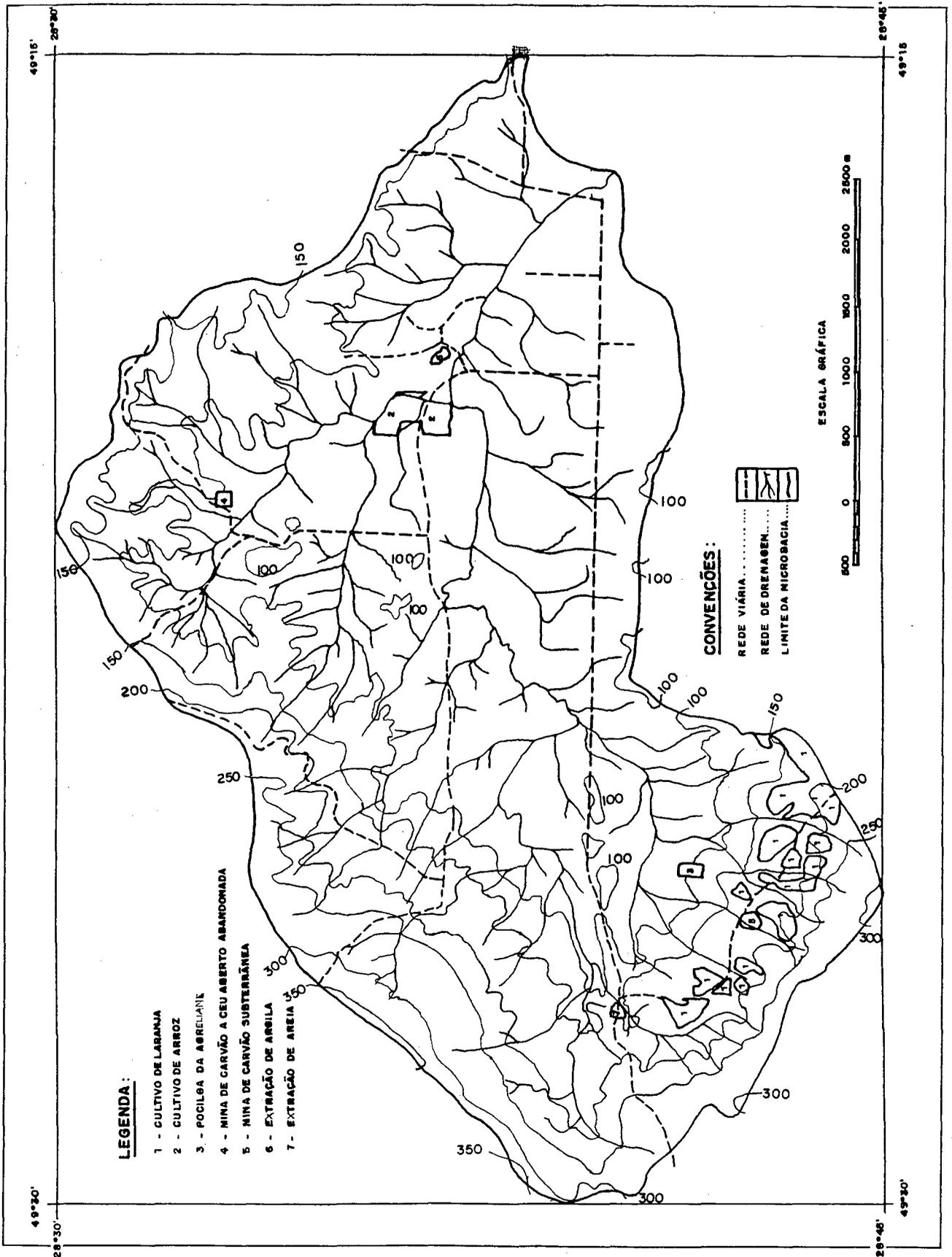


Figura 09 - Mapa das fontes potenciais de poluição que interferem na qualidade e quantidade dos recursos hídricos, localizadas na microbacia hidrográfica do Rio Cocal

A figura (10) mostra a localização aproximada das figuras que aparecem na sequência do trabalho, dentro da microbacia hidrográfica do Rio Cocal

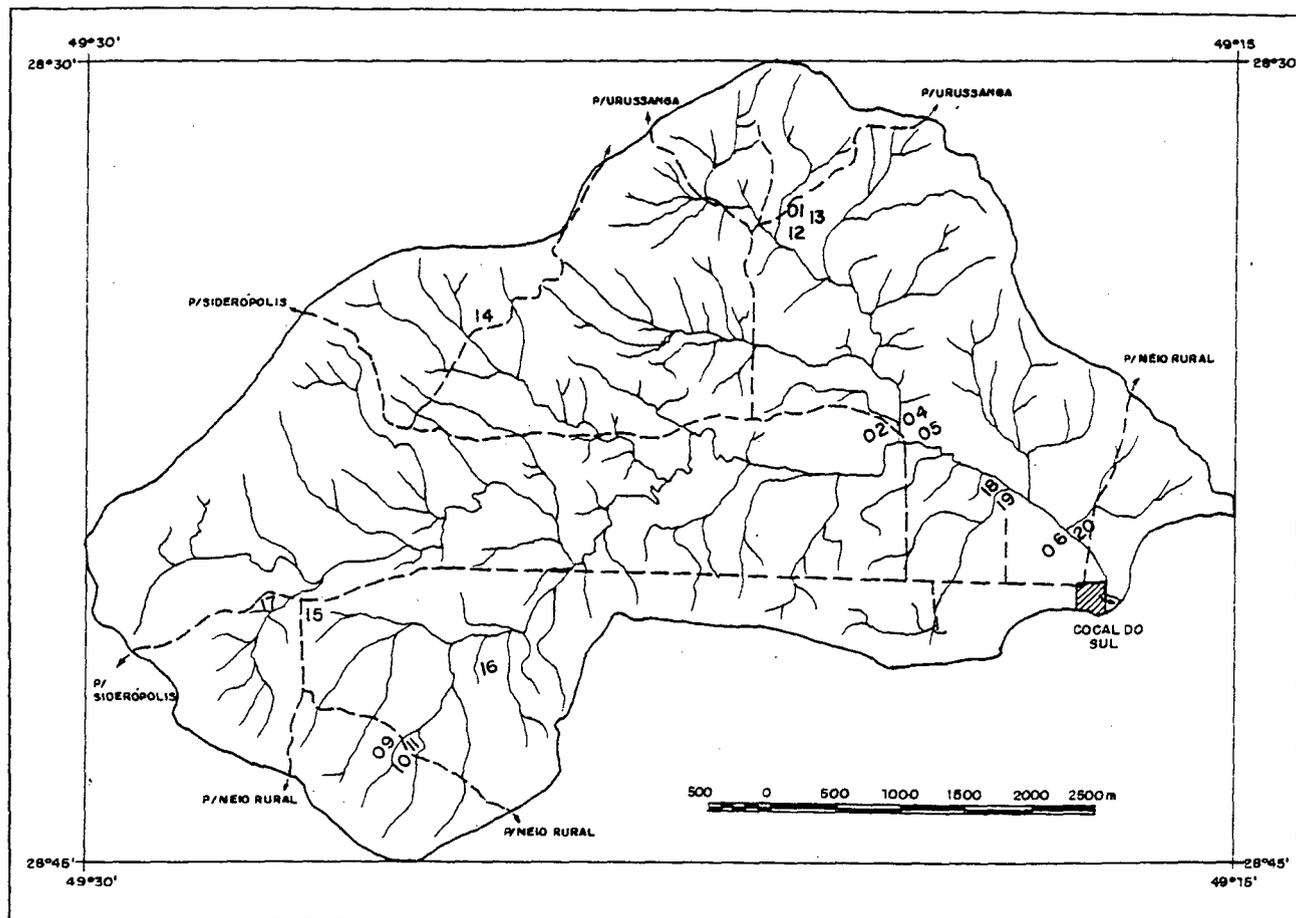


Figura 10 - Localização aproximada das fotos, apresentadas a seguir, dentro da microbacia hidrográfica do Rio Cocal

7.5.2. Planejamento da Propriedade.

O planejamento de uma propriedade é o primeiro passo para aumentar o lucro do produtor, utilizando-se o manejo adequado do solo para preservar os recursos neles disponíveis.

Se, por um lado, a implantação de uma estrada, reduz distâncias entre dois pontos, o meio ambiente sofre uma espécie de retalhamento, com alteração nos perfis de encostas, modificações da drenagem, transferência de grande quantidade de material de um lugar para outro por meio de operações de terraplanagem.

A rede viária é um dos itens a ser observado em uma propriedade, devendo estar em local adequado, caso contrário é uma das maiores contribuições para a erosão do solo, conseqüentemente a manutenção terá um custo elevado para o produtor ou mesmo para o poder público, caso esta não seja uma estrada vicinal.

Os topos dos morros, nascentes e margens dos rios devem estar protegidos por florestas nativas, caso não existam mais estas florestas originais, deve-se incentivar a implantação de reflorestamentos.

Para um planejamento eficaz de uma propriedade alguns itens devem ser observados, como:

- a) A utilização do solo de acordo com sua vocação, localizando adequadamente os reflorestamentos, a fruticultura, as pastagens, as criações de animais soltos ou confinados e as culturas perenes ou anuais.
- b) Adotar todas as práticas que permitam a retenção de um volume maior d'água, por mais tempo na propriedade, diminuindo escoamento superficial.
- c) A localização adequada de estradas, instalações e áreas de cultivo agrícolas, evitando assim, distâncias desnecessárias ou mesmo que estes se tornem a causa de danos ao meio ambiente.
- d) Aproveitar integralmente todos os resíduos animais ou vegetais como forma de adubação orgânica, elemento que reduz substancialmente o custo da produção agrícola, aumentando a produtividade do solo.

7.6 LEGISLAÇÃO

Um conceito importante sobre os recursos hídricos é o de que eles não pertencem aos proprietários das terras por onde cruzam, mas pertencem a toda a comunidade

Um dos problemas que a legislação precisa resolver refere-se aos fluxos de água, ar e sólidos através dos limites municipais que geram os problemas mais visíveis e, frequentemente, os mais sérios nas relações entre os municípios. Inúmeros são as indústrias e os centros urbanos que despejam seus efluentes nos rios que vão causar danos ao abastecimento da água dos municípios a jusante.

Tem-se notado que grande parte das leis e resoluções sobre questões ambientais não são seguidas, aplicadas ou sequer as instituições públicas fiscalizam o seu cumprimento. Além das críticas que na absoluta maioria das vezes é feita aos usuários do meio ambiente pelo não cumprimento destas leis e regulamentos, ou ao poder público por não exigir adequadamente este cumprimento, deve-se considerar que frequentemente estas leis e regulamentos não são exequíveis quer do ponto de vista físico, social e econômico porque a maioria das vezes são elaboradas em gabinete sem conhecer a realidade do campo.

Um exemplo claro de que a Legislação não está sendo cumprida são as crateras deixadas pela mineração do carvão a céu aberto como mostra a foto (01). A lei 318 do Código da Mineração de 14/03/67, é precisa ao exigir que o minerador recupere a área. A Portaria Interministerial 917/82, determina que as empresas de mineração devem apresentar a SEMA (Secretaria do Meio Ambiente) e ao DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral) projetos de tratamento de efluentes líquidos, de transporte e depósito para os rejeitos de carvão e de recuperação da área minerada.



Foto 01 - Área de mineração a céu aberto, desativada onde no 1º plano pode-se observar área sem cobertura vegetal com rejeito de carvão, num 2º plano percebe-se cobertura vegetal com mata nativa secundária e reflorestamento de eucaliptos.

Após a análise da Legislação sobre a mineração observa-se, que desde 1967 existe Leis específicas contra a poluição da mineração de carvão.

A resolução 20/86 do CONAMA é um caso típico das resoluções com fragilidade de formulação que tornam frequentemente impossível a sua aplicação, devido ao custo financeiro do levantamento de campo. A partir desta classificação serão feitas todas as exigências sobre os futuros e atuais lançamentos nos corpos receptores, resultando em níveis de investimentos e

tratamento de resíduos residenciais, industriais e rurais que frequentemente implicam em custos elevados.

Como pode-se observar na área microbacia do Rio Cocal a legislação não está sendo cumprida, pois existem locais onde foi abandonada a mineração de carvão a céu aberto , e não foram recuperadas as áreas degradadas. O mesmo ocorre com a extração de argila, onde apenas foram plantados alguns pés de eucaliptos em áreas abandonadas.

A foto (02), é uma região situada aproximadamente a 1Km a montante do ponto de captação de água para o abastecimento do centro urbano de Cocal do Sul. Observa-se a coloração escura da água e a inexistência de mata ciliar.



Foto 2 - Ponto a montante da estação de captação e tratamento de água para o abastecimento urbano de Cocal do Sul

A classificação das águas do Rio Urussanga enquadra-se segundo a FATMA (1978), na classe 2, e não é feita nenhuma referência ao Rio Cocal que é afluente do Rio Urussanga. Como pode-se observar na foto (03), o Rio Urussanga não está de acordo com a classificação proposta pelo CONAMA (1992) para a devida classe, conforme item 3.6.1 necessitando urgentemente de atualização da classificação das águas do Estado de Santa Catarina.

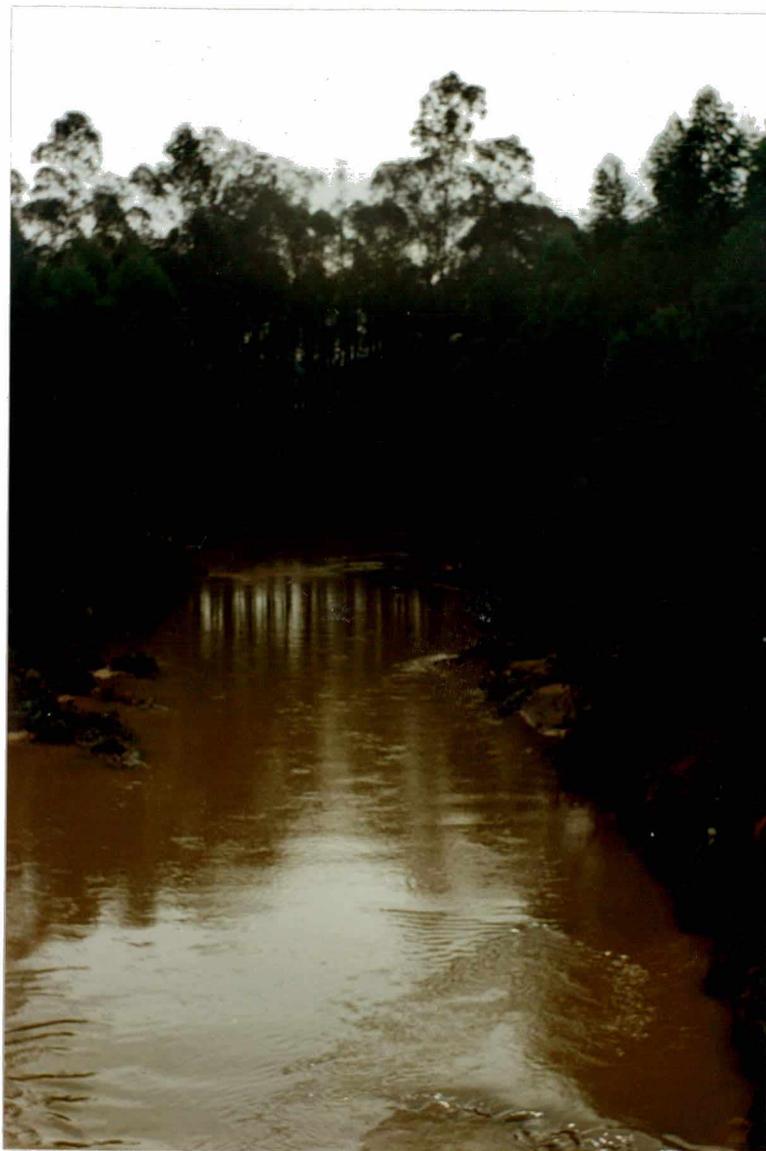


Foto 03 - Rio Urussanga a jusante do Rio Cocal, foto obtida sobre a ponte de São Pedro, dentro da área da microbacia do Rio Urussanga

As falhas em relação a fiscalização não se devem aos métodos empregados, mas principalmente, pela estrutura dos órgãos públicos. Os técnicos destas instituições trabalham com o que têm nas mãos e lutam contra uma série de dificuldades que impõem barreiras difíceis de serem transpostas.

A problemática ambiental da microbacia do Rio Cocal, em especial o comprometimento da qualidade das águas, é consequência da ocupação indiscriminada das áreas de mananciais, com a deposição inadequada e sem tratamento de resíduos sólidos e líquidos.

Por se tratar de um manancial de importância vital para o município, a gestão municipal deverá tomar medidas para a recuperação e preservação dos recursos hídricos.

7.7 POLUIÇÃO HÍDRICA

A deterioração dos recursos naturais decorre do seu uso errôneo e, principalmente, da falta de planejamento sobre o destino futuro da área.

Recuperar significa transformar a área deteriorada nas suas formas de utilização segundo um plano definido de uso para o solo.

A deterioração do meio ambiente gerou no Sul do estado de Santa Catarina a escassez e má qualidade dos recursos hídricos, elevando os custos do sistema de captação e tratamento da água, e com isso, dificultando o desenvolvimento regional.

Se por um lado minera-se o carvão sob um ângulo econômico, por outro sociabiliza-se a deterioração produzida, resultando em rios completamente morto sob o aspecto biológico.

Cabe salientar o papel da ação antrópica, introduzindo condições adversas daquelas originariamente existentes quanto a cobertura vegetal (desmatamento) e ocupação do solo surgindo as seguintes consequências: a) alterações do escoamento em superfície e sub-superfície; b) alterações do regime hídrico dos materiais e do sistema de drenagem como um todo; c) erosão dos solos: etc, que contribuiram para a degradação dos recursos hídricos.

A falta de cuidados com as fontes de água nas propriedades pode levar ao surgimento de doenças e morte dos animais, baixa produtividade e qualidade da lavoura, problemas de saúde na família do agricultor, dos animais e a deterioração do meio ambiente.

As fontes potenciais de poluição da microbacia do Rio Cocal, estão localizadas no mapa da figura (09) que são: 1) cultivo de laranja; 2) cultivo de arroz; 3) pocilga da Agroeliane Caeté; 4) mina de carvão abandonada a céu aberto; 5) saída da mina subterrânea; 6) extração de argila; 7) extração de areia.

Caso não forem tomadas medidas para conter o aumento destas atividades dentro da microbacia, e medidas para recuperar as áreas deterioradas, a microbacia do Rio Cocal terá seus recursos hídricos comprometidos em quantidade e qualidade dentro de alguns anos.

A argila é uma importante fonte de matéria prima para o parque cerâmico da região, que é o maior do Brasil e que tem significativa expressão para a economia regional.

Para a exploração da argila remove-se a camada superior de solo, por meio de pás-carregadeiras que escavam extensas áreas conforme as fotos (04 e 05), alterando a topografia da área e consequentemente a drenagem, sendo que grande quantidade deste material vai ser conduzido pela água das chuvas, que poderá causar problemas como o aumento da turbidez, assoreamento dos rios e córregos da região. Quando esgotada a lavra neste local, a exploração poderá ir para outro local, sendo que os sulcos deverão ser recuperados ambientalmente.



Foto 04 - A foto acima refere-se a uma área dentro da microbacia do Rio Cocal. Pode-se observar no 1º plano solo exposto, após a remoção da camada de vegetação, ao fundo a vegetação remanescente e predominante na área. Em último plano aparece um reflorestamento de eucaliptos.



Foto 05 - Área de extração de argila dentro da microbacia do Rio Cocal, onde podemos observar na parte superior a camada de solo e vegetação remanescente, no 1º plano o sulco deixado após a retirada de parte da argila.

Nas áreas onde se explora a argila, o solo é inteiramente desgastado pela erosão e torna-se inaproveitável para qualquer uso que se queira fazer dele, especialmente para a agricultura. Estas áreas tendem a aumentar dentro da microbacia do Rio Cocal, uma vez que constituem uma importante fonte de matéria prima para as cerâmicas

Na figura (06), pode-se observar uma área que foi degradada em função da extração de argila, após um longo período a capoeira começa a se desenvolver.



Foto 06 - Antiga área de exploração de argila dentro da área da microbacia, com “recuperação ambiental”, reflorestamento de eucaliptos misto com capoeira, esta área fica próximo ao centro urbano de Cocal do Sul

Outra fonte poluidora dos recursos hídricos da microbacia do Rio Cocal refere-se à mineração subterrânea que contamina os recursos hídricos, tanto superficiais como subterrâneos. Também poderá ocorrer o abatimento do teto, (subsidência), que poderá se refletir na superfície por rachaduras, com infiltração e secagem de cursos de água, açudes e poços, e no rebaixamento da superfície, com danos nas edificações, culturas anuais e na pecuária. A população e os mineiros convivem diariamente com esse risco que os deixa em permanente receio de acidentes.

O aspecto que mais caracteriza a lavra subterrânea é a ocorrência da água de drenagem na mina, cujas fontes são o lençol freático e água provida das chuvas ou aquelas superficiais, que se infiltram através do teto ou das paredes da galeria subterrânea.

Para não prejudicar os trabalhos, as galerias têm que ser frequentemente drenadas por meio de poços e bombas que levam água para a superfície.

A água é canalizada para lagoas de decantação, conforme exemplo que ocorre na microbacia vizinha a área de estudo foto (07), ou é usada nos circuitos fechados de beneficiamento. Estes casos não ocorrem dentro da área de estudo.

As minas de subsolo interceptam, o sistema hídrico onde se encontram instaladas, em função da abertura de poços, planos inclinados e galerias, constituindo-se em sumidouro pelos quais as águas percolam e se introduzem, através de furos de sondagem, poços de ventilação e fraturas do teto. A Interrupção do lençol freático leva a uma diminuição da água dos rios, cuja vazão consequentemente diminui. Como consequência da menor vazão dos rios há um aumento da carga de sólidos em suspensão o que faz aumentar a turbidez, a carga total de substâncias deteriorantes da qualidade da água e a decantação das partículas nas margens e nos leitos dos rios.

Na microbacia do Rio Cocal existe um caso de mineração subterrânea, onde a entrada da mina fica na microbacia vizinha, conforme foto (08) que atravessa o divisor da água, e dentro da microbacia do Rio Cocal conforme fotos (09, 10 e 11), existe o problema da poluição sonora causada pelos dois exaustores instalados na mina, que ficam ligados durante as 24 horas do dia, o barulho pode ser escutado num raio de 2km.

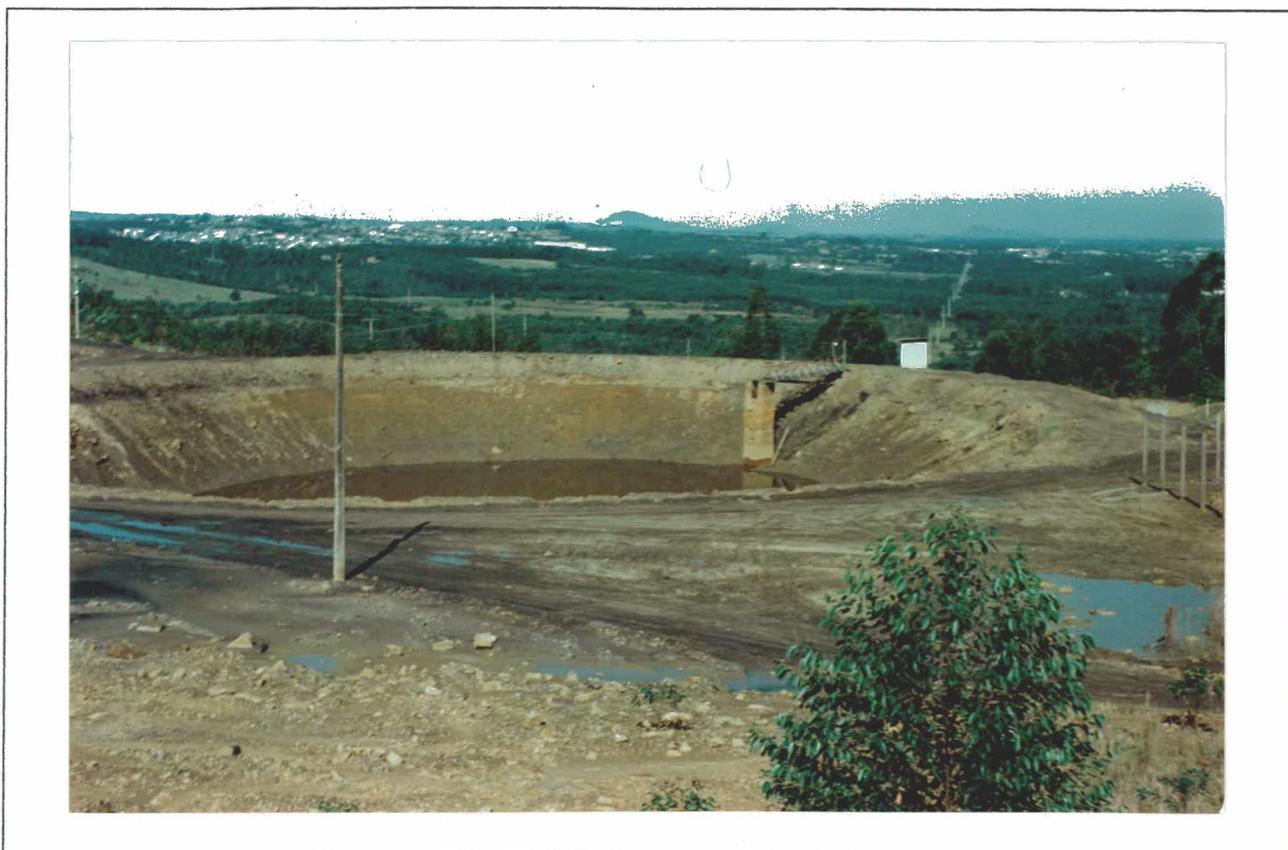


Foto 07 - Tanque de decantação de água proveniente da lavação do carvão, área próxima ao divisor de águas.

Até o momento não existe abertura de mina subterrânea dentro da microbacia. Desta forma por enquanto, não ocorre na microbacia do Rio Cocal, problemas deste tipo somente foi citado neste trabalho como alerta dos problemas causados pela mineração subterrânea, que ocorre na área vizinha



Foto 08 - Parte superficial de uma mina subterrânea, podendo-se observar as esteiras que trazem o carvão das galerias subterrâneas. O caso está localizado próximo a microbacia do Rio Cocal, citada apenas como exemplo das consequências desastrosas ao meio ambiente

A partir deste poço da mina, as galerias subterrâneas exploram o carvão em grandes áreas da microbacia próximo ao divisor de águas, certamente reduzindo o volume de água subterrânea dentro da microbacia do Rio Cocal.



Foto 09 - Uma das casas de energia onde existem dois exaustores localizados dentro da microbacia do Rio Cocal, da mina subterrânea localizada na microbacia vizinha, a vista parcial nos mostra a grande quantidade de solo removido, formando uma cratera, topografia totalmente alterada



Foto 10 - Vista parcial de uma área próxima a saída de uma mina subterrânea, com grande quantidade de rejeito de carvão, onde a remoção do solo em grande quantidade alterou a topografia da área, gerando uma paisagem totalmente degradada



Foto 11 - Veios de carvão no sentido horizontal expostos no perfil escavado, numa mina de carvão a céu aberto dentro da microbacia do Rio Cocal

Existe também dentro da área de estudo uma mina abandonada, onde a exploração era a céu aberto sendo removida a camada superficial do solo, conforme foto (12 e 13) extraído o carvão e posteriormente abandonada, a recuperação ambiental foi efetuada apenas com a plantação de alguns pés de eucalipto, que é uma espécie arbórea com grande facilidade de adaptação às condições edáficas e de rápido crescimento.



Foto 12 - Mina a céu aberto abandonada, com rejeito de carvão e mata nativa ao fundo, topografia alterada com grande atuação da erosão na encosta da cratera abandonada, área inutilizada para a agricultura onde a recuperação vegetal é lenta



Foto 13 - Mina a céu aberto abandonada, solo exposto e rejeito de carvão, área onde apenas crescem alguns tipos de capoeiras, samambaias e eucaliptos

Os reflorestamentos de eucaliptos quando em idade adulta, são cortados para servirem de escoras nas minas subterrâneas ou para a construção civil, para a produção de lenha ou ainda para a produção de carvão vegetal.

A microbacia em estudo apresenta relevo levemente ondulado, em sua maioria com altitudes inferiores a 100m, conforme podemos observar na vista parcial da área da microbacia na foto (14), esta foto foi tirada próximo ao divisor de águas onde encontramos as maiores altitudes cerca de 350m.



Foto 14 -Vista parcial da microbacia hidrográfica do Rio Cocal , sendo observada a partir do divisor de águas, onde se observa o centro urbano de Cocal do Sul

Quando se modifica a estrutura natural do subsolo, não basta o recobrimento da área modificada com solo vegetal e o plantio de espécies vegetais. Necessário se faz o acompanhamento dos processos complexos, que ocorrem no subsolo e suas interações com os mananciais superficiais e sub-superficiais.

Outra fonte que poderá estar contribuindo para a degradação dos recursos hídricos da microbacia do Rio Cocal é a utilização de agrotóxicos, utilizados em cerca de 60 ha de citros e 20 ha de arroz irrigado, a montante da local de captação de água para o abastecimento urbano. Segundo informações do SAMAE, nos dias 3, 4 e 5 de novembro do ano de 1994, o abastecimento da água para Cocal do Sul foi suspenso devido a altos índices de sedimentos em suspensão que causaram o entupimento dos filtros de água, devido a liberação da água da lavoura de arroz, a montante da represa que abastece a cidade.

A adoção de técnicas de manejo e conservação do solo e controle da poluição advinda de atividades agrícolas poderá reduzir o problema de turbidez a níveis mínimos, além de contribuir para a melhoria da qualidade da água disponível. Conseqüentemente menor será o custo do tratamento desta água a ser fornecida à população urbana.

A criação de suínos da Agroeliane Caeté também pode estar contribuindo para a poluição dos mananciais da microbacia do Rio Cocal.

Nas fotos (15) temos uma visão parcial dos pavilhões e da cobertura vegetal próxima a Agroeliane Caeté.



Foto 15 - Vista parcial das pocilgas da Agroeliane Caeté, com vegetação de mata nativa nas proximidades

Através do trabalho de campo pode-se observar pela coloração da água, vinda de córregos próximos as instalações da Agroeliane, conforme foto (16), que os tanques de decantação de rejeitos suínos não estão sendo eficientes no processo de armazenagem dos mesmos. Toda a população residente próximo a criação de suínos conhece e abomina o cheiro, a infestação de

moscas, cuja existência está diretamente ligada ao problema dos dejetos expostos e escorridos para as correntes e fontes hídricas.



Foto 16 - Córrego próximo as pocilgas da Agroeliane Caeté, onde podemos observar a coloração da água devido aos dejetos suínos, e o mau cheiro pode ser constatado nos trabalhos de campo

Colocar dejetos de animais, agrotóxico, resíduos da mineração nos cursos d'água, é altamente prejudicial à natureza. Evitar a contaminação da água não é apenas reduzir as ameaças à nossa saúde, também significa aumentar os lucros pois, quando a água disponível está limpa não é necessário trata-la, conseqüentemente diminui os gastos.

Entre os principais problemas que afligem as populações em decorrência da poluição dos recursos hídricos pode-se citar: a) proliferação de doenças transmitidas por águas contaminadas; b) aumento do custo do tratamento da água a ser distribuída para às populações e retiradas de mananciais poluídos; c) má qualidade da água servida às populações; c) aumento do custo da água para as indústrias, aumentando o preço final dos produtos industrializados; d) degradação do meio ambiente como fonte de recreação aumentando a falta de lazer e estimulando a

criminalidade; e) diminuição da flora e da fauna aquática; f) exalação de mau cheiro associado à proliferação de insetos nocivos.

Outra fonte que está contribuindo para a poluição dos recursos hídricos e a exploração de areia para utilização na construção civil, conforme foto (17).



Foto 17 - Exploração de areia para a construção civil, com remoção da cobertura vegetal, solo com grande facilidade de erodir, neste caso a área encontra-se próximo ao divisor de águas

A conservação do solo por políticas obrigatórias quase sempre resulta em fracasso. No entanto, quando desenvolvida com a ativa cooperação entre os proprietários rurais, tem mais possibilidade de êxito desde que se observem seus interesses e esteja integrada com outras medidas de melhorias agrícolas.

O potencial das práticas agroflorestais deve ser usada para o controle da erosão, e aumento da infiltração consequentemente aumento dos mananciais, baseado nos seguintes aspectos:

a) Redução do impacto da chuva no solo, pela copa das árvores;

- b) Aumento e manutenção da matéria orgânica do solo, a qual aumenta a resistência à erosão;
- c) A redução do escoamento superficial pode ser alcançada pela diminuição do comprimento das ladeiras, pelo estabelecimento de barreiras vivas e pela combinação destas árvores em estruturas de terra;
- d) Grande potencial de incremento da cobertura do solo pela disposição de folhas e/ou corte sucessivo de massa verde nas barreiras vivas.

A recuperação de áreas deterioradas por atividades de mineração é um problema pontual de emissão de sedimentos dentro de uma bacia hidrográfica. Ele é facilmente equacionável e tecnicamente administráveis, porque envolve diretamente o agente causador e os seus efeitos, além de permitir o estabelecimento de medidas mitigadoras com alcance futuro.

No caso de regiões com problemas erosivos, decorrentes do mau uso dos seus recursos naturais, constituindo-se fontes difusas de sedimento para as bacias hidrográficas, o tratamento deve ser integrado e regional.

A erosão do solo é muito simples e imediatamente visível, pois é causado pelo rompimento do equilíbrio água-solo-declividade do terreno. Com o desmatamento sem critérios, deixa de existir a retenção natural das águas da chuva, com a impermeabilização do solo, e a água passa a se concentrar na forma de enxurradas, descendo vertentes com um poder incrível de destruição.

7.8. ANÁLISE HIDROMETEREOLÓGICA

O regime dos rios está na dependência dos aspectos climáticos da região. Não existe estação fluviométrica e nem pluviométrica na bacia hidrográfica do Rio Urussanga, pois não existe interesse do DNAEE (Departamento Nacional de Água e Energia Elétrica) nem da ELETROSUL (Central Elétricas do Sul do Brasil), uma vez que o potencial hídrico disponível não é suficiente para explorar a energia hidrelétrica. Como o relevo não permite alterações significativas, considerou-se a estimativa da bacias vizinhas do Rio Tubarão que possui onze estações fluviométricas do DNAEE e a bacia do rio Araranguá que possui seis estações, os dados foram fornecidos pela CELESC (Companhia de Energia Elétrica de Santa Catarina)

Pelos dados da regionalização de pequenas bacias hidrográficas constata-se que o Rio Cocal encontra-se numa área regada durante todo o ano por chuvas que lhes garantem provimento contínuo de água, a precipitação média anual está em torno de 1.493 mm, a vazão média no período de 100 anos gira em torno de 0.8526 m³/s.

A temperatura média anual da região é de 18,9 °C, e a média em julho é de 14,4°C enquanto a média em janeiro é de 23,4°C , o que demonstra que a região possui uma grande amplitude térmica.

Estes dados não são precisos, pois, são calculados por estimativas e por isso, não coincidem com os dados do Atlas Geográfico de Santa Catarina.

Estimativa dos parâmetros meteorológicos do centróide da microbacia hidrográfica do Rio Cocal.

- a) insolação média anual 2158.0 (h)
- b) umidade relativa do ar média 84.5 (%)
- c) temperatura média 18.9 (°C)
- d) temperatura média de janeiro 23.4 (°C)
- e) temperatura média de julho 14.4 (°C)

Estimativa das características pluviométricas do centróide da microbacia

- a) precipitação média anual 1493.1 (mm)
- b) coeficiente de variação da precipitação média anual 200.0
- c) precipitação média de máximas anuais com 1 dia de duração 86.2 (mm)
- d) coeficiente de variação das máximas anuais com um dia de duração 441 (mm)
- e) vazão média de longo período (100 anos) 0.8526 m³/s
- f) variância da vazão mínima média uniforme 0.481 m³/s
- g) média das vazões máximas anuais 27.5786 m³/s.

Os dados aqui mencionados nos dão subsídio para o planejamento dos recursos hídricos, e mostra a importância de preservar o recurso e administrar seus usos.

7.9 ANÁLISE DO USO ATUAL E POTENCIAL DOS RECURSOS HÍDRICOS DA MICROBACIA DO RIO COCAL

Desde que o homem começou a usar os cursos de água para o transporte de substâncias, a qualidade das águas vem sofrendo um acentuado declínio.

Os usos da água no Rio Cocal basicamente destina-se ao abastecimento urbano, a dessedentação de animais, a irrigação. A pesca fluvial e a recreação inexistem na microbacia.

Na área urbana aproximadamente 90% da população é abastecida pelo SEMAE, sendo que segundo o censo sócio econômico de Cocal do Sul (1993), é de 9.427 habitantes, 78% da população do município.

No perímetro urbano existem 2.506 prédios ligados a rede de água e esgoto, sendo que destas 2.336 são domiciliares, 162 comerciais e 04 industriais.

A área rural também é abastecida pela rede pública em 8%, sendo que a população rural segundo censo sócio econômico de Cocal do Sul (1993) é de 2.640, 22% da população do município.

A situação do abastecimento de água, revela grandes diferenças, quando as famílias são divididas em rural e urbana conforme o gráfico (1), de acordo com o censo sócio econômico de Cocal do Sul (1993)

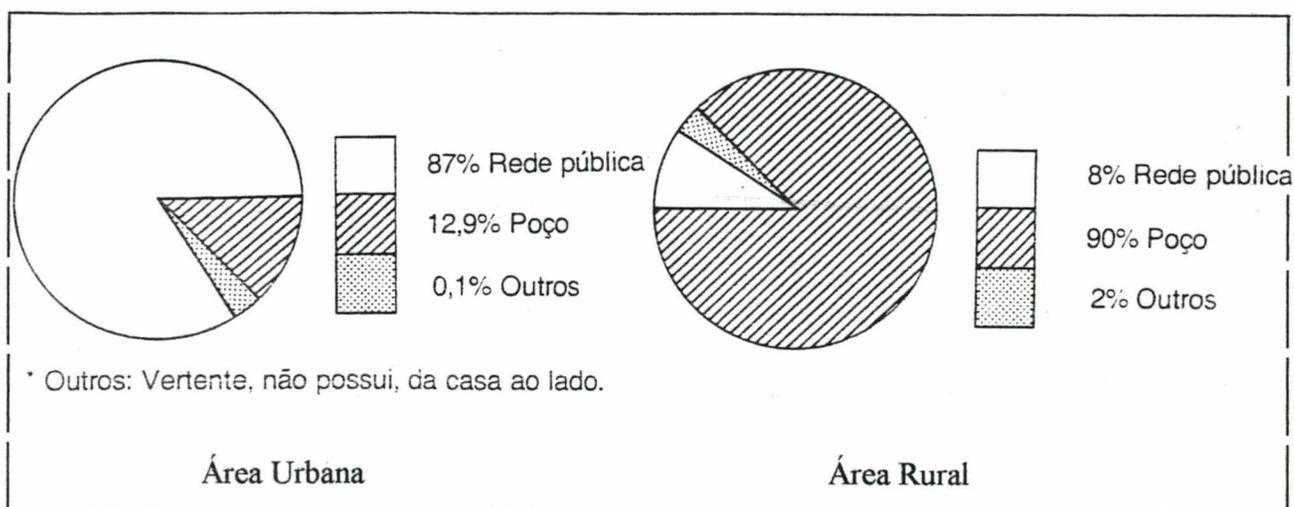


Gráfico 01 - Diferença de abastecimento de água entre a área rural e urbana

A variedade de empregos da água revela uma face da sociedade moderna: a de que a água, na verdade, deixou de ser um bem natural para transformar-se num produto industrial. Efetivamente, o grau de poluição que os recursos hídricos têm mostrado que exige formas de tratamento dispendiosas e sofisticadas. Por esta razão, o termo "qualidade da água" tornou-se relativo, pois, se a água de um rio é imprópria para o consumo humano, pode não ser para a recreação ou para o uso industrial. Referindo-se à água somente com relação ao consumo humano restringe muito o conceito de qualidade.

De acordo com os padrões de qualidade regula-se o lançamento de efluentes nos corpos receptores e estabelecem-se as punições que os infratores deveriam sofrer. A descarga obedece a regulamentação rígida quando se trata de águas para o consumo humano direto, e nas classes subsequentes tolera o lançamento de efluentes, segundo limites máximos estabelecidos que, em tese, não deveriam ser desrespeitados.

É necessário ainda ter-se em mente que não existem medidas sistemáticas da vazão do Rio Urussanga e de seus tributários, pois não há estação fluviométrica e nem pluviométrica, os dados disponíveis restringem-se ao Relatório de Regionalização de Vazões de Pequenas Bacias Hidrográficas.

Os dados de vazão, consumo diário, mensal, população abastecida e demanda atual para abastecer a cidade de Cocal do Sul, foram obtidos no escritório local do SAMAE, relatório técnico do mês de setembro de 1994.

A média do consumo mensal por residência é de 10.000 l/mês. O consumo diário em média é de 330 l por residência que segundo o censo sócio econômico de Cocal do Sul (1993), sendo que a média da família cocalense na área urbana é de 3,6 a 3,7 pessoas.

A demanda atual em média para o abastecimento da população em Cocal do Sul é de 111,6 m³/h.

O tipo de indústria existente na área é importante para este estudo, pois dele dependerão as exigências quanto a qualidade e a quantidade de água, embora geralmente a água utilizada para o abastecimento doméstico também satisfaça a indústria, agricultura (irrigação).

O consumo da água depende das condições climáticas, características da comunidade, se residencial ou industrial, além das características específicas do sistema de abastecimento.

7.10 POLÍTICA PARA GARANTIR O ABASTECIMENTO URBANO NA PRÓXIMA DÉCADA

Baseia-se na análise da disponibilidade, nos usos atuais, na demanda para o abastecimento das populações bem como a qualidade da água disponível.

Somente com estas análises é possível sugerir usos alternativos para os recursos hídricos da região como por exemplo para irrigação, que a principio não poderá aumentar a área irrigável, uma vez que quase toda a vazão de águas do Rio Cocal, é utilizada para o abastecimento urbano e rural

As cidades da bacia hidrográfica do Rio Urussanga, começam a enfrentar problemas sérios de suprimento de água potável, em razão da deterioração acelerada dos mananciais superficiais.

A captação, tratamento e distribuição de água para a população urbana de Cocal do Sul, encontra-se sob responsabilidade do Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto - SAMAE - administrado pela Fundação Nacional de Saúde, cujo escritório regional fica em Florianópolis.

A água desce por gravidade até a estação de bombeamento, a captação é efetuada pela adutora Cocal, e conduzida a estação de tratamento, conforme fotos (18 e 19).

O tratamento é efetuado por filtros rápidos, gás, cloro, sulfato de alumínio e cal hidratado e distribuída por uma rede com aproximadamente 37.808m de extensão.

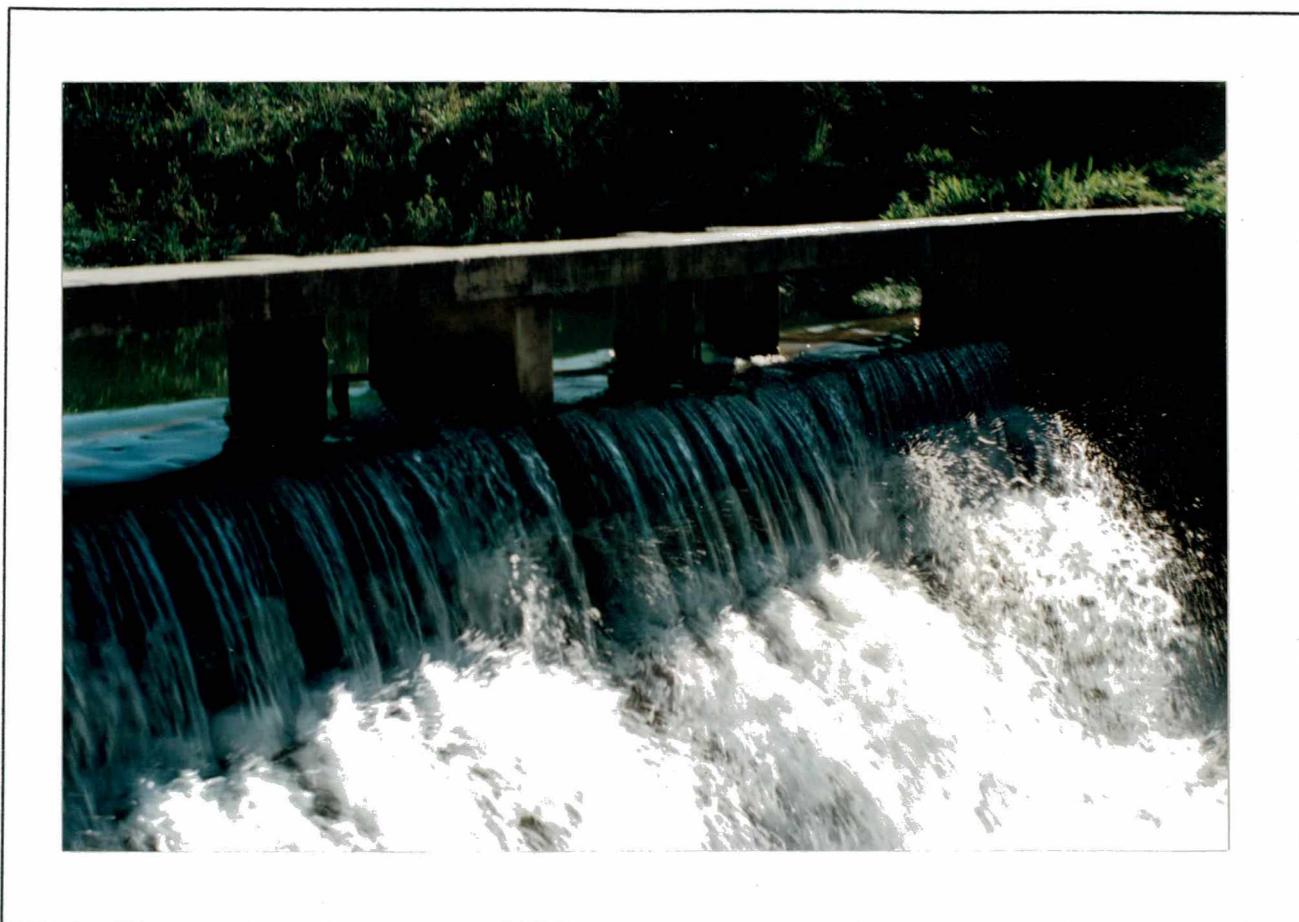


Foto 18 - Estação de captação de água para o abastecimento urbano de Cocal do Sul

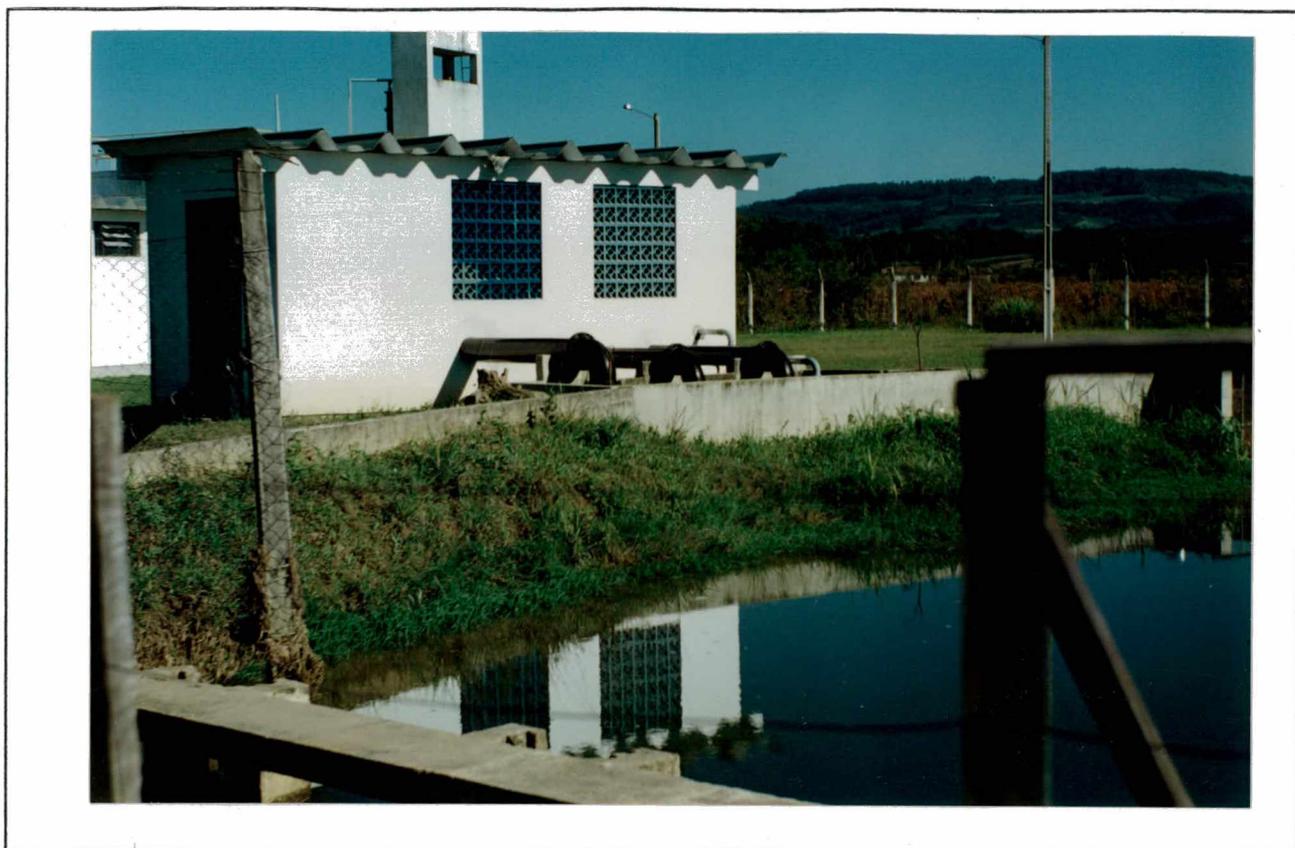


Foto 19 - Estação de tratamento de águas do SAMAE em Cocal do Sul

O consumo varia com a estação do ano, principalmente em climas onde a amplitude térmica for acentuada como é o caso de Cocal do Sul.

De acordo com a análise dos dados do SAMAE, Relatório Técnico de setembro de 1994, o município deverá tomar medidas urgentes para garantir o abastecimento da população tanto rural como urbana, sendo que o fluxo de águas do Rio Cocal está quase que comprometida na sua disponibilidade. A tendência natural é a de aumentar o consumo em função do aumento da população e o avanço da tecnologia.

A qualidade poderá ser comprometida seriamente se não forem tomadas medidas para a diminuição da poluição, as fontes potenciais foram identificadas neste trabalho.

De acordo com a prefeitura Municipal de Cocal do Sul, estão sendo tomadas providências em relação ao controle das fontes poluidoras que intervêm na qualidade dos recursos hídricos.

A princípio estas medidas deveriam implicar em técnicas para aumentar a infiltração da água das chuvas, o manejo do solo, o planejamento do uso da terra, sempre visando a preservação dos mananciais hídricos bem como medidas para a recuperação dos já poluídos.

Outro item a considerar é a execução das Leis Ambientais, o que ajudaria na preservação e recuperação dos recursos hídricos.

O Rio Cocal não oferece vazão de água suficiente para grandes empreendimentos conforme pode ser observado na foto(20).



Foto 20 - Rio Cocal sob a SC 446, próximo ao centro urbano de Cocal do Sul, onde podemos observar a pequena vazão durante o mês de junho de 1994

A prioridade maior da microbacia do Rio Cocal é o abastecimento urbano, o que sem dúvida deverá ser o grande problema de toda a região sul do Estado nos próximos anos, uma vez que a diversidade de usos aumenta em função do avanço da tecnologia e do número de habitantes. E a quantidade e qualidade estão diminuindo cada vez mais, gerando um conflito muito grande entre a disponibilidade com a demanda, por isto existe a necessidade de planejar o uso do solo e da água na microbacia hidrográfica do Rio Cocal.

É impossível planejar os recursos hídricos sem considerar os elementos que nele interferem como uso do solo, aspectos sociais econômicos da população que vive na microbacia.

A microbacia hidrográfica é citada por vários autores como a unidade mínima para o planejamento integrado dos recursos hídricos, mas é na propriedade que se deve começar a implantar as técnicas de preservação e recuperação dos recursos hídricos, cada agricultor contribuirá para um conjunto maior que é a microbacia hidrográfica. O Cadastro Técnico Multifinalitário é a ferramenta recomendável para o planejamento, pois atinge a unidade mínima de produção que é a propriedade.

8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A microbacia do Rio Cocal assume grande importância para o município de Cocal do Sul uma vez que contém o manancial hídrico responsável pelo abastecimento de água na área rural de boa parte do município e no perímetro urbano. Caso não sejam tomadas algumas providências no sentido de recuperar e preservar o recurso hídrico este fato terá enormes consequências econômicas e sociais.

A necessidade dos recursos hídricos como fonte de sustentação do desenvolvimento sócio econômico de Cocal do Sul é óbvio. A diminuição da quantidade de água do Rio Cocal, bem como o comprometimento da qualidade de suas águas será com certeza um fator limitante da expansão econômica, pelos altos custos operacionais do processo de tratamento de água, caso não se faça uma avaliação rigorosa da localização, qualidade e volume do recurso.

Observando-se a crescente deterioração da microbacia do Rio Cocal, o descaso às leis ambientais, pode-se concluir que a conscientização da população para a preservação dos recursos hídricos é muito importante, a mobilização e educação para o cumprimento das Leis ajudaria a preservar o meio ambiente, já que estas existem mas não são cumpridas.

Para recuperar e preservar os recursos hídricos da microbacia hidrográfica do Rio Cocal, deveriam ser aplicadas as seguintes medidas: a) execução das Leis Ambientais, efetuando-se uma fiscalização rigorosa das atividades desenvolvidas dentro da microbacia hidrográfica; b) obrigar que sejam instalados processos de tratamento de dejetos e águas servidas; c) exigir a recuperação de áreas exploradas pela mineração de carvão e argila; d) e acima de tudo, o respeito não só pela natureza mas também pelo homem que habita áreas circunvizinhas aos focos de poluição, ajudaria a recuperar e preservar.

O que se pode concluir é que se faz ainda pouco caso para a solução dos problemas ambientais da microbacia, sendo que existem várias fontes potenciais de poluição dentro de áreas que deveriam ser preservadas, como as nascentes, encostas, margens dos rios. Existem casos em que as margens e nascentes estão totalmente desprotegida de vegetação.

Para o planejamento da ocupação do espaço é necessário um banco de dados numéricos e cartográficos, sendo que os dados disponíveis na Prefeitura Municipal de Cocal do Sul não são suficientes para um planejamento efetivo, uma vez que seus bancos de dados são muito reduzidos.

As soluções para os problemas ambientais existem, no entanto parecem de difícil aplicação no atual estado em que se encontra a questão. Enquanto não se mudar a postura das pessoas, que apoiam grupos políticos e econômicos, os quais passam a ser acobertados por estes após as eleições, dificilmente será possível imaginar alguma solução técnica à questão.

Para a solução de problemas ambientais, principalmente quando se trata de recursos hídricos é de fundamental importância que haja uma forte integração política e técnica entre os governos Federal, Estadual e Municipal, porque as bacias hidrográficas e até mesmo microbacias envolvem vários municípios. De nada adiantaria um município investir na preservação ambiental caso o município a montante dentro de uma bacia hidrográfica não se importasse com a questão.

A integração entre o poder Público Federal, Estadual e municipal é de suma importância desde a hierarquia das Leis, mas em termos práticos o que mais interessa é a possibilidade de haver integração entre projetos técnicos, trocas de idéias entre profissionais, o que certamente vai possibilitar o maior desenvolvimento dos Municípios, Estados e País.

A ocupação antrópica da microbacia do Rio Cocal, ocorreu de forma desordenada, sem planejamento, e isso, vem causando sérios problemas com relação a poluição dos recursos hídricos. Enquanto a demanda por quantidades de água aumenta, a oferta tende a diminuir. Caso não sejam tomadas medidas para reduzir ou impedir novos focos de poluição a tendência é o aumento da contaminação da água, exigindo um tratamento mais sofisticado para a água e conseqüentemente um aumento do custo.

Como podemos observar na figura (09), mapa com a localização aproximada das fontes potenciais de poluição dos recursos hídricos, em sua grande maioria estão situados próximos aos divisores de água a uma altitude de 150 a 200m, é nesta região onde encontra-se na maioria das nascentes do rio, que deveriam ser preservadas pela sua importância como fonte de água.

Existe na microbacia o cultivo de arroz irrigado, em uma área próximo a estação de captação e tratamento de água, que durante a época em que é liberada a água da lavoura esta causa

problemas na estação de tratamento, como o entupimento dos filtros devido a grande quantidade de sedimentos em suspensão, prejudicando o abastecimento de água.

As fotografias que constam deste trabalho poderão dar uma visão mais clara em relação as fontes potenciais de poluição dos recursos hídricos da microbacia do rio Cocal, onde a figura (10) mostra os pontos onde estão localizadas estas fotografias dentro da microbacia do Rio Cocal.

Algumas medidas deverão ser tomadas para diminuir a poluição dos recursos hídricos, como o reflorestamento nas nascentes, margem dos córregos e rios, manejo adequado do solo e fiscalização das leis ambientais, pois estas já existem e caso fossem implantadas, ajudariam a preservar e recuperar áreas degradadas.

As áreas de exploração de argila, areia e carvão a céu aberto, deveriam ser recuperadas através da reconstituição do relevo, preservando-se solo fértil. Outra alternativa seria aproveitar a área, onde foi removida a argila para a construção de açudes e a criação de peixes, como alternativa econômica para o agricultor.

Existem alternativas quanto ao manejo dos dejetos suínos, podendo ser aproveitado, como adubo garantindo renda extra para a propriedade e evitando a poluição.

O Cadastro Técnico Multifinalitário é uma ferramenta indispensável para a gestão municipal, sendo um banco de dados imprescindível para o planejamento. Este banco de dados atinge a unidade produtiva, subsidiando a tomada de decisão sobre o que produzir e em que quantidade produzir dentro de um sistema econômico.

Cabe ao Estado a implantação do cadastro rural, sendo que os municípios teriam um lucro através da arrecadação tributária e da capitalização do agricultor, conseqüentemente diminuiria o êxodo rural e problemas urbanos.

Cadastro Técnico Multifinalitário deverá conter informações referentes a geologia, geomorfologia, declividade, rede viária, estrutura fundiária, aspectos econômicos e sociais, dentre outras, possibilitando a análise das fontes poluidoras que interferem na qualidade dos recursos hídricos. Estas informações também ajudam na execução de leis ambientais.

Os recursos hídricos são interdependentes com outros elementos como solo, relevo, geologia, cobertura florestal encontrados na superfície da terra, e através do Cadastro Técnico Multifinalitário é possível observar esta interdependência a medida que cruzarmos os dados dos diversos mapas temáticos que o compõe. A rede de drenagem faz parte dos mapas temáticos que compõe o cadastro técnico multifinalitário, sendo de grande importância para o planejamento físico territorial.

Recomendações

- Implantar o Cadastro Técnico Multifinalitário rural e urbano no município de Cocal do Sul, para fornecer os dados necessários ao planejamento físico territorial do município.
- Criar conselhos de desenvolvimento do meio ambiente no município, como forma de participação da sociedade em todas as questões ambientais.
- Incentivar cursos de extensão em termos de educação ambiental, abrangendo técnicas de plantio em encostas, formas de aproveitamento dos dejetos da produção de suínos, importância econômica das florestas.
- Quanto aos usos da água seria recomendável que houvesse restrições quanto aos que necessitam de quantidades grandes, uma vez que o manancial não apresenta vazão suficiente para grandes empreendimentos. O recomendável é que se utilize práticas que facilitam a retenção e a infiltração da água diminuindo o escoamento superficial.
- Incentivar a construção de açudes para a criação de peixes, marrecos também poderá ser uma alternativa econômica para os produtores rurais, além de servir como reservatórios de água.
- Através da extensão rural mostrar ao agricultor que ele deve tomar alguns cuidados com os agrotóxicos, como guarda-los em local seguro, usar equipamento de proteção na hora de lidar e aplicar esses produtos e um depósito adequado para descarte das embalagens usadas são medidas de segurança que irão diminuir o risco de intoxicação do agricultor, de sua família ou até mesmo de animais domésticos, além de diminuir a poluição ambiental.
- Criar o comitê de gerenciamento do Rio Urussanga.

09. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ALONSO, L. R. & FILHO, J. T. Manejo de mananciais de abastecimento de água. In. congresso sobre manejo alternativo de recursos hídricos, **Anais**, Florianópolis, 1994.

ANDERSON, P. S. Fundamentos para a fotointerpretação, Sociedade Brasileira de Cartografia, Rio de Janeiro, 1982.

ANTUNES, A.L.B. Aplicação do modelo digital do terreno em cartografia. In. XV Congresso Brasileiro de Cartografia, **Anais**, Rio de Janeiro, 1993.

AREZZO, D. C. O Cadastro técnico e suas relações com o planejamento do desenvolvimento rural integrado. In. 1º Curso intensivo de fotogrametria e fotointerpretação, aplicada a regularização fundiária. 1º Curso intensivo de cadastro técnico de imóveis rurais, ITC, INCRA, SUDENE, Curitiba, 1992.

BAHR, H. P. Elementos básicos do cadastro técnico multifinalitário. In. 1º Curso intensivo de fotogrametria e fotointerpretação, aplicada a regularização fundiária. 1º Curso intensivo de cadastro técnico de imóveis rurais, ITC, INCRA, SUDENE, Curitiba, 1992.

BARBOSA, T. Componentes de um cadastro geoambiental polivalente. **Informativo COCAR**, 1985.

BARTH, F. T. et al Modelos para gerenciamento de recursos hídricos. São Paulo: Nobel: ABES, 1987.

BIRKHOLZ, L. B. Evolução do conceito de planejamento territorial. In. Questões de organização do espaço regional. USP, São Paulo, 1983.

BOTELHO, C. C., SANTANNA, E.M. & WATELY, M. H. Utilização de imagens orbitais no gerenciamento de bacias hidrográficas. **Rev.Bras. Geogr.** Rio de Janeiro. Abr/jun, nº 2, 1980.

BRUNETTI, M. F. Projeto de execução e bases cartográficas municipais. In. 2º Seminário Paranaense de Cadastro Técnico e Planejamento Municipal. **Anais**, Curitiba, 1991.

- BROWN, E. H. O Homem modela a terra. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro. ano 30, nº 222, 1971.
- CAMPOS, O.L. & SILVA, I. O Estado da arte e a modelagem digital do terreno e suas principais aplicações na engenharia. In. XV Congresso Brasileiro de Cartografia, **Anais**, Rio de Janeiro, 1993.
- CARVALHO, F. R. Procedimentos e padrões para um cadastro de múltipla finalidade, **Informativo COCAR**, Brasília, 1985.
- CENSO SÓCIO ECONÔMICO DE COCAL DO SUL, Prefeitura Municipal de Cocal do Sul, Estado de Santa Catarina, 1993.
- CASTAÑEDA F. R. M. Sistemas de Geoprocessamento. In. 1º Seminário Paranaense de Cadastro Técnico e Planejamento Municipal. **Anais**, Curitiba, 1990.
- CAUBET, C. G. & FRANK, B. Manejo Ambiental em Bacias Hidrográficas: o caso do Rio Benedito (projeto Itajai). Fundação Água Viva, Florianópolis, 1993.
- CEPA- Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina, Estudos Preliminares dos solos, classes para Irrigação, Classes para Aptidão Agrícola, IBGE, Secretaria Agricultura e Abastecimento, Florianópolis, 1990.
- CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resoluções do CONAMA; IBAMA, Brasília, 1992.
- CRISTOFOLETTI, Geomorfologia, ed. Blucher, 2º edição, São Paulo, 1980.
- DELLFUS, O. O espaço Geográfico. Ed. Difel, São Paulo, 1982.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL, Código de mineração e legislação corretiva. Org. por Humberto Matos. Brasília, 1987.
- EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agro-pecuária e Difusão de Tecnologia S.C. Levantamento de uso da terra em microbacias hidrográficas Ribeirão do Tigre e Albertina em Rio do Sul/SC, Florianópolis, 1989.
- FATMA/ UFRGS, Estudo sobre o impacto ecológico da mineração e do beneficiamento do carvão na região sul do estado de SC. Relatório Final. UFRGS. POA, 1978.

- FERRARI, C. Curso de planejamento municipal integrado. Pioneira. São Paulo. 1982.
- FERREIRA, S. B. A geomorfologia e a recuperação ambiental em áreas de mineração de carvão. Estudo de caso Siderópolis/SC. Dissertação mestrado. Curso pós graduação em geografia. Florianópolis. 1991.
- FRANCO, H. & TAGLIARI, P. S. SC. prepara-se para enfrentar seu maior problema ambiental. AGROPECUÁRIA, EPAGRI.V 7, nº 2, jun 1994, Florianópolis, 1994.
- FRASSON, A. Manejo do Recursos Naturais em Microbacias. In. Congresso Sobre Manejo Alternativo de Recursos Hídricos. Anais, Florianópolis, 1994.
- FREITAS, S. C. R. Cadastro Técnico Multifinalitário, In. I seminário de Cadastro Técnico rural e Urbano, Anais, Curitiba, 1987.
- GALET, P. A. Guia do técnico agro-pecuário - Água, Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, Campinas, 1983.
- GARCEZ L.N. & ALVAREZ, G.A. -Hidrologia - 2a. ed., Ed. Edgard Blücher, São Paulo, 1988.
- GOETH, C. A. V. A. Avaliação dos impactos ambientais da indústria carbonífera nos recursos hídricos superficiais da Região sul catarinense. Dissertação de mestrado,UFSC. Florianópolis, 1993.
- INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E ECONOMIA AGRÍCOLA DE SC. Projeto de Recuperação, Conservação e Manejo de Recursos Naturais em Microbacias Hidrográficas..Vol. I, II, III, IV, V, VI. Florianópolis. 1988.
- JOLY, F. Cartografia. Press Universitaires da France, Paris, 1990.
- KELLER, E. C. Mapeamento da utilização da terra, Revista Brasileira de Geografia, nº 3, ano 31, jun/set. Rio de Janeiro, 1969.
- LABASSE, J. La organización del espaço.Madrid, Malver, 1972.
- LANNA, A et. al. Gerenciamento de recursos hídricos, conceitos, críticas e recomendações. Boletim Informativo ABRH, nº 43. 1990.
- LEME, F. P. Engenharia do Saneamento Ambiental.Ed. LTC. Rio de Janeiro, 1984.

- LOCH, C. Pesquisa dos diversos sensores (landsat, Radar, e Fotografias Aéreas), bem como o estudo de suas potencialidades aplicações e interpretação geológica. Dissertação de Mestrado, Curso de pós graduação em ciências geodésicas. Curitiba, 1982.
- LOCH, C. Cadastro rural em uma região prioritária do estado de Santa Catarina. COLECATE, Florianópolis, 1984.
- LOCH, C. Cadastro técnico multifinalitário rural e urbano, FEESC, SEDUMA, Florianópolis, 1989.
- LOCH, C. Cadastro técnico no planejamento municipal. In 1º Simpósio latino-americano de agrimensura, Foz do Iguaçu, 1992.
- LOCH, R. E. N. Influência da Exploração Carbonífera nas Atividades Agrícolas e no Desenvolvimento Global de Criciúma-SC. Dissertação de Mestrado em Geografia. UFSC. Florianópolis. 1991.
- LOCH, R. E. N. Algumas considerações sobre base cartográfica. In. 1º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. *Anais*, Florianópolis, 1994.
- MACEDO, L. A. A. Nocividade para os recursos hídricos. In. Congresso sobre manejo alternativo de recursos hídricos. *Anais*, Florianópolis, 1994.
- MELO, M. P. de. Cadastro geoambiental polivalente. **Informativo COCAR**. Brasília. 1985.
- MOTA, S. Preservação de recursos hídricos. ABES, Rio de Janeiro, 1988.
- NOVO, E. M. L. de M. Sensoriamento Remoto, Princípios e Aplicações. ed. Edgard Ltda, São Paulo, 1991.
- OLIVEIRA, C. Dicionário cartográfico. IBGE, Rio de Janeiro, 1993.
- ORTH, D. M. O cadastro técnico multifinalitário e o planejamento físico territorial. In. 1º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. *Anais*, Florianópolis, 1994.
- PIERRE, G.. Geografia agrícola do mundo. Ed. difel, São Paulo. 1978.
- PINTO, N. S. et. al. Hidrologia Básica. Edgard Blucher; Fundação Nacional de Material Escolar, Rio de Janeiro, 1976.
- RAMOS, F. et al. Engenharia hidráulica. Ed. UFRJ. Rio de Janeiro. 1989.

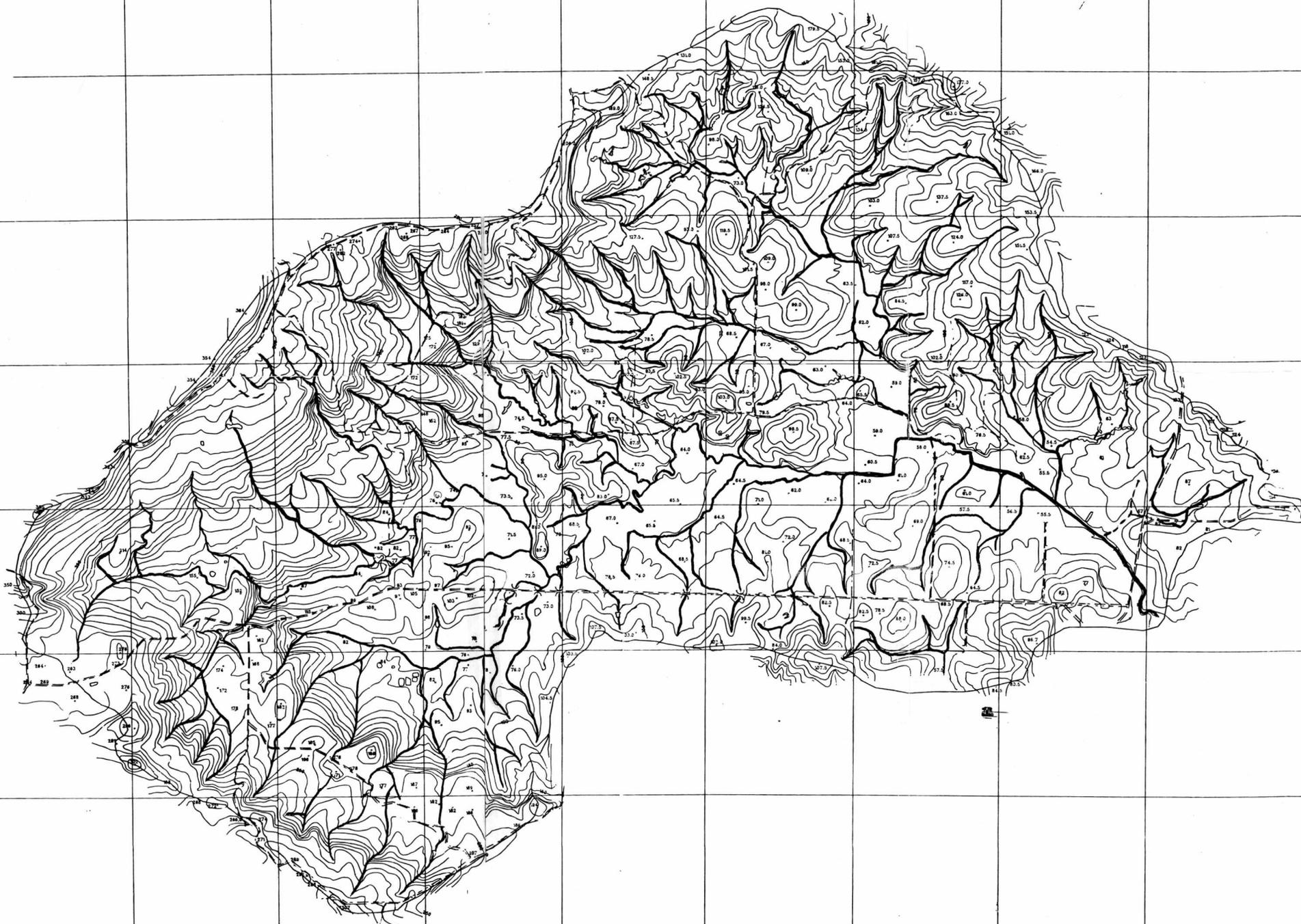
- RIEBOLD, V. Base cartográfica. In. 1º Seminário Paranaense de Cadastro Técnico e Planejamento Municipal. Curitiba, 1990.
- ROCHA, J. S. M. Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas. ed. UFSM. Santa Maria. 1991
- ROSA, F. S. Metrópole e Representação cartográfica: o Sistema Cartográfico Metropolitano de São Paulo. SP. Tese Dr. em Geogr. Curso de Pós Graduação em Geogr. 1987.
- SAGUIO, K. & BIGARELLA, J. J. Ambiente fluvial. Ed. UFSC, Florianópolis, 1990.
- SANTOS, M. Espaço e método. Ed. Nobel, São Paulo, 1985.
- SANTOS, M. Pensando o espaço do homem. Ed. Hucitec, São Paulo, 1986.
- SANTOS, M.C.R. dos. Manual de fundamentos cartográficos e diretrizes gerais para elaboração de mapas geológicos e geomorfológicos e geotécnicos. IPT, São Paulo, 1989.
- SEIFFERT, N. e LOCH C. Mapeamento cadastral rural como instrumento para otimização do uso da terra. In: 1º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. **Anais**, Florianópolis, 1994.
- SILVA, E. Cartografia Temática a Partir de Imagens de Satélite. IBGE, Rio de Janeiro, 1986.
- SILVA, S. e LOCH C. Potencialidades da interpretação visual e digital de imagens orbitais na atualização do cadastro técnico multifinalitário. In: 1º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. **Anais**, Florianópolis, 1994.
- SILVA, A. B. Prevenção da poluição em águas subterrâneas. In. Curso de controle da poluição na mineração. DNRM, Brasília. 1986.
- SOARES, J. A. A. PROJETO MICROBACIAS BIRD. Componente Estradas Municipais. In Encontro Nacional Sobre Meio Ambiente em Rodovias, **Anais**, Florianópolis, 1993.
- TRICART, J.. IBGE. RJ. 977. Supren. (sem dados)
- VALENTE, O. F. & CASTRO, P.S. Manejo de bacias hidrográficas. Informe Agro-pecuário, Belo Horizonte, 1991.
- VEADO, R. W. Análise ambiental e a qualidade das águas na bacia hidrográfica do rio Urussanga. Dissertação mestrado geografia. UFSC, Florianópolis, 1989.

VEIGA, M., BASSI, L. & ROSSO, A. Degradação do solo e da água. Manual de uso, manejo e conservação do solo e da água. EPAGRI, Florianópolis, 1994.

VILELLA, S. M. & MATOS, A.. Hidrologia aplicada . ed. DIFEL, São Paulo.1978.

WREGGE, M. Nocividade das Atividades Agrícolas Sobre a Água subterrânea.In Congresso Sobre Manejo Alternativo de Recursos Hídricos. *Anais*, Florianópolis, 1994.

ANEXOS

**CONVENÇÕES:**

REDE DE DRENAGEM	
REDE VIÁRIA	
CURVA DE NÍVEL	
PONTOS COTADOS	

RESTITUIÇÃO AEROFOTOGRAMÉTRICA DA MICROBACIA DO RIO COCAL - SC

ESCALA 1:18.000

- 1994 -

FONTE: VOO AEROFOTOGRAMÉTRICO - 1992

AERODATA EMPRESA DE AEROLEVANTAMENTO S/A

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIVIL - Opção em
CADASTRO TÉCNICO MULTIFUNÇÃO - UFSC.

ORIENTADOR: Prof. Dr. CARLOS LOCH

ORIENTANDO: ELIANE MARIA FOLETO