

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS

DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

CURSO DE MESTRADO EM GEOGRAFIA

A GEOMORFOLOGIA E A RECUPERAÇÃO AMBIENTAL EM ÁREAS DE
MINERAÇÃO DE CARVÃO. ESTUDO DE CASO EM SIDERÓPOLIS-SC

SALETE BEATRIZ FERREIRA

Orientador: DRA. DIRCE MARIA ANTUNES SUERTEGARAY

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Área de Concentração: Utilização e Conservação de Recursos Naturais

Florianópolis - SC

Dezembro, 1991

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS

DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

CURSO DE MESTRADO EM GEOGRAFIA

A GEOMORFOLOGIA E A RECUPERAÇÃO AMBIENTAL EM ÁREAS DE
MINERAÇÃO DE CARVÃO. ESTUDO DE CASO EM SIDERÓPOLIS-SC

SALETE BEATRIZ FERREIRA

Dissertação submetida ao Curso de Mestrado em Geografia, Área de Concentração: Utilização e Conservação de Recursos Naturais, do Departamento de Geociências do Centro de Ciências Humanas da UFSC, em cumprimento parcial dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geografia.

APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM 13/12/1991

Dirce Maria A. Suertegaray Orientadora
DRA. DIRCE MARIA ANTUNES SUERTEGARAY

Maria Buss Co-Orientadora
MSc. MARIA DOLORES BUSS

Neide Oliveira de Almeida
MSc. NEIDE OLIVEIRA DE ALMEIDA

Florianópolis - SC

Dezembro de 1991

EM MEMÓRIA DE MEU IRMÃO MAURO

Com a tua partida, tornou-se mais doloroso empreender esta jornada científica. Nas lembranças, foi possível encontrar estímulo para continuar buscando caminhos que nos levem a socorrer este imenso organismo vivo chamado Planeta Terra, antes que ele também pereça..

AGRADECIMENTOS

À orientadora, Professora Dra. DIRCE MARIA ANTUNES SUER-
TEGARAY, pelo apoio indispensável nos momentos de trabalho.

Ao Departamento de Geociências da Universidade Federal de
Santa Catarina, professores e funcionários que, através do seu
conhecimento, trabalho e amizade, viabilizaram a realização
desta pesquisa.

À amiga LIGIANE VARGAS REBELO pelo valioso "empréstimo"
da sua estereoscopia, que permitiu a realização de uma impor-
tante etapa deste trabalho.

Aos meus pais, irmãos e demais amigos, incentivadores
constantes dos meus ideais científicos.

	PÁGINA
Dedicatória	iii
Agradecimentos	iv
Sumário	v
Sumário de Figuras	vii
Sumário de Tabelas	vii
Sumário de Quadros	vii

SUMÁRIO

RESUMO	01
ABSTRACT	02
INTRODUÇÃO	03
1 - A Questão Sociedade X Natureza	03
2 - A Questão Ambiental	06
3 - A Ação Antrópica e a Geomorfologia	09
4 - A Mineração Enquanto Área de Degradação	15
5 - O Trabalho: Seus Objetivos, Sua Estrutura	18
NOTAS	23
CAPÍTULO I - A CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	24
1 - A Problemática Ambiental da Bacia Carbonífera Catarinense	24
1.1 - Histórico	24
1.2 - A Bacia Carbonífera Catarinense	26
2 - Caracterização do Município de Siderópolis	37
3 - A Área de Recuperação Piloto e Seu Espaço Circunvizinho	43
NOTAS	51
CAPÍTULO II - ANÁLISE DO PROJETO PILOTO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA CARBONÍFERA	52
1 - Conteúdo do Projeto da FATMA	52
2 - Situação Atual da Área Piloto	57
2.1 - Condições Ambientais	57
2.2 - Problemas Posteriores a Implantação do Projeto	60
3 - Avaliação da Implantação do Projeto Piloto	63
CAPÍTULO III - A GEOMORFOLOGIA E A RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DE MINERAÇÃO DE CARVÃO	68

	PÁGINA
CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
BIBLIOGRAFIA	82
ANEXOS - DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA REFERENTE AO ÍTEM 2.1 DO CAPÍTULO II	

SUMÁRIO DE FIGURAS

1 - Região Carbonífera Catarinense - Municípios	27
2 - Posição Estratigráfica da Formação Rio Bonito	29
3 - Localização da Área de Recuperação Piloto no Município de Siderópolis	35
4 - Planta de Situação da Área de Recuperação Piloto	36
5 - Uso do Solo da Área de Entorno ao Local de Implantação da Recuperação Piloto - 1957	44
6 - Uso do Solo da Área de Entorno ao Local de Implantação da Recuperação Piloto - 1978	45
7 - Área de Recuperação Piloto - Ampliação	58
8 - Esquema Metodológico 1	71
9 - Esquema Metodológico 2	73

SUMÁRIO DE TABELAS

1 - Comportamento Pluviométrico na Região de Siderópolis de Acordo com o número de Dias de Precipitação do Ano - 1979-1988	40
2 - Distribuição Percentual do Uso da Terra em 1957 e 1978 na Área Circunvizinha ao Projeto Piloto da PATMA	47

SUMÁRIO DE QUADROS

1 - Comportamento Pluviométrico na Região de Siderópolis Concentração de Chuva Acima dos 100mm entre 1 e 7 dias Consecutivos, 1979-1988	42
---	----

RESUMO

A questão ambiental é a preocupação contemporânea da Geomorfologia que tem, na ação antrópica, um importante agente de transformação. Uma das maneiras do homem alterar bruscamente as características ambientais de um dado espaço geográfico é através da mineração, principalmente a que é realizada a céu aberto, devido aos grandes deslocamentos de massa efetuados na exploração das minas.

No presente trabalho, buscou-se avaliar a aplicabilidade da Geomorfologia na recuperação de áreas mineradas a céu aberto da bacia carbonífera catarinense, localizando-se os estudos no município de Siderópolis, no Estado de Santa Catarina.

Procurou-se traçar perspectivas para a eficiente utilização dos conhecimentos geomorfológicos na reorganização destes ambientes degradados pela exploração do carvão, definindo-se com clareza o nível de atuação do geomorfólogo dentro de uma equipe interdisciplinar através de uma proposta de encaminhamento metodológico.

RESUMO

A questão ambiental é a preocupação contemporânea da Geomorfologia que tem, na ação antrópica, um importante agente de transformação. Uma das maneiras do homem alterar bruscamente as características ambientais de um dado espaço geográfico é através da mineração, principalmente a que é realizada a céu aberto, devido aos grandes deslocamentos de massa efetuados na exploração das minas.

No presente trabalho, buscou-se avaliar a aplicabilidade da Geomorfologia na recuperação de áreas mineradas a céu aberto da bacia carbonífera catarinense, localizando-se os estudos no município de Siderópolis, no Estado de Santa Catarina.

Procurou-se traçar perspectivas para a eficiente utilização dos conhecimentos geomorfológicos na reorganização destes ambientes degradados pela exploração do carvão, definindo-se com clareza o nível de atuação do geomorfólogo dentro de uma equipe interdisciplinar através de uma proposta de encaminhamento metodológico.

ABSTRACT

The environmental affair is a contemporary preoccupation of Geomorphology and has, in the anthropic action, an important changing agent. Away man suddenly change the environmental characteristics in a geographic space is through mining, mainly open sky mining, due to the great transfer done in mining explorations.

In the present work, we tried to evaluate the applicability of Geomorphology to recover open sky mining areas of the Catarinean coal fields. The studies were made in the district of Sideropolis, Santa Catarina State.

We tried to outline the perspective for an efficient use of geomorphic knowledges in the reorganization of coal extraction degraded environment, clearly determining the level of the Geomorphologist acting in an interdisciplinary team, through the proposal of a methodological guidance.

INTRODUÇÃO

1 - A QUESTÃO SOCIEDADE x NATUREZA

Nas últimas três décadas deste século, enquanto intensificou-se a busca de uma maior compreensão dos processos e interações ambientais, observou-se um aumento gradativo na conscientização de que homem e natureza são interdependentes. Até então, a natureza era tratada sob a ótica do domínio do homem sobre a natureza.

As consequências desta dominação chegaram a tal ponto que, enquanto destruía a natureza, o homem percebeu que estava destruindo a si próprio. Esta situação é atestada por afirmações tais como:

"... natureza e humanidade constituem unidade dinâmica, complexa, contraditória. O homem não é um elemento externo a ela, ao contrário, evolui, transforma-se necessariamente com ela" (ROSSATO, 1985, p. 35)

Afirmações como esta são muito recentes ao verificar-se

que, teoricamente, a separação sociedade-natureza é uma característica dominante do pensamento ocidental que evoluiu de forma complexa desde um passado remoto, ora fundindo-se, ora contrapondo-se a outras formas de pensamento. Assim, a questão é mais complexa e muito mais ampla do que a simples oposição homem contra a natureza ou, natureza contra o homem.

No momento, o importante é compreender que esta oposição é uma visão dicotomizada entre sociedade e natureza que se formou através de um processo histórico complexo. Hoje, para entender esta visão parcelizada é necessário conhecer ao mesmo tempo o modo de viver, de produzir e de pensar da sociedade em que vivemos. Isto significa dizer que, ao trabalhar e produzir, as sociedades traçam suas formas de relações com a natureza e criam seu meio ambiente. Assim, os conflitos sociais e os da sociedade com a natureza devem ser levados em consideração, pois o homem interatua primeiramente com o meio social e, através e por este, com o meio natural, transformando a natureza pré-humana em "natureza humanizada" (TRINCA F., 1989).

A recente conscientização de que há uma permanente interação dinâmica entre sociedade e natureza levou ao aparecimento de movimentos sociais que, há mais ou menos 30 anos, visavam a "salvação da humanidade" através da recuperação e/ou preservação ambiental. No entanto, é preciso considerar o fato de que nos países do Terceiro Mundo, a classe dominante está a serviço dos interesses externos e que os movimentos ambientalistas ainda não passaram da classe média, estando o grosso da população

sem se engajar. Assim, os grandes planos de desenvolvimento, e mesmo os ambientais, entre outros, geralmente estão desatrelados das reais carências terceiromundistas. Para amenizar este quadro, cada ramo da Ciência procura dar a sua contribuição, buscando resultados eficientes, inicialmente dentro de suas próprias fronteiras e, nos últimos anos, recorrendo à chamada interdisciplinaridade.

Na verdade, tratar da questão ambiental não é somente pesquisar sobre meio ambiente, acumulando-se volume de dados e soluções parciais. É, principalmente, utilizar os resultados e os dados obtidos nas pesquisas de forma prática, integrada e aberta em relação aos outros ramos do conhecimento. Integrar os conhecimentos parciais é como construir uma corrente de elos que fortalece e facilita a defesa dos sistemas naturais. Por isso, deve-se trabalhar numa perspectiva interdisciplinar, onde pode-se integrar harmonicamente dois ou mais ramos do conhecimento, e não multidisciplinar, onde muitas disciplinas são trabalhadas de forma individual. Se necessário, os paradigmas devem ser revistos para entrarem num processo de renovação. MONTEIRO (UFSC/2º ENESMA, 1989, vol. 3) aponta, com muita propriedade, três grandes problemas que atuam contra a eficiência do trabalho interdisciplinar:

a) o espírito de corporação, que levanta a infundável e inútil discussão sobre quem é o dono do ambiente tentando-se, com isso, atrelar poder, recursos financeiros e prestígio político a um ramo do conhecimento científico;

b) a especialização ou conhecimento fragmentado, que dis-

tancia cada vez mais a teoria da prática viável;

c) a falta de prática do exercício democrático, que deriva das duas anteriores pois o que acontece tradicionalmente é a constante tentativa de cada um tentar impor a sua idéia.

Contudo, o estudo interdisciplinar é a melhor solução para embasar o esforço de recuperação ambiental. No entanto, cada disciplina, cada Ciência, deve respeitar seus limites e suas limitações ao se conectar aos vários tipos de estudos ambientais. Isso significa dizer que nenhuma deve pretender ser a principal na elaboração de projetos de recuperação ou preservação ambiental, mas antes, procurar contribuir dentro de cada tipo de realidade ambiental.

2 - A QUESTÃO AMBIENTAL

Meio ambiente, ambiente natural, sistema natural ou, simplesmente, ambiente, são expressões cujas definições divergem um pouco de acordo com a abordagem ou concepção científica de cada pesquisador. Para tentar unificar o significado destas expressões, pode-se dizer que em todas elas trabalha-se principalmente com os elementos físicos da biosfera, em conjunto ou isoladamente, especialmente os da superfície terrestre, que podem ser enquadrados nas mais diferentes escalas, estando em um dado estágio de evolução e/ou sujeitos a ocupação por qualquer

tipo de ser vivo. Assim, são expressões que podem ser livremente empregadas no tratamento da questão ambiental.

O homem, desde que surgiu no planeta, vem satisfazendo suas necessidades de reprodução social através da criação e reconstrução do espaço. Com isto, ele transformou profundamente os ambientes originais para retirar deste meio os recursos necessários para a sua sobrevivência.

Sabemos, contudo, que com o passar dos séculos e especialmente no século XX, o advento das tecnologias de exploração bem como a expansão do consumo fez com que estas transformações adquirissem uma amplitude tal, que passaram a ser, na verdade, dilapidações do meio ambiente, muitas vezes irreversíveis. A consequência mais grave disto é a ameaça de sobrevivência da própria espécie humana via extinção gradativa das outras formas de vida, das quais depende.

A alteração repentina da superfície terrestre, mesmo que muito localizada, afeta imediatamente o equilíbrio da vida existente na área alterada, refletindo-se negativamente nos arredores. Isto para falar apenas dos locais onde a origem do evento geomorfológico, ou geológico, que causou a modificação não foi antrópica. Atualmente, estas alterações da superfície são frequentes em todo o mundo e geralmente causadas pelo homem.

Na Europa, há mais de trinta anos, autores como FELDS (1958) já criticavam a demora dos geógrafos em reconhecer no

homem um importante agente geomorfológico. Esse autor, afirmou que a paisagem tida como natural já havia sido indiretamente alterada pela ação antrópica. Para ele, a ação geomorfológica do homem, denominada de Geomorfologia Antropogenética, está no mesmo nível das mudanças operadas pela natureza.

Levando em consideração esta análise, pode-se dizer que o desprezo pelos efeitos da erosão, principalmente a antropogenética, ainda são constatados atualmente, pois os interesses político-econômicos, de uma maneira geral, continuam suplantando e evitando uma maior conscientização para os problemas ambientais.

BROWN (1971) também enquadra o homem no mesmo nível de atuação dos processos exogenéticos¹ ao alterar as formas topográficas no planeta. Após a atividade antrópica direta, outros processos geomorfológicos passam a atuar onde antes não ocorriam. Na sua opinião, a impermeabilização e fossilização dos solos pelo concreto, pavimentações e construções urbanas em geral é a maior influência indireta do homem sobre a superfície terrestre. A correlação feita por BROWN é de que a capacidade de atuar como processo geomorfológico é tanto maior quanto maior for o seu estágio de desenvolvimento tecnológico.

Na opinião de PENTEADO-ORELLANA (1981a) é importante considerar a ignorância como uma das principais causas dos desastres geomorfológicos do ambiente pois a atuação humana assume um caráter peculiar a cada país. ou região e, por isso, é necessário desenvolver modelos baseados nas especificidades sócio-

culturais e físicas e de sua rede de relações.

As opiniões de BROWN e de PENTEADO-ORELLANA, acima referidos, são, sem dúvida, importantes. No entanto, sabe-se que, seja qual for o nível de desenvolvimento de um país, grandes problemas ambientais estão ocorrendo. A diferença está, na verdade, na capacidade tecnológica-político-financeira para recuperar e/ou prevenir. Isto significa que, para minimizar os efeitos negativos da atividade antrópica no ambiente, este tripé formado pela tecnologia, decisão política (que traduz a própria vontade política) e potencial econômico deve apresentar equilíbrio entre seus componentes, pois preterir as relações no seu conjunto privilegiando as visões parciais para tentar obter delas as soluções gerais é muito mais perigoso para a revitalização dos sistemas naturais.

3 - A AÇÃO ANTRÓPICA E A GEOMORFOLOGIA

Desde que os pesquisadores (geomorfólogos, geólogos, etc.) deram-se conta da atuação dos processos erosivos na morfogênese dos relevos e que um dos agentes dinâmicos mais atuantes é o homem, várias propostas metodológicas vêm sendo elaboradas, testadas e discutidas no sentido de alcançar uma maior compreensão da dinâmica ambiental de cada região.

A maioria dos autores que pesquisam a dinâmica dos pro-

cessos atuantes na morfogênese utiliza a abordagem sistêmica em seus estudos, pois esta é considerada como a mais adequada para se obter respostas significativas aos questionamentos.

A partir da década de 70, tomando como base noções da Teoria Geral dos Sistemas² e da Ecologia³, autores como BERTRAND (1972) e SOTCHAVA (1977) passam a encarar os fenômenos físicos como uma "totalidade sistêmica" (ROSSATO, 1985) e tratam o geossistema como o objeto da Geografia Física.

Para BERTRAND, o geossistema é um complexo essencialmente dinâmico, sem que haja necessariamente homogeneidade fisionômica, e que está constituído por:

- um "potencial ecológico": geomorfologia + clima + hidrologia, formando o componente abiótico;
- uma "exploração biológica": vegetação + solo + fauna, formando o componente biótico;
- a ação antrópica, formando o componente antrópico.

A modificação destes três componentes provoca mudança de "estado", o qual se caracteriza por uma quantidade infinita de parâmetros de estrutura e de funcionamento.

BERTRAND dimensionou os geossistemas entre "alguns quilômetros quadrados e algumas centenas de quilômetros quadrados", colocando que

"... o geossistema constitui uma boa base para os estudos de organização do espaço porque ele é compatível com a escala humana" (BERTRAND, 1972, p.14).

A ação antrópica deve ser considerada como importante fator exógeno na entrada de energia dos sistemas naturais, pois provoca modificações diretas e indiretas na paisagem. Assim, SOTCHAVA (1977) enfatiza que os fatores sócio-econômicos influenciam a estrutura e as peculiaridades espaciais dos geossistemas e que, portanto, devem ser levados em consideração nas diversas fases de estudo desses "fenômenos naturais" (geossistemas). Este autor afirma que

"Modelos e gráficos de geossistemas refletem parâmetros econômicos e sociais influenciando as mais importantes conexões dentro do geossistema, sobretudo no que se refere às paisagens grandemente modificadas pelo homem" (SOTCHAVA, 1977, p.6).

SOTCHAVA enfatiza em seu texto que a efetiva participação dos geógrafos especializados em Geografia Física nas pesquisas, elaboração de projetos e experimentos relacionados à conservação do ambiente está vinculada ao aperfeiçoamento do estudo de geossistemas, principalmente através da análise de sistemas aplicada aos fenômenos naturais.

Diante dessas considerações deve-se ressaltar ainda que, ao realizarem-se estudos através da abordagem dos geossistemas, o ambiente investigado é sempre encarado numa concepção dinâmica. Isto porque os geossistemas são essencialmente sistemas dinâmicos naturais, impactados ou não por componentes sócio-econômico, e sua classificação para estudo do meio natural ainda está em evolução.

TRICART (1976, 1977), outro importante pesquisador, defen-

de a intervenção ordenada, racional e integrada no ambiente, de modo a não desencadear fenômenos indiretos que diversifiquem de forma negativa os processos geomorfológicos. Para ele a "ordenação integrada" é o conhecimento do sistema natural suficientemente abrangente para que forneça condições de agir sobre os recursos em situação financeiramente compatível. Para tanto, propõe eliminar-se o caráter estático dado a geomorfologia em trabalhos como os do CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization), na Austrália, avaliando de forma integrada as características regionais. Para realizar esta avaliação, TRICART definiu quatro etapas sucessivas:

"... definição do quadro regional, análise morfo-dinâmica, recursos ecológicos e problemas da gestão do território" (TRICART, 1976, p. 66).

Assim, dentro de sua proposta, realiza detalhadas considerações no tocante ao enfoque geomorfológico quando do estudo integrado de ordenação do meio natural. Ao propor um estudo integrado define e analisa os seguintes tipos de situações ambientais: os meios estáveis, os meios intermediários e os meios instáveis. Ao final, trata da avaliação integrada das características regionais para fins de "organização ou reorganização do território.

O método de TRICART pode ser considerado como um dos mais abrangentes para fins de compreensão do meio natural pois leva em conta a evolução do sistema no tempo e no espaço, suas heranças e prováveis alterações.

BERTRAND, TRICART e SOTCHAVA foram pioneiros na Geografia Física ao darem um tratamento científico mais voltado às ques-

tões ambientais. No Brasil, os pesquisadores preocupados com a problemática ambiental discutem com especial atenção

"As questões de transformação da natureza pelo homem e, a metodologia mais adequada para apreendê-la ..." (ROSSATO, 1985, p. 30).

GUERRA (1978) criticou a falta de trabalhos aplicados de geomorfologia. Sua preocupação maior é com a escassez de conhecimentos sobre o funcionamento do ambiente natural das regiões tropicais e a pouca importância dada a este fato. Para ele, a região tropical é o sistema natural de maior fragilidade e onde há grande ocorrência de catástrofes. Assim, a escassez de conhecimentos científicos somada aos problemas ligados ao sistema sócio-político-econômico dos países do Terceiro Mundo, onde estão localizadas a maior parte das regiões tropicais, dificultam em muito a tomada de decisões eficazes.

Sem dúvida são necessários estudos mais sistemáticos para se obter um conhecimento maior dos sistemas naturais nas regiões tropicais para aplicar eficazmente os conhecimentos geomorfológicos. Neste sentido, PENTEADO-ORELLANA (1985) apresenta uma aplicação do método de análise integrada no estudo do meio ambiente, sendo que, na sua concepção, ambiente é uma rede complexa de interações físicas, naturais, biológicas e sociais, incluindo as modificações empreendidas pela criatividade humana (PENTEADO-ORELLANA, 1981a). Com base nesta proposta, esta autora estudou uma área do Distrito Federal. Neste, fez-se a tentativa de um esforço conjunto entre profissionais de várias áreas para a recuperação do ambiente, onde é enfatizado o papel do geógra-

fo:

"... os geógrafos são os profissionais especialistas mais indicados para estudar as questões ambientais. A síntese ambiental requer equipes multidisciplinares e nessas equipes os geógrafos físicos e humanos devem trabalhar lado a lado com ecólogos, geólogos, biólogos, agrônomos, engenheiros, planejadores urbanos, arquitetos, sociólogos e outros especialistas" (PENTEADO-ORELLANA, 1985, p. 126).

A Geomorfologia é um ramo da ciência que, basicamente, estuda e tenta entender as formas terrestres através da análise dos processos que atuam na superfície. Nas últimas décadas do século XX, esta disciplina tem levado em consideração o fato de que a geomorfogênese está ligada não só a fatores físicos exógenos e endógenos⁴, como também a ação antrópica. Isto porque, ao longo da história, o homem vem provocando e intensificando profundas modificações na paisagem.

Além de levar em conta a ação antrópica, pesquisadores como ORY (1975) e MONTEIRO (1978) chamam a atenção para que sejam estudados os climas locais⁵, pelos efeitos que as alterações nos mesmos provocam a nível de espaços sub-regionais. Assim, através da atuação dos processos morfogenéticos advindos das condições climáticas em concordância com a estrutura da rocha e cobertura vegetal, deve ser detectada a dinâmica atual. Para isso, é preciso a Geomorfologia apresente uma linguagem facilmente compreensível para todos, melhorando a aplicabilidade de mapas geomorfológicos aos problemas de outros profissionais.

Essas e outras contribuições convergem para a discussão da questão ambiental e do papel da Geomorfologia, principalmente na solução dos problemas de áreas gravemente degradadas, que se avolumam. Apesar das muitas propostas para a efetiva utilização da Geomorfologia, na prática não está muito claro em que proporção se dá a sua aplicação em cada tipo de problema ambiental. Assim, o presente estudo pretende contribuir como mais um trabalho que tenta resgatar a diversificada aplicabilidade da Geomorfologia.

4 - A MINERAÇÃO ENQUANTO ÁREA DE DEGRADAÇÃO

Uma das atividades extrativas que altera bruscamente as características de um dado espaço geográfico é a mineração, especialmente a que é realizada a céu aberto, devido aos grandes deslocamentos de massa efetuados nas explorações das minas. Neste tipo de atividade, conforme FELDS (1958), o homem intervém diretamente na condição de agente geomorfológico, ao empregar seus pesados equipamentos de trabalho e influenciando sobre a ação geomorfológica, ao desviar os cursos d'água para facilitar a exploração, ao criar pilhas de resíduos e ao provocar desmoronamentos de variadas proporções por abrir galerias subterrâneas. Segundo este mesmo autor

"... o deslocamento de massas na exploração das minas ultrapassa de muito o vulcanismo atual ..."
(FELDS, 1958, p. 357).

Ao analisar-se a mineração sob o ponto de vista de BROWN (1971) pode-se dizer que esta atividade encontra-se inserida, ao mesmo tempo, nas três categorias principais onde o autor considera o homem como agente geomorfológico. Na "ação proposital direta" a mineração cria terras áridas onde não ocorriam e, quando há tentativas para corrigir tal situação, a forma da topografia é modificada, principalmente para resolver a questão estética. A "ação direta, mas incidental" é exemplificada pela mineração subterrânea e a de céu aberto do carvão, que destrói completamente a forma original da superfície, alterando seu comportamento geomorfológico através de desmoronamentos, alterações das camadas superficiais e formação de bancos de rejeitos. Por último, a "influência indireta do homem sobre o aspecto do solo", ocorre através da modificação e diversificação dos processos geomorfológicos que, por exemplo, alteram bruscamente a ação do intemperismo químico e físico. Para BROWN:

"A erosão do solo é o mais conhecido e documentado de todos os efeitos geomorfológicos do homem ... não há dúvida de que os seres humanos têm deliberada e acidentalmente devastado vastas áreas e assim acelerado, indiretamente, a erosão. O grau de erosão é substancialmente aumentado quando a superfície do solo é revolvida após a desnudação" (BROWN, 1971, p. 11)

Pode-se acrescentar além disso, que mesmo com a recuperação da superfície, ocorre a alteração do comportamento geomorfológico, trazendo consequências imprevisíveis.

Cada atividade mineira leva a degradações de diferentes intensidades (GUIDUGLI, 1985). No presente trabalho trata-se

mais especificamente da mineração do carvão realizada a céu aberto, situando a área de estudo na bacia carbonífera do Estado de Santa Catarina. O desenvolvimento deste tema foi motivado principalmente pelo fato de esta região ter sido considerada, em 1980 através do Decreto nº 85.206, como a 14ª Área Crítica Nacional em termos de degradação ambiental, além dos alertas de experientes pesquisadores como LAGO (1988) quando diz:

"A perspectiva futura, daqui a algumas décadas, deverá nos dar, com mais consistência, o significado dos impactos ambientais. Afinal, os recursos minerais não comportam safras. Utilizados, eles se perdem na voracidade dos tempos. Os benefícios envelhecerão e serão esquecidos. Mas os ambientes deteriorados serão eternizados se, hoje, deixarmos de lhes dar a proteção que merecem, enquanto estivermos no período de vacas gordas da economia destrutiva mineira" (LAGO, 1988, p. 321).

A situação atual da área escolhida para estudo resultou de uma "derivação negativa" do sistema natural provocada pela atividade antrópica, sendo esta influenciada por fatores econômicos e sociais. A solução, então, foi tentar, por iniciativa do Estado, fazer uma "derivação positiva", o que significa

"... a tentativa de modelizar para recriar espaços, conduzindo os efeitos destruidores num caminho de auto-regulação dos sistemas agredidos, para poder manter o espaço habitável e produtivo" (PEN-TEADO-ORELLANA, 1981a, p. 06).

Trata-se da implantação de uma recuperação ambiental piloto, em área minerada a céu aberto na bacia carbonífera catarinense, que é analisada mais detalhadamente ao longo deste trabalho.

5 - O TRABALHO: SEUS OBJETIVOS, SUA ESTRUTURA

No presente trabalho, trata-se da Geomorfologia com especial atenção, que traz nos estudos de alguns de seus pesquisadores afirmações referindo-se a contribuição desta disciplina nos estudos ambientais em geral. PENTEADO-ORELLANA, por exemplo, diz que a Geomorfologia

"... fornece as bases para planejamentos regionais e globais, levantamentos de infra-estrutura ambiental, que são os elementos de suporte dos geossistemas. Ela interfere no sistema sócio-econômico com subsídios para planejamento de bacias hidrográficas, uso da terra, planificação de sistemas de circulação, oferecendo noções quantificadas da avaliação do relevo e dos processos que interferem nos traçados, desgaste e uso de estradas e suas repercussões no meio ambiente" (PENTEADO-ORELLANA, 1981, p. 217).

A contribuição dos estudos geomorfológicos na solução de problemas ambientais também é evidenciada por MAIO (1981). Segundo sua opinião, aplicar os princípios da geomorfologia aos do estudo da poluição resulta numa grande interação dinâmica como indicador de processos que atuam na qualificação do ambiente.

Diante das colocações sobre Geomorfologia, anteriormente referidas e de tantas outras no sentido de promover sua aplicação, constatamos que a questão ambiental é a preocupação contemporânea da Geomorfologia, sobretudo tendo a ação antrópica

como importante agente de transformação do ambiente.

Na tentativa de fornecer subsídios para a ampliação da discussão dentro deste contexto, o objetivo geral do presente trabalho é avaliar a aplicabilidade da Geomorfologia na recuperação de áreas mineradas, mais especificamente as de carvão, procurando traçar perspectivas para a sua efetiva utilização na recuperação destes ambientes. Com isso, pode-se definir, mais claramente, o nível de atuação do geomorfólogo, que certamente muito tem a contribuir para solucionar problemas ambientais desta natureza.

Pode-se dizer que não houve uma preocupação em seguir uma metodologia de pesquisa pré-estabelecida, pois a inexistência de estudo semelhante propiciou que o caminho para se alcançar os objetivos fosse traçado durante o desenrolar do trabalho. Na fase de projeto procurou-se desenvolver um esboço metodológico para dar início ao trabalho, onde foi previsto a realização de: fotointerpretação do uso da terra de duas épocas diferentes (1957 e 1978) da área onde foi implantado o projeto de recuperação piloto da FATMA/ECP; entrevistas com os atuais responsáveis pela área deste mesmo projeto; visitas ao local para identificar as condições ambientais presentes da área de estudo e arredores. A dissertação foi redigida, então, somando-se ao conhecimento do conjunto de considerações teóricas sobre Geomorfologia a análise dos dados levantados sobre a realidade das condições ambientais da área piloto.

A delimitação dada foi a de um estudo de caso que permitisse, ao mesmo tempo, avaliar a questão da aplicabilidade da Geomorfologia como instrumento de análise ambiental bem como avaliar sua aplicabilidade num caso específico como o da mineração de carvão a céu aberto, demonstrando como se dá a participação do geomorfólogo. Para tanto, escolheu-se uma área da bacia carbonífera catarinense onde já foi tentada a recuperação ambiental por um órgão estadual (FATMA - Fundação de Amparo a Tecnologia e ao Meio Ambiente), mas que, por um conjunto de fatores, não alcançou seus objetivos a contento.

O trabalho está estruturado basicamente em três capítulos onde, primeiramente, fez-se um estudo sobre as condições físicas da área, em duas épocas diferentes, para ampliar as informações já existentes. Foi realizado um trabalho de fotointerpretação em três fotografias aéreas (nº 261, 262 e 263) do voo de 1957 e em um par (nº 21.160 e 21.162) do voo de 1978, todas na escala 1:25.000, que resultou em dois mapas de uso da terra da área circunvizinha ao setor onde se localiza o setor em que foi implantado o projeto piloto. Destacou-se, para fins de análise, a cobertura vegetal primária e a secundária, as áreas de mineração, de agricultura, de ocupação humana concentrada (áreas de urbanização) e o curso d'água principal (Rio Fiorita). A comparação entre as duas épocas permitiu que se demonstrasse o avanço das alterações ocorridas na ocupação do espaço na região da área piloto, num período de vinte anos. Como apoio para esta fase de fotointerpretação, utilizou-se a carta topográfica Criciúma na escala de 1:50.000.

Complementando-se o estudo das características físicas foi utilizado o Atlas de Santa Catarina (1986), que forneceu dados em âmbito regional/estadual sobre a geomorfologia, vegetação original e solos. Verificou-se o comportamento climatológico da região através da análise de dados pluviométricos, arrolados dia a dia, em um período de dez anos (1979 a 1988) da estação meteorológica Urussanga. Nesta etapa, deparou-se com a dificuldade em encontrar bibliografia específica sobre as características locais e com a impossibilidade de confeccionar um mapa geomorfológico-ambiental da área. Assim, inteirou-se a análise através de visitas ao local de implantação do projeto piloto da FATMA/ECP.

No segundo capítulo, fez-se uma análise do conteúdo da proposta de recuperação das condições ambientais na área experimental que foi implantada pela FATMA em 1982. Mostra-se, entre outros itens, cada fase da elaboração do projeto e que resultados foram obtidos. Buscou-se, também, detectar as causas do não monitoramento da área e as consequências de tal situação, através de entrevistas com pessoas procuram fazer um acompanhamento das transformações ocorridas no local.

Finalmente, através deste conjunto de dados levantados somado ao embasamento teórico, discute-se a aplicabilidade da Geomorfologia como instrumento para a recuperação ambiental e o seu papel em área de mineração de carvão, especialmente a que é efetuada a céu aberto. Desta discussão, resgata-se alguns pontos sobre a questão ambiental ligados a problemática do carvão

é lança-se uma proposta de procedimento metodológico para avaliar-se o modo como se dá a participação da Geomorfologia, bem como uma tentativa de aplicação prática desta proposta.

NOTAS

- 1 - Processo Exogenético ou Fator Exogenético: são processos modificadores da paisagem resultantes de forças geológicas que agem externamente à crosta terrestre. Exemplo: calor solar, força da gravidade, chuvas, ventos, baixas temperaturas, etc.
- 2 - Sistema: numa definição bem ampla, é um conjunto de elementos que se inter-relacionam. Ao longo do tempo, muitos pesquisadores, de vários ramos da Ciência, construíram conceitos mais específicos que contribuíram para a estruturação da Teoria Geral dos Sistemas.
- 3 - Ecologia: segundo MENEGOTTO (1973, p. 07) "é o ramo da Biologia que estuda as RELAÇÕES dos seres vivos entre si e deles com o AMBIENTE" entendido como "o conjunto das condições que cercam o ser vivo" (p. 09). Para uma leitura mais aprofundada destes conceitos ver também LAGO & PADUA (1985).
- 4 - Processos Endógenos ou Fatores Endógenos: são os processos modificadores da paisagem que resultam de forças geológicas atuantes internamente na crosta terrestre. Exemplo: vulcanismo, sismos, etc.
- 5 - Clima Local: Segundo BAGNOULS & GAUSSEN (1963, p. 566) é "a reunião de pontos que sofrem todo o tempo, as mesmas influências atmosféricas: quando chove, a água cai em toda a localidade, ... que pode ter uma área muito extensa ou um pedaço reduzido (uma Montanha por exemplo).

CAPÍTULO I

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

1 - A PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DA BACIA CARBONÍFERA CATARINENSE

1.1 - HISTÓRICO

Antes de ser detectada a presença de carvão na região carbonífera catarinense nas primeiras décadas do século XIX, esta possuía uma vocação especial para desenvolver a atividade agrícola, porque fora ocupada principalmente por imigrantes italianos. Este povo, tradicionalmente apegado à terra, proporcionou uma produção agrícola diversificada e desenvolveu a pecuária, especialmente a suinocultura.

O carvão foi detectado em 1828 e, desde então, sua exploração em Santa Catarina teve vários períodos de maior impulso e outros de queda na produção durante os últimos 163 anos (1828 a 1991). Esses períodos foram ocasionados por muitos fatores. Primeiramente, pelo decreto de 1876, que ligava a concessão da fer-

rovia E. F. Dona Tereza Cristina a exploração do carvão, mas principalmente pela queda nas importações do carvão estrangeiro, este de melhor qualidade por possuir menor teor de impurezas. As duas guerras mundiais proporcionaram conjunturas favoráveis a ampliação da produção de carvão pelo empresariado nacional devido a substituição de importações. Ao término de cada guerra, retornava o interesse maior pelo carvão estrangeiro, com fretes e qualidade mais vantajosos, levando a economia carbonífera catarinense a decair.

No governo de Getúlio Vargas, iniciou-se outra fase de aumento da produção, quando impõe-se o consumo do carvão nacional na proporção de 10% a 20% sobre o importado e com a implantação da Siderúrgica de Volta Redonda.

No final da década de 50, muitos municípios da bacia carbonífera desmembram-se em municípios menores (Siderópolis, por exemplo, criado em 1958), sendo sua urbanização e crescimento econômico estimulados basicamente pela extração, beneficiamento e comercialização do carvão. Depreende-se disso a consequente dependência sócio-econômica da produção carbonífera, que acabou por afetar diretamente os destinos da região que passou a ter sua economia girando em torno da atividade de mineração.

A partir do Modelo Energético Brasileiro de 1970 e da crise do petróleo desde o início desta mesma década, a produção do carvão nacional ganha novo estímulo. Para possibilitar a substituição do petróleo o governo federal apresentou uma política de

subsídios e surgiram as minas de grande porte, que passaram a utilizar a mecanização na lavra. A produção diminuiu muito em 1985, quando iniciou-se a grande crise que a indústria carbonífera enfrenta atualmente, devido a retirada dos subsídios, a queda no consumo, a falta de política para o setor e a queda no nível de produção.

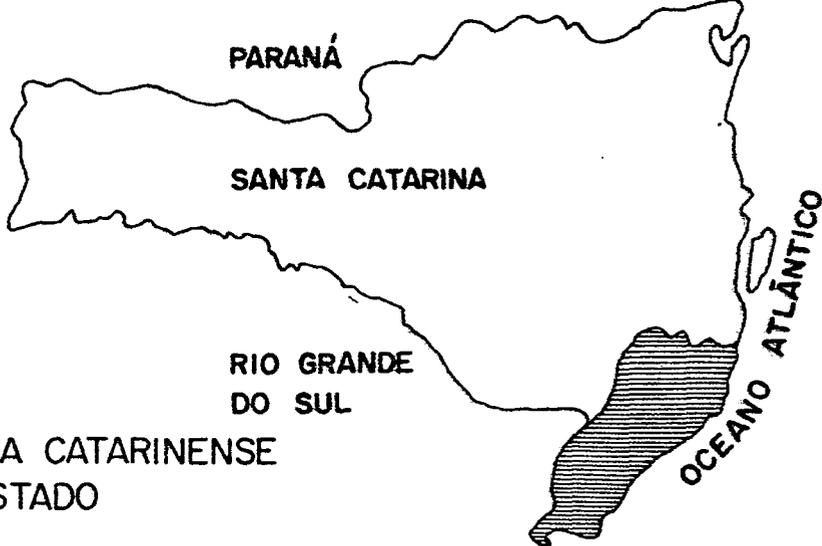
1.2 - A BACIA CARBONÍFERA CATARINENSE

Todos estes altos e baixos na produção carbonífera ocorreram na região sul do Estado de Santa Catarina, a qual possui cerca de 9.553 km² e engloba 32 municípios¹ (Figura 1).

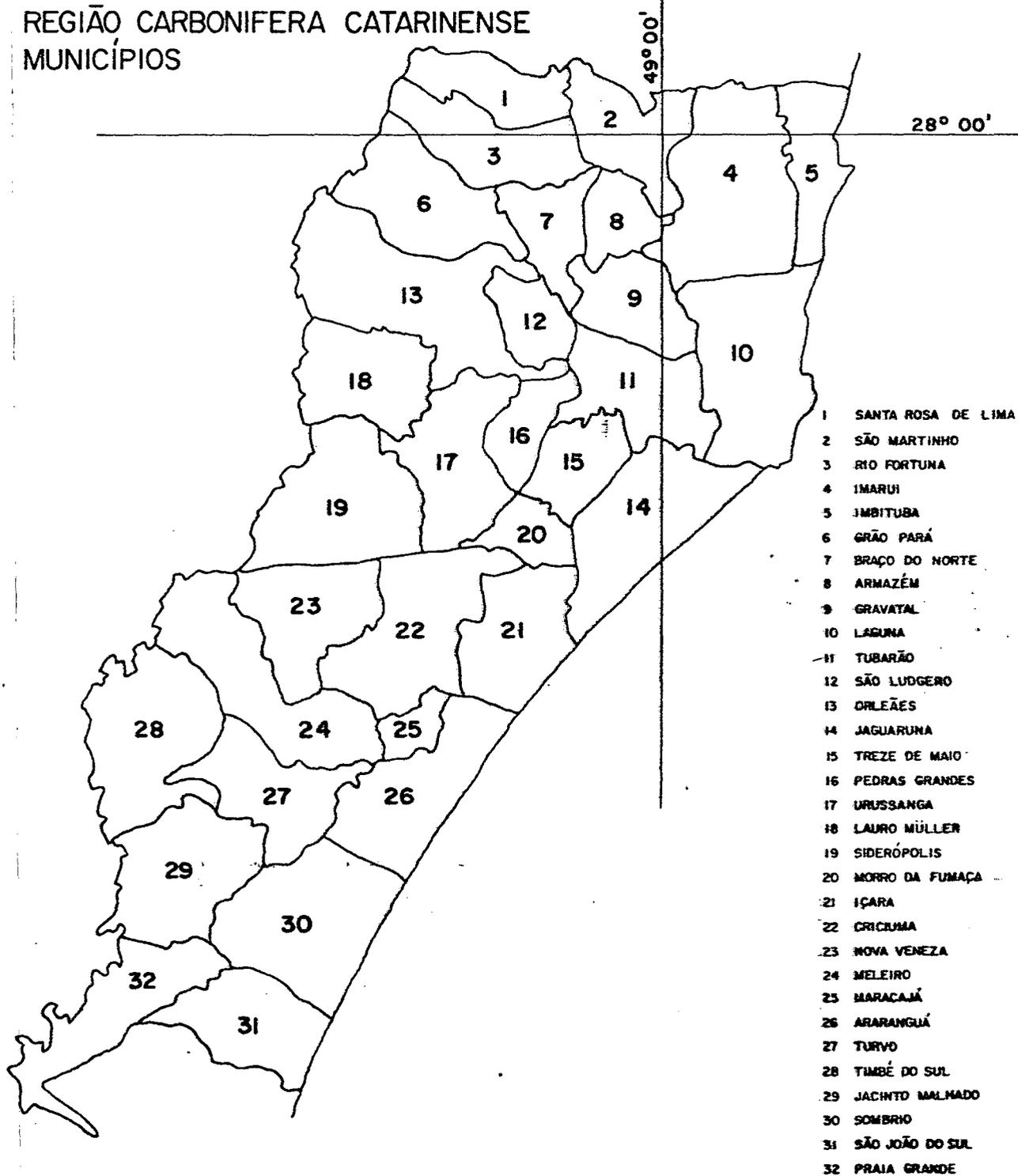
Nesta área, ocorre uma grande diversidade de ambientes pois, nas diversas ramificações das Serras Cristalinas Litorâneas e Serra Geral ali presentes, existem vários tipos de solos e de climas locais que tornam a composição florística e topográfica bastante complexa. Contudo, para desenvolver o tema do presente trabalho fez-se necessária uma descrição, ainda que geral e sucinta, dos aspectos físicos regionais para melhor situar a área específica de estudo.

Partindo da caracterização geológica, a bacia carbonífera catarinense propriamente dita tem uma extensão total de 3.000 km² e localiza-se na parte central da região sul do Estado. Está inserida na Formação Rio Bonito, do Permiano Médio (período Neo-Paleozóico), com cerca de 230 milhões de anos. Esta Formação é

REGIÃO CARBONÍFERA CATARINENSE
LOCALIZAÇÃO NO ESTADO



REGIÃO CARBONÍFERA CATARINENSE
MUNICÍPIOS



FONTE: GOTHE, 1988 (MODIFICADOS)

ESCALA: 1:1.000.000

uma sequência sedimentar da Bacia do Paraná, sendo que as camadas carboníferas estão em porções dos municípios de Araranguá, Criciúma, Siderópolis e Lauro Muller. A direção dos afloramentos é Norte/Sul, ao longo da encosta da Serra Geral, assentando-se sobre rochas sedimentares do Grupo Itararé e Embasamento Granítico de Pedras Grandes (Figura 2). Localmente, no município de Siderópolis, observa-se o contato com a Formação Palermo².

A Formação Rio Bonito possui três subdivisões: Membro Siderópolis (Rio Bonito Superior), Membro Paraguaçu (Rio Bonito Médio) e Membro Triunfo (Rio Bonito Inferior). A sua espessura média é de 200 metros composta na porção superior (Membro Siderópolis) por um pacote de arenito. Este arenito varia de fino no topo, a grosso na base, com camadas de carvão. Na porção Média (Membro Paraguaçu) predominam rochas pelíticas com siltitos e folhelhos, com intercalação de arenitos e camadas de carvão. Na porção basal (Membro Triunfo) voltam a predominar arenitos, geralmente com raras camadas conglomeráticas (FATMA/UFRGS 1978 e FATMA/ECP 1982a)

A bacia carbonífera catarinense é drenada pelas bacias hidrográficas dos rios Araranguá, Urussanga e Tubarão, cuja qualidade e usos de suas águas estão seriamente comprometidos pela poluição do ar e do solo, provocada pela exploração do carvão. Esta situação já ameaça gravemente o abastecimento de água potável em algumas cidades (por exemplo, Criciúma).

Este quadro de poluição vem sendo agravado devido ao ele-

POSIÇÃO ESTRATIGRÁFICA DA FORMAÇÃO RIO BONITO

SUPERGRUPO TUBARÃO	GRUPO GUATÁ	FORMAÇÃO PALERMO	
		FORMAÇÃO RIO BONITO	MEMBRO SIDEROPOLIS
			MEMBRO PARAGUAÇÚ
	MEMBRO TRIUNFO		
GRUPO ITARARÉ			
EMBASAMENTO CRISTALINO PEDRAS GRANDES			

FIGURA -2

FONTE : SCHNEIDER ETTALII, 1974 IN: FATMA, 1982, p.29

vado 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, o qual é composto por elementos químicos altamente poluentes (enxofre, ferro e outros metais pesados). Este rejeito é depositado em enormes pilhas ao redor das áreas mineradas que, na maioria das vezes, estão muito próximas do perímetro urbano das sedes municipais, das vilas e da drenagem da bacia carbonífera. Estando expostos ao ar livre, sob a ação do clima (precipitação, ventos, variação de temperatura, etc.), os rejeitos acabam por provocar grave poluição química pela reação de seus vários elementos a umidade, calor, entre outros. Conseqüentemente, esta situação compromete a utilização da água dos rios e a qualidade do ar devido a formação de gases tóxicos que vão, além de outros efeitos, provocar as "chuvas ácidas" (FATMA/UFRGS, 1978) pela combinação desses gases na circulação atmosférica.

Os problemas ambientais são sérios tanto na mineração de carvão de subsolo como na de céu aberto. Preferiu-se tratar mais especificamente da segunda por esta provocar a destruição da vegetação e do solo devido às escavações mecânicas, estabelecendo, então, uma brusca ruptura de equilíbrio e profundas modificações no relevo, o que é descrito por VOLPATO (1984):

"... escavadeiras possantes, como a 'Marion', rasgam o solo em vales de até 40 metros de profundidade, deixando o chão a vista. A 'Marion', em sua concha gigante, retira várias toneladas de terra removendo em uma hora de trabalho quase mil metros cúbicos de terra e pedra, para deixar a superfície desnuda, sem vegetação, transformando o

solo por onde passa em deserto negro e árido" (VOLPATO, 1984, p. 39).

Esta descrição indica que os métodos de lavra a céu aberto promovem a remoção do capeamento do solo com sensível modificação da paisagem. Há uma inversão das camadas originais, pois formam-se pilhas que têm como base os horizontes de solo A e B. Na superfície, são colocados os folhelhos, arenitos e siltitos, denominados tecnicamente de estéreis. Portanto, há uma alteração das condições ambientais pois o conjunto de pilhas de estéreis formam campos de rejeitos comumente chamados de paisagem lunar. Nestas áreas praticamente inexistente cobertura vegetal, o que acentua a ação erosiva quando há maior intensidade de precipitação. A microrrede de drenagem que se forma nessas ocasiões transporta o material contaminado por metais pesados dos campos de rejeitos para os demais cursos d'água da região.

A maioria destas áreas tiveram o início de suas lavras há cerca de quarenta anos (década de 50) e uma intensificação da exploração após a década de 60. Este é o período em que FELDS (1958) alertava para os problemas ambientais imediatos causados pela mineração. Também coincide, a despeito desses alertas, com a época da abertura do Brasil ao capital estrangeiro, quando, segundo PEREIRA (1987)

"As orientações dos planos governamentais mencionam explicitamente, no quadro da definição dos programas siderúrgicos e do carvão (...) a necessidade de desenvolvimento dos segmentos de carvão e de minério de ferro para utilização como insumo siderúrgico e energético" (PEREIRA, 1987, p. 13).

Isso significa que, para atender rapidamente às necessidades governamentais para a execução desses planos, verificou-se o predomínio da exploração a curto prazo, em detrimento da planificação da utilização dos recursos naturais que levassem em conta as interações em todos os níveis (ecológico, social e econômico), o que demandaria prazo mais longo, e por isso, sem a maximização dos benefícios monetários.

Outro problema que se constata é a indiferença em reconstituir as condições ambientais na região carbonífera ao ser ignorada a aplicação da legislação por parte das mineradoras. Desde 1984, a legislação exige que todo minerador deve fazer uma recuperação simultânea da lavra (Portaria FATMA nº 086/84). No entanto, na maioria das áreas é feito um reflorestamento para o aproveitamento econômico sem que se dê atenção a uma efetiva recuperação ambiental. A própria legislação, ao não deixar claro a maneira de reconstituir as áreas, permite que o replantio de árvores seja feito com essências florestais como o eucalipto, o pinus e a acácia negra, que são espécies que fornecem lenha e madeira, trazendo apenas um retorno econômico, o que beneficia somente aos empresários. Sob essas essências, outras plantas não conseguem se desenvolver e, após dois ou três anos, conforme o porte das árvores, estas são retiradas. Assim, ao serem cortadas, ocorre novamente a exposição de estéreis a ação da chuva, do sol e da erosão, que retira a fina camada de solo vegetal.

Esta situação traz o agravamento do problema de abastecimento de água potável causado pela contaminação do lençol freático, pelo desmatamento e pelo replantio de matas homogêneas com

espécies não nativas. Além disso, a poluição dos cursos d'água ultrapassa os limites da bacia carbonífera através do sistema de migração de águas fluviais e subterrâneas (percolação), o que vem diminuindo a quantidade de água potável disponível em toda a região sul do Estado. Para ter-se uma idéia da gravidade deste problema, nem mesmo a filtragem com filtros de barro, de uso comum da população, retira o metal pesado da água porque suas velas funcionam apenas para a limpeza bacteriológica.

Todo este quadro teve como grande e importante consequência a intensificação da degradação ambiental, ameaçando a existência humana e dos demais seres vivos. Isto porque, nos últimos vinte anos, os incentivos ao desenvolvimento acelerado suplantaram toda a visão ambiental (preocupação com os sistemas naturais). Essa corrida desenvolvimentista provocada pelo regime militar (1964-1985) continua surtindo seus efeitos desastrosos para o meio ambiente, como por exemplo, as tecnologias para a agricultura de exportação ou a produção para a demanda externa em geral, que atraiu o uso maciço de agrotóxicos com suas consequências nefastas, acelerou a derrubada das matas para aumentar as áreas de lavouras, entre inúmeros outros problemas. Então, enquanto se pensa que marchamos para um desenvolvimento semelhante ao do primeiro mundo, na verdade recuamos, ao degradarmos o ambiente.

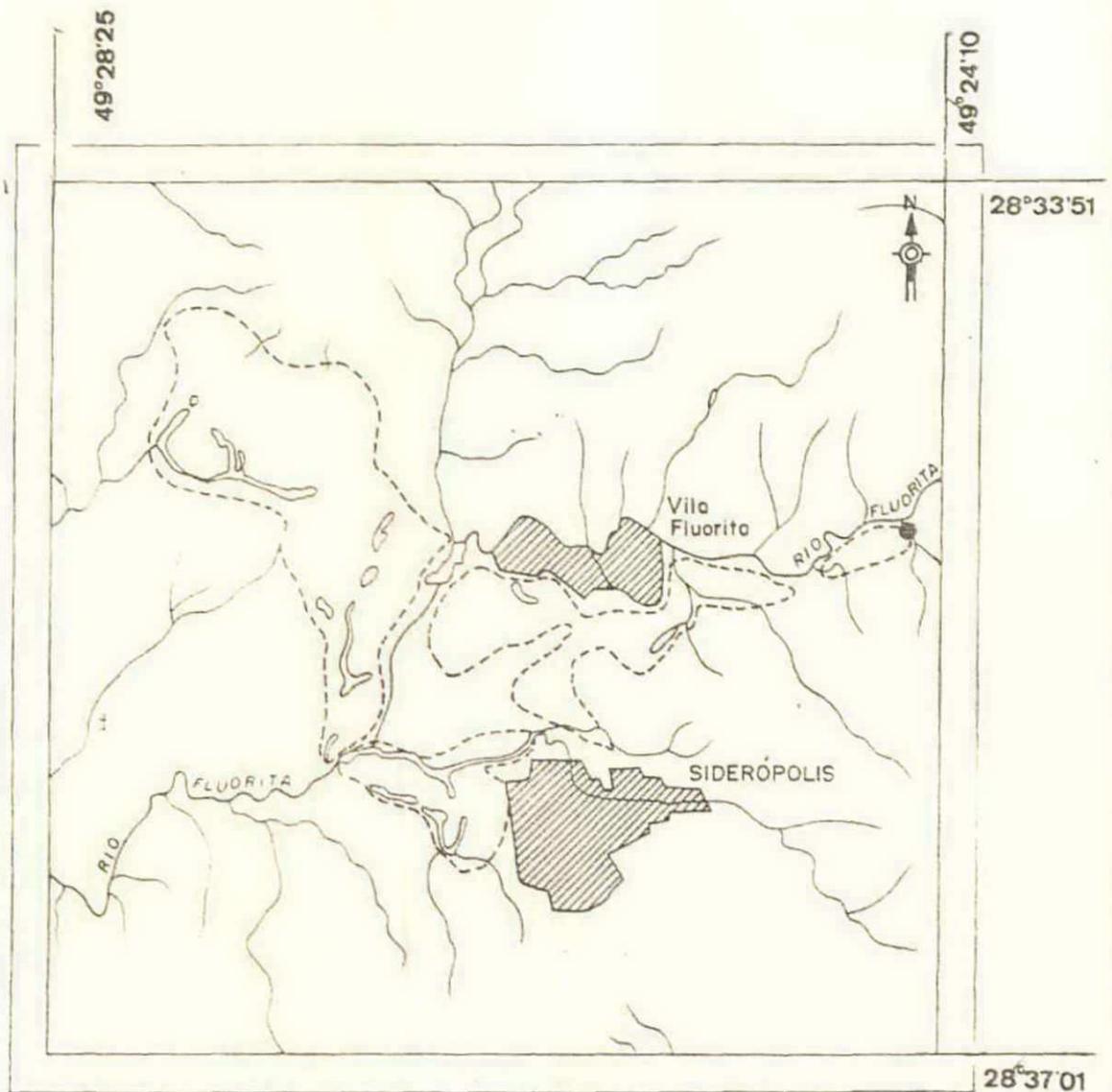
Apesar dos problemas ambientais virem se acumulando de longa data, a conscientização mais ampla começou na década de 60 nos países desenvolvidos e, no Terceiro Mundo, alguns anos mais

tarde. Nestes países, a miséria e a deterioração do ambiente andam juntos, pois o processo econômico traz em si um processo de degradação ambiental. A prova disso são as constatações feitas nos relatórios da FATMA, no início da década de 80. Nestes, além de serem apontados os problemas com a qualidade do ar e da água da bacia carbonífera, os técnicos advertem que

"A degradação do meio ambiente, principalmente em Siderópolis, determinou um comportamento psico-social diferenciado de sua população, motivado pelo aspecto desolador das áreas mineradas a céu aberto hoje paralisadas, e que estão a cercar seu perímetro urbano. As consequências, além de outras, são 30 casos/mês de acidentes de trabalho" (FATMA, 1983 p. 52).

A séria situação de poluição da bacia carbonífera catarinense fez com que o governo federal a decretasse como a 14^a Área Crítica Nacional para Efeitos de Controle da Poluição e Conservação da Qualidade Ambiental (Decreto nº 85.206 de 25/09/80). A FATMA, então, contratou os serviços da empresa Engenheiros Consultores S.A. (ECP) do Rio de Janeiro para a elaboração do Programa de Conservação e Recuperação Ambiental da Região Sul de Santa Catarina. Este Programa consta de vários projetos abordando desde a legislação específica para a mineração e uso do carvão até propostas de recuperação e monitoramento nos vários setores de poluição da bacia carbonífera.

Os problemas causados pela mineração a céu aberto levaram a uma tentativa de recuperação piloto numa área experimental localizada no município de Siderópolis (Figuras 3 e 4)³. O relató-



ESCALA 1:50.000

- Limite das Áreas Mineralizadas
- Área de Implantação da Recuperação Piloto
- ▨ Área Urbana

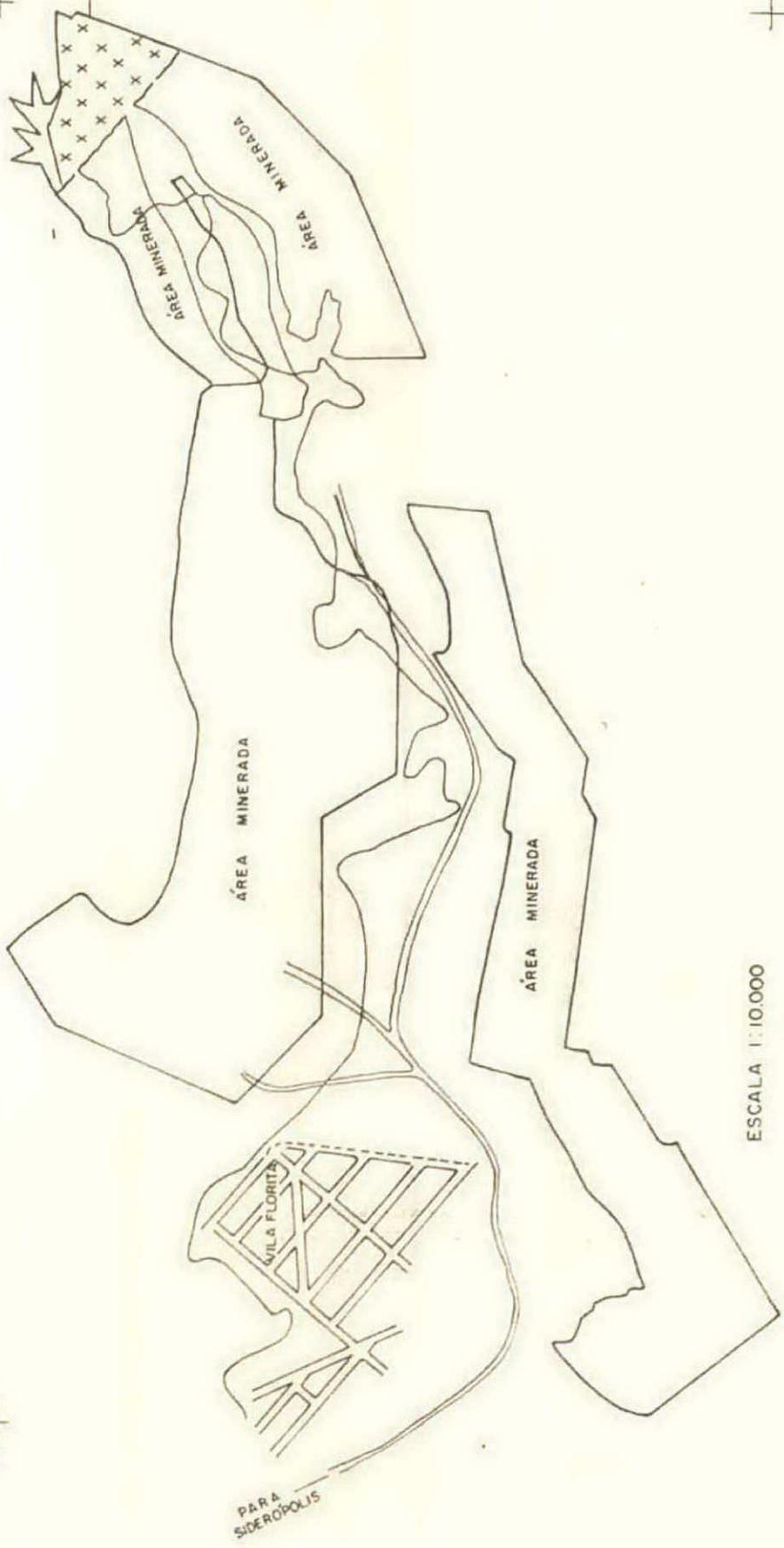
FIGURA 3 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE RECUPERAÇÃO PILOTO NO MUNICÍPIO DE SIDERÓPOLIS.

FONTE: CARTA TOPOGRÁFICA CRICIÚMA

49° 24' 24"

28° 34' 36"

RECUPERADA



28° 35' 01"

ESCALA 1:10.000

Fig. 4 - PLANTA DE SITUAÇÃO DA ÁREA DE RECUPERAÇÃO PILOTO

FONTE: PROJETO FATMA, 1982

rio final deste projeto, denominado "Recuperação Piloto de Área Minerada a Céu Aberto" (FATMA, 1982c) faz parte do Programa de Recuperação elaborado pela ECP e é uma das bases para o desenvolvimento do presente trabalho, sendo que seu conteúdo é descrito e analisado no Capítulo II.

2 - CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE SIDERÓPOLIS

No município de Siderópolis, no qual está situada a área de recuperação piloto da FATMA (Figura 3) desenvolveram-se solos minerais cujas características básicas são: não hidromórficos, textura argilosa e baixa fertilidade natural. Estes solos apresentam algumas variações, dependendo do setor do Município onde se encontram, ocorrendo três tipos principais conforme a classificação de solos contida no Atlas de Santa Catarina (1986) e que são:

- 1) Terra Roxa Estruturada Distrófica - localizados no setor centro-oeste do Município. São solos profundos, porosos, bem drenados e com abundância de minerais pesados. Originam-se das rochas eruptivas do derrame basáltico;
- 2) Podzólico Vermelho-Amarelo Álico e Distrófico - são derivados de rochas do Pré-Cambriano Superior e estão situados no setor centro-sul de Siderópolis, onde o relevo é ondulado. São utilizados para pastagens e lavouras de subsistência;
- 3) Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico Álico - situam-se no

setor centro-norte do Município. São os solos de mais baixa fertilidade natural, sendo que o relevo dominante é o forte ondulado, onde predominam as culturas de subsistência. Estes solos são originados de argilitos ou folhelhos.

A maioria destes solos são ácidos com pH abaixo de 5 (61%), segundo o Relatório Final do Convênio FATMA-UFRGS (1978). O restante dos solos estão com o pH entre 5,1 (30%) e um pouco acima de 6 (9%), além de terem baixo teor de matéria orgânica.

Apesar destes solos serem naturalmente pobres, antes da atividade antrópica se intensificar através da agricultura, da mineração e da urbanização, a vegetação que existia na região era exuberante em seu porte e variedade, constituída na sua maior parte por árvores perenifoliadas de 20 a 30 metros de altura. O conjunto desta vegetação original foi denominado de Floresta Ombrófila Densa, que possui uma composição florística bastante heterogênea e complexa, variando conforme os tipos de solo, relevo e microclimas⁴. Atualmente, a substituição dessa floresta por agricultura de cultivos cíclicos (de subsistência) ou pela vegetação secundária, de menor porte e com menor número de espécies, é quase que total no município de Siderópolis.

Quanto ao relevo, o Município apresenta-se, segundo o Atlas de Santa Catarina, como o divisor de duas feições de relevo bem marcantes da Unidade Geomorfológica Depressão da Zona Carbonífera Catarinense. Assim, da cidade de Siderópolis para o norte, o relevo apresenta-se colinoso com vales encaixados e vertentes íngremes com espesso manto de intemperismo, que favo-

rece a ocorrência de processos do tipo movimento de massa rápido ou lento. Para o sul, ocorrem formas côncavo-convexas com vales abertos. A distribuição percentual dessas áreas é da seguinte ordem: 45% de área de relevo com vales encaixados e vertentes íngremes; 37% de área de relevo côncavo-convexo com vales amplos e, o restante (18%), possui área com superfície pouco acidentada, sem grandes desnivelamentos relativos.

Existem ainda os relevos residuais, que foram mantidos por rocha mais resistente e remanescentes de antigas superfícies de aplainamento, que fazem parte da Unidade Geomorfológica Patamares da Serra Geral.

Para se ter uma idéia do comportamento climatológico, utilizou-se os dados meteorológicos da estação Urussanga, localizada no município de mesmo nome e a NE de Siderópolis (ver Figura 1). O período analisado é de dez anos (1979 a 1988) dos quais três antes da implantação do projeto piloto da FATAMA (que foi em 1982) e seis posteriores a esta implantação.

Destacou-se o número de dias de chuva no ano e as precipitações diárias a partir de 20mm por ser este o parâmetro considerado como dia chuvoso para as regiões subtropicais sem período seco (AYOADE, 1986). Assim, considerou-se como chuva razoável diária de 20 a 60 milímetros, como chuva forte diária de 60 a 100 milímetros e, como precipitação excessiva diária acima de 100 milímetros (Tabela 1).

TABELA 1- COMPORTAMENTO PLUVIOMÉTRICO NA REGIÃO DE SIDERÓPOLIS DE ACORDO COM O NÚMERO DE DIAS DE PRECIPITAÇÃO DO ANO- 1979-1988.

Ano	Número de dias com chuva	Número de dias com 20 a 60 mm de chuva	Número de dias com 60 a 100mm de chuva	Número de dias com mais de 100mm de chuva
79	152	18	03	—
80*	141	23	03	—
81	143	18	04	01
82	134	29	02	—
83	163	47	04	01
84	163	30	—	—
85	141	19	01	02
86	143	26	01	—
87	156	35	02	—
88	133	14	02	—
TOTAL	1469	259	22	04

PONTE: EMPASC, Estação Climatológica Urussanga.

MONTAGEM: SALETE BEATRIZ FERREIRA

* Os dados do mês de setembro não foram computados.

Na região de Siderópolis, as precipitações ocorrem, em média, em 146 dias do ano. Predominam as chuvas de intensidade razoável, o que denota uma umidade do solo quase que constante durante todo o ano. Este tipo de regime pluviométrico encaixa-se na classificação climática de NIMER (1971) como clima Mesotérmico Brando, superúmido, sem estação seca.

Os ventos são de SE e NE, predominantemente, e as temperaturas médias oscilam entre 22 e 24°C no verão e entre 13 e 16°C no inverno.

O Quadro 1 foi montado a partir da soma das pluviosidades ocorridas entre 1 e 7 dias consecutivos e que ultrapassaram os 100 milímetros. Este parâmetro foi escolhido por ser considerado um volume de chuva suficientemente elevado para, ao precipitar em curto espaço de tempo, desencadear os processos erosivos no terreno. O Quadro 1 revela, então, o grande potencial erosivo que as concentrações elevadas de pluviosidade representam para Siderópolis.

Geralmente, as concentrações de chuva chegam a atingir índices superiores a 50% de precipitação mensal e cerca de 30% da precipitação anual. Observou-se que 1983 foi um ano excepcionalmente chuvoso (2.611,1 mm), com o maior número de períodos com alta concentração pluviométrica. A intensidade de atuação dos processos erosivos foi alta nestes períodos. No entanto, a erosão deu-se de forma diferenciada conforme as características litológicas, de cobertura vegetal e topografia dos diversos setores do Município. Nos setores com campos de rejeito, por exemplo, predomina o escoamento superficial com tendência a formação de canículos, que poderão evoluir para ravinas (canais preferenciais de escoamento da água da chuva) devido à escassez de vegetação e à acentuada declividade das pilhas de estéreis.

QUADRO 1 - COMPORTAMENTO PLUVIOMÉTRICO NA REGIÃO DE SIDERÓPOLIS. CONCENTRAÇÃO DE CHUVA ACIMA DOS 100mm ENTRE 1 e 7 DIAS CONSECUTIVOS, 1979-1988.

ANO	Precipitação (mm)	Data	Número de dias	Total/mês (mm)	Total/ano (mm)
79	117,7	09 a 15/03	07	156,2	1467,6
	135,2	08 a 12/11	05	188,3	
	103,5	14 a 16/12	03	291,0	
80*	121,0	16 a 20/01	05	204,4	1680,0
	103,9	29 a 31/07	03	157,5	
	135,1	17 a 23/08	07	145,1	
	121,4	20 a 22/12	03	325,5	
81	113,5	25 a 29/04	05	169,2	1611,1
	127,7	27 a 28/05	02	141,5	
	147,5	06 a 08/06	03	159,8	
	147,2	21 a 26/09	07	186,8	
82	141,9	22 a 28/10	07	240,4	1586,6
83	125,3	05 a 09/01	05	320,8	2611,2
	100,9	05 a 07/04	03	176,3	
	157,4	12 a 14/06	03	168,1	
	236,6	06 a 12/07	07	451,1	
	137,2	25 a 31/07	07		
	157,6	15 a 18/08	04	268,4	
	121,0	17 a 22/12	07	318,6	
84	111,4	13 a 17/01	05	293,7	1795,6
	118,3	27 a 31/01	05		
	120,8	03 a 09/09	07	143,7	
	113,3	06 a 09/12	04	207,3	
85	362,1	13 a 16/02	04	502,7	1626,9
86	118,8	16 a 22/09	07	147,4	1568,5
	186,3	07 a 11/10	05	230,4	
87	139,3	11 a 17/01	07	243,3	2110,7
	142,2	14 a 20/02	07	266,8	
	126,3	10 a 14/04	05	135,4	
	112,8	27 a 31/07	05	171,7	
	168,8	12 a 17/08	06	243,0	
88	128,3	13 a 14/09	02	181,7	1248,5

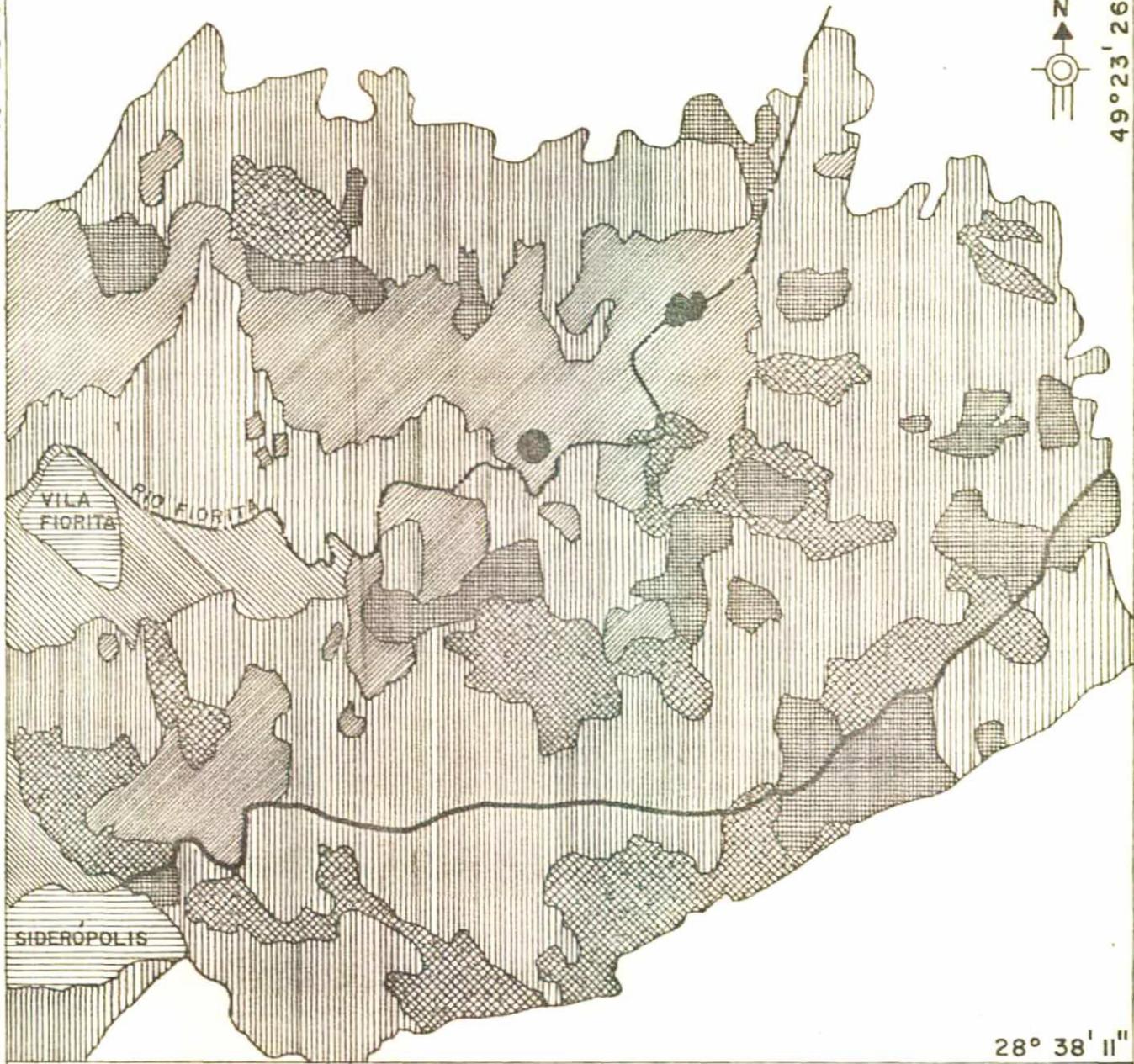
FONTE: EMPASC, Estação Climatológica Urussanga

MONTAGEM: SALETE BEATRIZ FERREIRA - *Os dados de setembro não foram computados.

3 - A ÁREA DE RECUPERAÇÃO PILOTO E SEU ESPAÇO CIRCUNVIZINHO

A área onde foi implantado o projeto piloto da FATMA, encontra-se a aproximadamente 2km a nordeste da sede municipal (Figura 3). A cidade de Siderópolis (sede do município), a Vila Fiorita e a área de estudo (área de recuperação piloto) estão situados no setor da Unidade Geomorfológica da Zona Carbonífera Catarinense que caracteriza-se geomorfologicamente pelo domínio dos terrenos ondulados ou côncavo-convexos.

Para caracterizar em maior detalhe a área de estudo em seus aspectos físicos, utilizou-se a comparação dos seguintes elementos: vegetação, agricultura, mineração, recursos hídricos. Esta comparação foi feita com base no mapeamento de uso do solo da região circunvizinha à área de implantação do projeto piloto da FATMA através da confecção de mapas de duas épocas diferentes, 1957 e 1978 (Figuras 5 e 6 respectivamente). Estes mapas foram confeccionados através de fotointerpretação e delimitou-se em ambos o setor de terrenos côncavo-convexos do Município, pois é onde localiza-se o local de implantação da recuperação piloto. Assim, o resultado final desta delimitação foi uma área com cerca de 13 km² (ou 1.300 hectares) onde se encontra, mais ou menos ao centro dela, a área do projeto piloto. Ao norte, esta área limita-se com o início do setor do Município que possui relevo de vales encaixados e vertentes íngremes; ao sul, com o setor de transição para a região com superfície pouco acidentada; a oeste,



ESCALA 1:25.000

LEGENDA

-  Vegetação primária
-  Vegetação secundária - Capoeirão
-  Vegetação secundária - Capoeira e capoeirinha
-  Agricultura
-  Mineração
-  Local de implantação da recuperação piloto
-  Rodovia
-  Rio
-  Área urbana
-  Lago

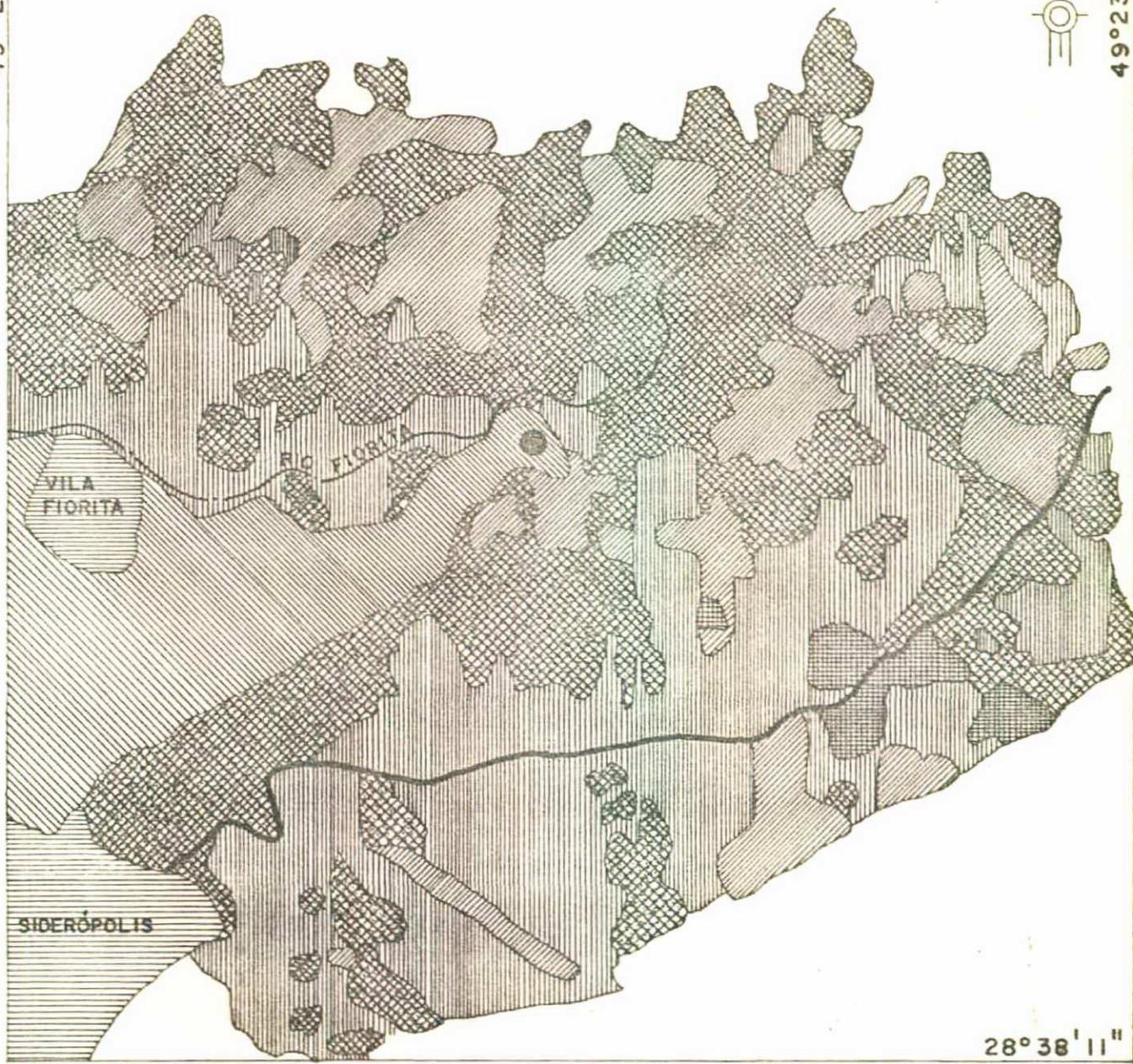
FIGURA 5- USO DO SOLO DA ÁREA ENTORNO DO LOCAL DE IMPLANTAÇÃO DA RECUPERAÇÃO PILOTO - 1957
FONTE: FOTOINTERPRETAÇÃO

28° 34' 01"

49° 26' 09"



49° 23' 26"



28° 38' 11"

ESCALA 1:25.000

LEGENDA

-  Vegetação primária
-  Vegetação secundária - Capoeirão
-  Vegetação secundária - Capoeira e capoeirinha
-  Agricultura
-  Mineração
-  Local de implantação da recuperação piloto
-  Rodovia
-  Rio
-  Área urbana

FIGURA 6-USO DO SOLO DA ÁREA ENTORNO DO LOCAL DE IMPLANTAÇÃO DA RECUPERAÇÃO PILOTO - 1978

FONTE: FOTOINTERPRETAÇÃO

com as áreas urbanizadas (a vila e a sede municipal) e com a área de mineração. A leste há uma continuidade dos terrenos ondulados.

Numa comparação visual entre os dois períodos mapeados, observou-se as várias alterações no uso do solo que ocorreram ao longo destes vinte anos e que demonstraram o nível de transformação da ocupação do espaço que a atividade mineradora provoca.

O curso natural do Rio Fiorita, que em 1957 cortava áreas de agricultura e de mata secundária (capoeirão), foi totalmente alterado entre o ponto onde atualmente localiza-se a área da recuperação piloto e a Vila Fiorita, tornando-se menor e menos sinuoso. Este tipo de procedimento é comum nos campos de lavra porque possibilita uma maior movimentação dos operários e máquinas durante a exploração, já que o traçado natural do rio se constitui num "estorvo" aos mineradores (FATMA, 1982c). Assim, o curso do rio Fiorita foi desviado para o setor norte da área do projeto piloto, mas o contato direto com os rejeitos permanece não havendo, aparentemente, nenhuma preocupação em evitar a contaminação das águas.

As pequenas áreas de vegetação primária existentes em 1957, são ocupadas quase que totalmente pela agricultura e estas, por sua vez, aparecem em 1978 com vegetação de capoeira e/ou capoeirinha.

A mineração empurrou a atividade agrícola para o que res-

tou de área com vegetação primária e as antigas áreas de agricultura, com solos de baixa fertilidade natural e tendo esgotada a sua capacidade produtiva, cederam lugar a uma vegetação pobre e rala que expôs a superfície aos efeitos da erosão.

Em 1978 a pequena lagoa que aparece no mapa de 1957 em meio a uma vegetação de capoeirão, já não existe, pois, neste período de vinte anos, a vegetação de maior porte foi retirada e, junto com ela, as condições mínimas para a sua manutenção, devido ao assoreamento.

Além da comparação visual, foi feita uma comparação em termos de expansão e retração de áreas de uso através do cálculo de áreas e de percentuais (Tabela 2).

TABELA 2- DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DO USO DA TERRA EM 1957 e 1978, NA ÁREA CIRCUNVIZINHA AO PROJETO PILOTO DA FATMA

Elementos Mapeados	1957		1978	
	%	km ²	%	km ²
Total de área urbana	3,08	0,40	5,6	0,73
Vegetação primária	8,60	1,12	1,7	0,22
Capoeirão	17,70	2,30	14,0	1,81
Capoeira e capoeirinha	13,10	1,70	36,2	4,71
Agricultura	48,60	6,32	29,2	3,80
Mineração	4,00	0,52	9,2	1,20
Outros (rios, estradas etc.)	4,90	0,64	4,1	0,53
TOTAL		13,0		13,0

MONTAGEM: SALETE BEATRIZ FERREIRA

A área de vegetação primária em 1957 era cerca de cinco vezes maior que em 1978, enquanto que a de vegetação secundária (capoeirão) teve uma pequena diminuição. Boa parte dessa área desmatada foi ocupada pelo setor de agricultura (cultura de subsistência e pastagens) na busca de solos mais férteis. A agricultura, por sua vez, teve parte de seu espaço ocupado pela mineração ao longo destes vinte anos observados.

A vegetação secundária composta por capoeira e capoeirinha teve uma ampliação de seu espaço, ficando cerca de três vezes maior, ocupando principalmente as áreas antes utilizadas para a agricultura. Isto ocorreu devido ao esgotamento total de um solo que, conforme dito anteriormente, possui uma baixa fertilidade natural, somando-se a isso uma carência de práticas conservacionistas.

A área de mineração aumenta em mais de 100% e avançou sobre as áreas de vegetação primária, secundária e de agricultura. Pode-se dizer que o aumento da atividade mineira foi o fator que mais influenciou nas atuais condições ambientais da região. Além dos graves problemas de poluição que provocou, avançou sobre as áreas cultiváveis fazendo com que os produtores rurais procurassem os espaços de floresta, causando o desmatamento indiscriminado. Uma frágil cobertura vegetal se desenvolve nestas áreas desmatadas e nas abandonadas pela atividade agrícola, onde solos empobrecidos não podem nutrir adequadamente os cultivos. Estes solos tornam-se, então, altamente vulneráveis aos efeitos negativos dos processos erosivos, pois estão mais expostos às chuvas, cujo

comportamento na região foi anteriormente analisado.

Pelos dados do Quadro 1, tem-se uma amostra das grandes concentrações de chuva a que a região da área piloto está sujeita em curto espaço de tempo. Sendo esta área pertencente ao setor do município de Siderópolis onde o tipo de solo é profundo e o relevo côncavo-convexo, a precipitação excessiva tende a acelerar a atuação dos processos erosivos nestes solos semi-expostos. Predominam, então, os ravinamentos e os movimentos de massa, que serão mais rápidos em locais com declividade mais acentuada ou em setores desmatados.

Nos locais ocupados pela mineração, o relevo côncavo-convexo foi completamente alterado, dando lugar aos campos de rejeitos com incontáveis pilhas de estéreis, sem que fossem preservadas as camadas de solo. Por outro lado, as escavações formaram depressões que, alimentadas pelo lençol freático, pela drenagem superficial e precipitações, originaram, através do contato com os rejeitos, as lagoas ácidas.

A urbanização também foi grandemente influenciada pela mineração pois esta dificultou a expansão dos limites das vilas de operários que existiam em 1957. Assim, o perímetro urbano da cidade de Siderópolis avançou primeiramente sobre áreas de agricultura e de vegetação primária e secundária. Atualmente, segundo entrevistas com funcionários da FATMA, a urbanização avança sobre as áreas de mineração abandonada. A forte pressão demográfica e social força a invasão destas áreas e esta ocupação é fa-

cilitada pela indefinição de uso das mesmas pois Siderópolis não possui plano diretor ou qualquer outro instrumento legal que a oriente.

A partir deste quadro de degradação ambiental, e consequentemente social, foi elaborado o projeto piloto para recuperar áreas mineradas a céu aberto.

NOTAS

- 1 - A região sul do Estado de Santa Catarina é denominada também de Região Carbonífera Catarinense (GOTHE, 1988 e ZANETTE 1989) e engloba os mesmos 32 municípios da Figura 1.

- 2 - Formação Palermo: depósitos marinhos representados por siltitos e siltitos arenosos, amarelo esverdeados em superfície, com estruturas originais perturbadas por atividade biológica. Período: Permiano Superior.

- 3 - O nome do rio que aparece destacado na figura 3 bem como o da Vila Florita, da figura 4, têm nomenclatura vigente de rio e Vila Fiorita (FATMA, 1982c, p. 6).

- 4 - Microclima: "conjunto de condições atuando num espaço limitado e suas dependências imediatas (sob o coxim de uma planta alpina, ...)" (BAGNOULS & GAUSSEN, 1963, p. 566)

CAPÍTULO II

ANÁLISE DO PROJETO PILOTO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA CARBONÍFERA

1 - CONTEÚDO DO PROJETO DA FATMA

A grave situação de degradação socio-ambiental da bacia carbonífera catarinense levou, em 1981, o governo do Estado de Santa Catarina a liberar recursos para a elaboração e realização do Programa de Conservação e Recuperação Ambiental da Região Sul de Santa Catarina composto por vários projetos que compreendem levantamentos das condições ambientais de toda a região carbonífera, bem como propostas de combate à poluição. Entre os projetos deste Programa há uma proposta concebida como experiência piloto, numa tentativa de recuperação das condições ambientais anteriores a exploração de uma área que foi minerada a céu aberto e que, como muitas outras semelhantes a ela, foi pura e simplesmente abandonada. Este projeto foi denominado "Recuperação Piloto de Área Minerada a Céu Aberto" (FATMA, 1982c), elaborado pela empresa Engenheiros Consultores e Projetistas S.A. (ECP) com a

co-realização do órgão estatal catarinense Fundação de Amparo a Tecnologia e ao Meio Ambiente (FATMA).

A implantação do projeto experimental ocorreu em 1982, no município de Siderópolis, que possui a maior extensão de área de lavra a céu aberto da região carbonífera. O local escolhido possui uma área de 10,736 hectares (FATMA, 1982c, p. 15), encontra-se a cerca de dois quilômetros da sede municipal e foi minerado pela Empresa Carbonífera Próspera S.A. Esta área localiza-se na bacia hidrográfica do rio Fiorita (tributário do rio Mãe Luzia) no ponto onde ocorre o primeiro contato deste rio com a lavra de carvão (Figura 3).

A equipe de trabalho que elaborou o projeto estava constituída por engenheiros civis, engenheiros de minas, agrônomos, engenheiro florestal, geólogo, biólogo, estagiários e desenhistas. Teve coordenação geral de um dos engenheiros civis e coordenação de projeto de um dos engenheiros de minas.

A execução do plano de recuperação piloto foi efetuada em três fases, que são explicadas detalhadamente no relatório final do projeto (Projeto "M", FATMA, 1982c) e que podem ser sintetizadas conforme segue:

A primeira fase foi a da elaboração do projeto propriamente, que apresentou basicamente a justificativa, os objetivos e os métodos para alcançá-los. Os objetivos seriam, em síntese, enfrentar de maneira efetiva o agravamento dos problemas ambientais da região carbonífera através de uma recuperação experimen-

tal piloto, que envolvesse todos os aspectos capazes de viabilizar o retorno da fauna e da flora, além da reabilitação dos rios, lagoas e solos. São descritas as características geológicas regionais e locais. Apresentou-se uma tipificação climatológica baseada em dados regionais, sem caracterizar o clima local. Efetuou-se um estudo detalhado do sistema hídrico a nível regional e local para verificar a amplitude dos problemas causados pela poluição no todo da bacia hidrográfica. O estudo detalhado da morfologia objetivava que a recuperação da área se encaixasse harmonicamente na paisagem e para tanto, foram utilizadas fotografias aéreas e levantamento planialtimétrico anterior e posterior a lavra, mas o levantamento topográfico detalhado da área foi considerado oneroso e sugeriu-se que esta fase fosse realizada rápida e superficialmente.

Ainda nesta primeira fase, há uma descrição das características das áreas mineradas a céu aberto, citando e explicando os principais campos de exploração abandonados em Siderópolis, além do sistema e métodos de mineração, com suas implicações na morfologia. Dentre as consequências da lavra a céu aberto uma das principais é a inversão, total ou parcial, das camadas que constituem o capeamento gerando a "paisagem lunar", composta por dezenas de hectares de pilhas de rejeitos de estéreis, ou seja, são camadas invertidas que chegam, em média, a 15 metros de altura (em relação a altura média humana de 1,60m) entre a base e a crista da pilha. A equipe de elaboração, então, procurou escolher como área piloto um local que apresentasse os dois tipos de decapeamento, ou seja, um local que apresentasse ao mesmo tempo

camadas totalmente invertidas e camadas parcialmente invertidas.

A segunda fase foi a de implantação do projeto. Foram realizados os trabalhos de terraplenagem, o plantio das espécies vegetais previamente selecionadas e determinadas as formas de ordenação do solo e da drenagem bem como as formas de recuperação das duas cavas. A respeito desta fase, é importante observar que, apesar de ser reconhecida a importância da topografia ondulada para atingir o objetivo de se chegar o mais próximo possível da paisagem original (FATMA, 1982c, p. 95), a equipe recomendou a topografia plana por ser esta de implantação menos onerosa, sem prejudicar o objetivo final.

Na terceira e última fase, elaborou-se a proposta de monitoramento para acompanhar a evolução do projeto, que seria assumido integralmente pela FATMA por um período de 10 a 15 anos. Esta fase foi considerada a mais importante e decisiva para obter-se sucesso na recuperação ambiental. No entanto, este monitoramento não se concretizou e o acompanhamento realizado logo após a implantação do projeto durou apenas alguns meses. O que se tem, na prática, são estudos preliminares de pesquisadores interessados em conhecer as condições atuais da área.

O relatório final sobre a elaboração e implantação da recuperação ambiental piloto em Siderópolis apresenta, também, uma discriminação dos custos, as conclusões e recomendações para orientar projetos semelhantes.

O custo de implantação dos cerca de 11 hectares de área piloto foi de Cr\$10.619.512,00 ou 53.726,26 ORTN, em valores de 1982. Segundo o relatório

"A análise econômico-financeira levou em consideração dois aspectos fundamentais: os benefícios sociais decorrentes da recuperação dos rios Fiorita e Mãe Luzia, e a valorização das propriedades pelas quais os rios passam" (FATMA, 1982c, p. 13).

Foi calculado que o custo por hectare recuperado corresponderia a 3,6% do faturamento proveniente do carvão ou 7,2% do lucro obtido, sendo que 61% do custo da implantação é advindo da terraplenagem e distribuição do solo e 6% da hidrossemeadura.

O objetivo final deste projeto, após a implantação e monitoramento, era o de obter um modelo para a recuperação das demais áreas mineradas a céu aberto. Os resultados positivos serviriam como forte argumento na busca de recursos financeiros, nacionais e internacionais, para serem aplicados na continuidade do Programa de Recuperação Ambiental da bacia carbonífera catarinense. A experiência do projeto piloto seria, então, ampliada para uma área total com cerca de 2.020 hectares, distribuídos em mais de cinco municípios além de Siderópolis, que teria uma área total recuperada de 897,5 hectares. Os demais municípios são

"Lauro Muller (47,5 ha), Criciúma (205 ha), Morro da Fumaça (45 ha), Urussanga (475 ha) e Treviso (350 ha)" (FATMA, 1982c, p. 235).

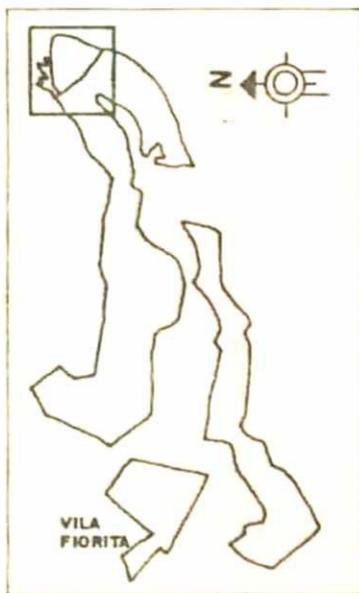
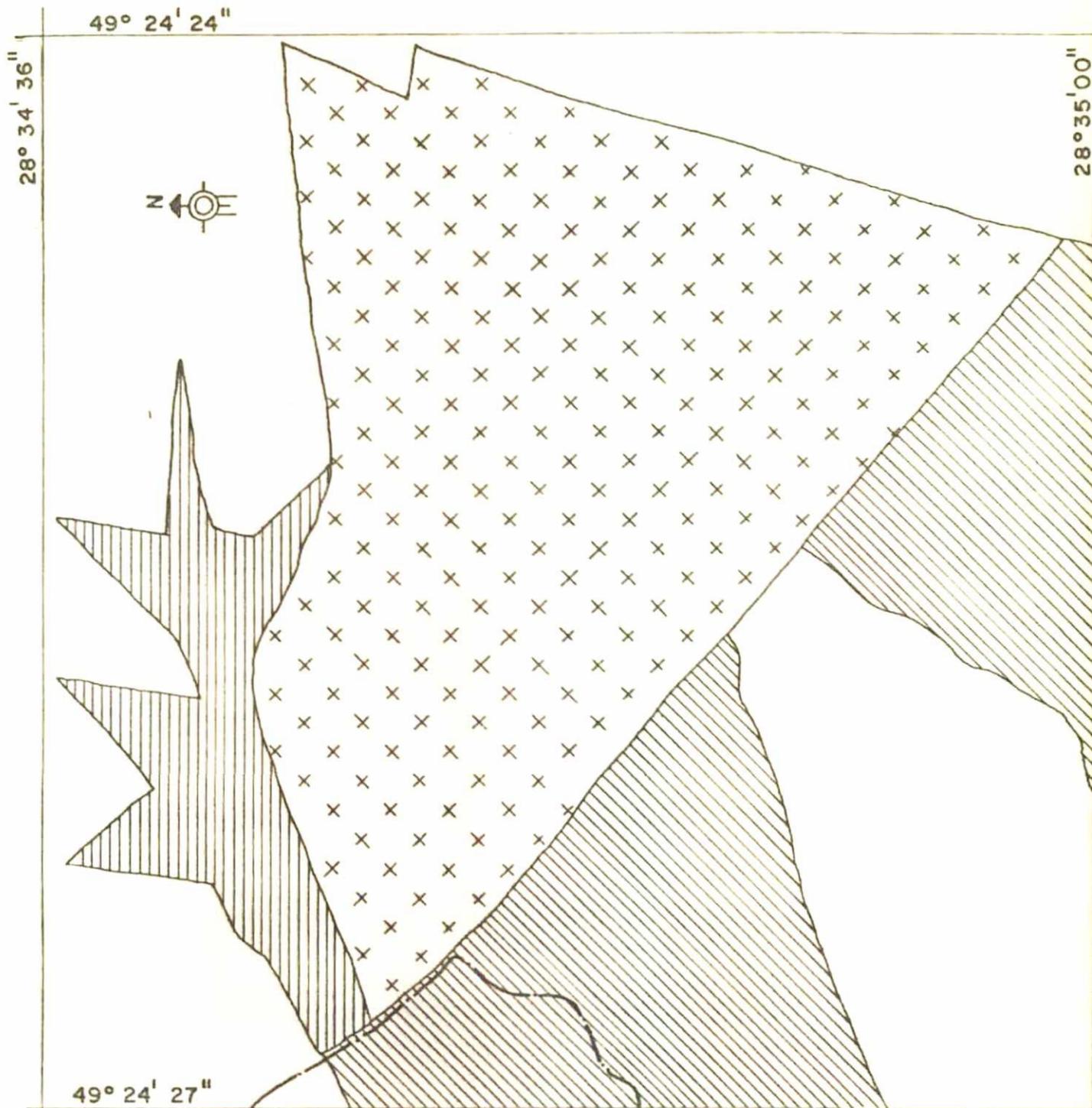
Além disso, foi previsto no relatório que a recuperação de toda esta área culminaria com a melhoria de 40.000 hectares de

terras das bacias dos rios Mãe Luzia e Araranguá e do abastecimento de água potável das áreas urbanas atendidas pelos principais rios desta bacia, inclusive com melhoria das condições de pesca nessas regiões. Era intenção, ainda, dar condições de expansão para a cidade de Siderópolis com a criação de novos campos para a agricultura e pecuária, de áreas de lazer e para distritos industriais. No entanto, a promessa maior e que, por conseguinte, mais penalizou a região por não ter sido concretizada, foi a de que haveria uma melhoria total nas condições de vida da população existente na área poluída através da eliminação dos gases tóxicos provenientes da auto-combustão, da contaminação da água, do solo e da atmosfera e, também, a eliminação do assoreamento dos rios e sua contaminação química.

2 - SITUAÇÃO ATUAL DA ÁREA PILOTO

2.1 - CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Após a terraplenagem a área de recuperação piloto tornou-se completamente plana com duas superfícies inclinadas nas extremidades noroeste (contato com o rio Fiorita) e sul (Figura 7). Sobre esta superfície, colocou-se o solo (originalmente com textura argilosa, profundo e bem drenado) com os horizontes misturados, que pôde ser preservado nos setores onde a lavra foi realizada com recuperação simultânea.



LEGENDA

-  ÁREA REVEGETADA
-  CAVA COM LAGOA
-  ÁREA MINERADA
-  RIO FIORITA
-  LINHA DE ÁREA

ESCALA GRAFICA : 0 14,3 28,6 42,9 m

FONTE : FIGURA 4 (PAGINA 36)

ÁREA DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL PILOTO -AMPLIAÇÃO

FIGURA 7

O solo está quase que totalmente coberto por vegetação heterogênea de pequeno, médio e grande porte, predominando as gramináceas. Estas condições de cobertura vegetal, combinadas com o relevo aplainado mecanicamente, atenuam em muito os efeitos dos processos erosivos que os períodos de precipitação intensa (quadro 1) desencadeiam.

A superfície inclinada, a noroeste, localizada no contato com o rio Fiorita está, ao contrário do setor sul, sem cobertura vegetal, quase que sem o capeamento de argila e apresentando algumas pequenas ravinas. Isto deve-se ao fato de, nos períodos chuvosos, haver uma saturação tal na parte plana do terreno, que o escoamento superficial procura sua descida natural neste setor inclinado da área piloto (inclinação em torno de 23°), desencadeando a erosão. Neste ponto, que é o primeiro contato do rio com a área de mineração, a cor da água sofre uma sensível alteração. O curso d'água que até este ponto desce quase que translúcido, torna-se pardo-avermelhado. Este dado visual denota uma provável contaminação da água com elementos químicos do rejeito, verificável através de estudos de hidroquímica e hidrodinâmica local mais aprofundados comparando-se as medições da época da implantação com novas medições atualizadas.

A cava do setor nordeste, onde o projeto piloto previa sua preparação para tornar-se uma lagoa experimental para a criação de peixes, está despovoada de fauna e em processo de assoreamento. Suas dimensões são "50 a 70 metros de largura e 30 a 45 metros de profundidade" (FATMA, 1982c, p. 105). Sua preparação pa-

ra transformar-se numa lagoa foi feita através de um dique onde utilizou-se argila retirada de encosta situada em áreas vizinhas que não foram lavradas. A outra cava, diametralmente oposta a primeira, foi deixada para tornar-se o leito definitivo do rio Fiorita.

A drenagem permanente se constitui de dois cursos d'água : um para oeste, encontrando-se com o rio Fiorita e outro para o leste, encontrando-se com a lagoa experimental.

2.2 - PROBLEMAS POSTERIORES A IMPLANTAÇÃO DO PROJETO PILOTO

A verificação dos resultados a serem obtidos com a implantação do projeto piloto foi seriamente comprometida ao não ser efetivado o monitoramento proposto. Segundo as informações obtidas, apontou-se como principal causa desta situação a escassez de verbas que viabilizassem a continuidade dos trabalhos. Contudo, é indiscutível que a vontade política poderia rapidamente mobilizar os meios para captar os recursos necessários. Enquanto as decisões políticas não priorizam também as questões ambientais, alguns pesquisadores como CITADINI-ZANETTE, ZOCHE & BOFF (1990, inédito), preocupados com a recuperação e o uso de áreas como a de Siderópolis, procuram verificar o comportamento de algumas espécies de plantas revegetadas no local em relação a absorção de metais pesados contidos nos estêreis contaminados. É importante salientar que este tipo de verificação não foi previsto na proposta de monitoramento do projeto da PATMA.

Neste trabalho, de caráter preliminar, estes autores verificaram que algumas espécies tinham se desenvolvido melhor do que outras e que, além disso, houve um incremento natural de espécies nativas em diversas parcelas. Surgiu, então, o interesse em saber qual o comportamento das espécies revegetadas para se ter uma idéia de como estão as plantas que crescem no restante das áreas mineradas que não foram preparadas para uma recuperação das condições ambientais. A bibliografia sobre o assunto, consultada pelos pesquisadores acima referidos, revela que uma série de plantas acumulam, em diferentes partes, o metal pesado que está junto com o carvão bruto e, baseados nisto, fizeram um estudo para saber em que partes as espécies da área piloto estariam acumulando metais.

As espécies que foram estudadas, quatro herbáceas e uma arbórea são: as leguminosas Canavalia paraguayensis (feijão-de-porco) e a Mimosa scabrella (bracatinga); as gramíneas Lolium multiflorum (azevém) e Melinis minutiflora (capim-gordura) e a ulmácea Trema micrantha (grand'uva). Esta última, cresceu espontaneamente na área, cuja semente é possivelmente oriunda das matas próximas. Os critérios para a escolha destas espécies foram, principalmente, o aproveitamento econômico, a vitalidade e o desenvolvimento das plantas.

Os metais pesados escolhidos para verificar os índices de concentração nas espécies foram: o chumbo, o cobalto, o cobre, o níquel e o molibdênio. Numa leitura pontual, apenas o molibdênio estava em concentrações abaixo dos limites considerados normais.

Dos outros, alguns estavam acima e outros dentro da média. No entanto, a constatação mais importante que se fez foi a de que algumas espécies estavam acumulando na raiz, outras nas folhas e, outras, no caule. Nestes pontos, as concentrações estão mais elevadas do que o permitido pelas regras da Organização Mundial da Saúde e do que as médias de alguns pesquisadores de nível internacional.

Seriam necessários trabalhos complementares que levassem em conta este trabalho preliminar para analisar mais profundamente o nível de concentração dos metais pesados e orientar a utilização das espécies vegetais nessas áreas. Por este trabalho, no entanto, já se tem uma boa noção de como a qualidade das espécies economicamente utilizáveis é afetada. Além disso, as concentrações desses metais no solo, detectadas no estudo anteriormente descrito, tendem a dificultar a recuperação das áreas mineradas porque causam toxidez nas plantas. Isto significa que algumas espécies morrem ou têm o desenvolvimento deficiente pelo excesso de metal pesado.

Outro problema na seleção das espécies a serem testadas, é a verificação de que algumas plantas, tendo o seu sistema radicular muito profundo, ultrapassam a camada de solo absorvendo o metal pesado situado abaixo dela. Esta camada de solo está a uma espessura média de 80 centímetros dos estéreis, com a finalidade de isolá-los. Assim, os galhos e folhas das espécies com raízes mais profundas vão incorporar-se ao horizonte superficial, transformando-se em detritos orgânicos acrescidos dos elementos tóxi-

cos provenientes do rejeito. As outras espécies com raízes menos profundas, passam, gradativamente, a absorver os metais a que antes não tinham acesso. Talvez seja necessário reavaliar a introdução de plantas com sistema radicular profundo na área de recuperação.

3 - AVALIAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO PILOTO

Com base na situação atual da área piloto, pode-se dizer que, apesar do monitoramento previsto não ter se realizado, alguns objetivos do projeto foram parcialmente alcançados. A erosão na quase totalidade da área foi contida pela cobertura vegetal que lá se desenvolveu, inclusive pela introdução espontânea de espécies nativas. Esta cobertura vegetal permitiu, também, o estabelecimento de novas condições bioclimáticas (evapotranspiração potencial) que, se melhor estudadas, trarão dados para melhor entender o comportamento do clima local.

Sabe-se que ocorre o problema da absorção de metais pesados pelas plantas introduzidas na área piloto e que, portanto, sua utilização na cadeia alimentar dos animais torna-se inviável e perigosa. No entanto, é possível deduzir que, a médio e longo prazo, estes altos índices de concentração de elementos tóxicos diminuam, melhorando o quadro geral de contaminação.

No momento, a recuperação da paisagem é principalmente visual, com especial sucesso na contenção dos processos erosivos. Contudo, sem dúvida, a situação atual da área piloto é melhor do que a das áreas que continuam com os rejeitos expostos ao ar livre.

De uma maneira geral, o conteúdo do projeto de recuperação piloto apresenta uma proposta onde foi enfatizada a preocupação em englobar todos os aspectos que viabilizassem o retorno das condições ambientais mínimas para recompor a paisagem local, o mais completamente possível, ao menor custo operacional. Infelizmente, a não execução do monitoramento pela FATMA devido a falta de verbas impediu o acompanhamento da evolução da recuperação das condições ambientais pelos parâmetros da proposta elaborada pela ECP. No entanto, nem todos os aspectos para viabilizar o retorno das condições ambientais mínimas foram englobados. Há falhas na elaboração do projeto que, se corrigidas, melhorariam a eficiência do próprio monitoramento, caso este seja retomado. Como exemplo: a não observância de que o rio Fiorita foi mantido em contato direto com os rejeitos contaminados após a implantação do projeto.

Outra importante falha foi a ausência de uma visão geomorfológica específica para a área escolhida para a implantação do projeto piloto, que foi considerada onerosa. As transformações no uso do solo da região circunvizinha ao local da área experimental, vistas no Capítulo I, revelam que certamente ocorreram importantes alterações morfológicas em toda esta área. Isto já é

suficiente para levantarem-se questionamentos sobre que mudanças foram estas, como ocorreram ou que processos atuaram nessas alterações e para que tipo de novas feições geomorfológicas locais e regionais conduzem. As respostas a estes questionamentos influem diretamente no planejamento ambiental para esta área e do qual resulta a recuperação mais eficiente das condições ambientais.

Apontar esta e/ou outras falhas, porém, não é suficiente pois é preciso que venha acompanhada de soluções viáveis. Com isto, contudo, abre-se um espaço para chamar a atenção para a falta de cuidado com que é tratada a questão ambiental na exploração do carvão, o que não é muito diferente de outras situações que emergem constantemente pelo Brasil.

Esta situação faz aflorar uma das grandes contradições a respeito da problemática ambiental que, de uma maneira geral, têm custado caro à sociedade, que ainda espera por resultados concretos rumo a conquista de uma qualidade de vida melhor. Esta contradição é a que coloca a questão ambiental aparentemente acima das questões político-econômicas e, na prática, a situação se inverte.

A região carbonífera catarinense é um exemplo do que foi afirmado acima. Após ter sido decretada como a 14^a Área Crítica Nacional para Efeitos de Controle da Poluição e Conservação da Qualidade Ambiental, mobilizou-se órgãos estaduais como a FATMA para combater a problemática ambiental dessa região. Elaborou-se

extenso programa para cumprir este objetivo, do qual faz parte o projeto ora em análise. Até aí, a degradação ambiental do sul do Estado de Santa Catarina estava acima dos problemas político-financeiros. Havia vontade política e verbas para melhorar a qualidade de vida na região. Quando, porém, os projetos estão sendo implantados e começam a ser testados, a única alegação que se obtém dos responsáveis é de que não há verbas para dar continuidade aos trabalhos. Nem mesmo o cuidado que se teve em comprovar os baixos custos de implantação e monitoramento mobilizam esforços. Recuperar o meio ambiente, então, é um problema meramente financeiro? Naturalmente sabe-se que, na verdade, é um conjunto de fatores sócio-político-econômicos de grande amplitude e complexos demais para serem discutidos e aprofundados dentro do tema do presente trabalho, pois solucionar esta questão implica no levantamento de uma série de outras questões que ainda geram muita polêmica.

Contudo, são muitos os caminhos para se reverter este quadro (vontade política, modelos de desenvolvimento, etc.). Um deles a criatividade humana, é o que mais oferece alternativas, como por exemplo: mudar a maneira de tratar o problema, o que vem acompanhado de novos métodos.

No caso específico do projeto da PATMA, a composição da equipe de elaboração da proposta evidencia que a visão dada pode ter sido excessivamente tecnicista. Assim, houve muita preocupação em, por exemplo, tornar o custo operacional por hectare o mais baixo possível ao se utilizar determinados tipos de tratores. Pois bem, a degradação ambiental causada pela exploração de

carvão, especialmente a que é efetuada a céu aberto, pelos danos que causa na superfície terrestre, apresenta-se como um grande desafio a ser enfrentado também pela Geomorfologia.

A Geomorfologia, que não foi explicitamente utilizada na elaboração do projeto piloto, necessita de uma avaliação preliminar sobre sua possível utilização no tratamento da problemática ambiental da região carbonífera catarinense.

CAPÍTULO III

A GEOMORFOLOGIA E A RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DE MINERAÇÃO DE CARVÃO

A questão ambiental é a preocupação contemporânea de quase todos os ramos da Ciência. É, portanto, uma grande preocupação também da Geomorfologia, sobretudo tendo a ação antrópica como importante agente de transformação do ambiente.

As profundas transformações ambientais que ocorrem devido a natureza da exploração do carvão certamente representam um importante desafio a aplicação dos conhecimentos e técnicas geomorfológicas no sentido de tentar reverter o quadro de degradação que as áreas exploradas e em exploração apresentam.

Baseando-se no exposto acima, foi objetivo inicial do presente trabalho, na sua fase de estruturação, o de enfrentar tal desafio aplicando-se técnicas de avaliação das condições ambientais atuais na área do projeto piloto da FATMA, fazendo-se um estudo dos processos erosivos que atuam no local.

Este estudo, estaria fundamentado principalmente em trabalhos de campo, realizados dentro de um espaço de tempo de seis meses a um ano, onde seriam coletados dados de declividade, identificados os processos erosivos atuantes nas vertentes e as formas de relevo. Além disso, pretendia-se fazer uma análise geomorfológica ao nível do terreno através de perfís "in loco", bem como, coletar os demais dados que fossem necessários. Outros levantamentos seriam efetuados para realizar-se uma comparação entre as avaliações das condições ambientais passadas e atuais, para obter-se uma medida da intensidade e da amplitude das alterações ocorridas e, então, propor-se, à luz dos conhecimentos geomorfológicos, soluções para que se concretizasse uma recuperação eficaz das condições ambientais.

Contudo, ao adentrar-se mais detidamente na questão da amplitude das alterações causadas pela exploração do carvão, percebeu-se que havia uma lacuna a ser preenchida antes de realizar-se qualquer trabalho semelhante ao anteriormente descrito. Percebeu-se que, antes de aplicar a Geomorfologia como instrumento de análise ambiental, fazia-se necessário avaliar a própria aplicabilidade desta disciplina em áreas que foram degradadas pela mineração do carvão. Isto porque, com esta avaliação, poder-se-ia chegar com mais segurança ao tipo de proposta metodológica, da área de Geomorfologia, mais adequada para ser empregada no estudo dessas transformações ambientais.

Pesquisou-se, então, na bibliografia internacional a que se teve acesso, sobre recuperação de áreas de mineração de car-

vão. Nesta bibliografia não encontrou-se nenhuma referência a utilização de geomorfólogos na elaboração de suas propostas de recuperação ambiental. Nos trabalhos nacionais, ocorre o mesmo. No entanto, é inegável grande importância da Geomorfologia como instrumento na recuperação ambiental, como demonstrou-se no item 3º do capítulo introdutório.

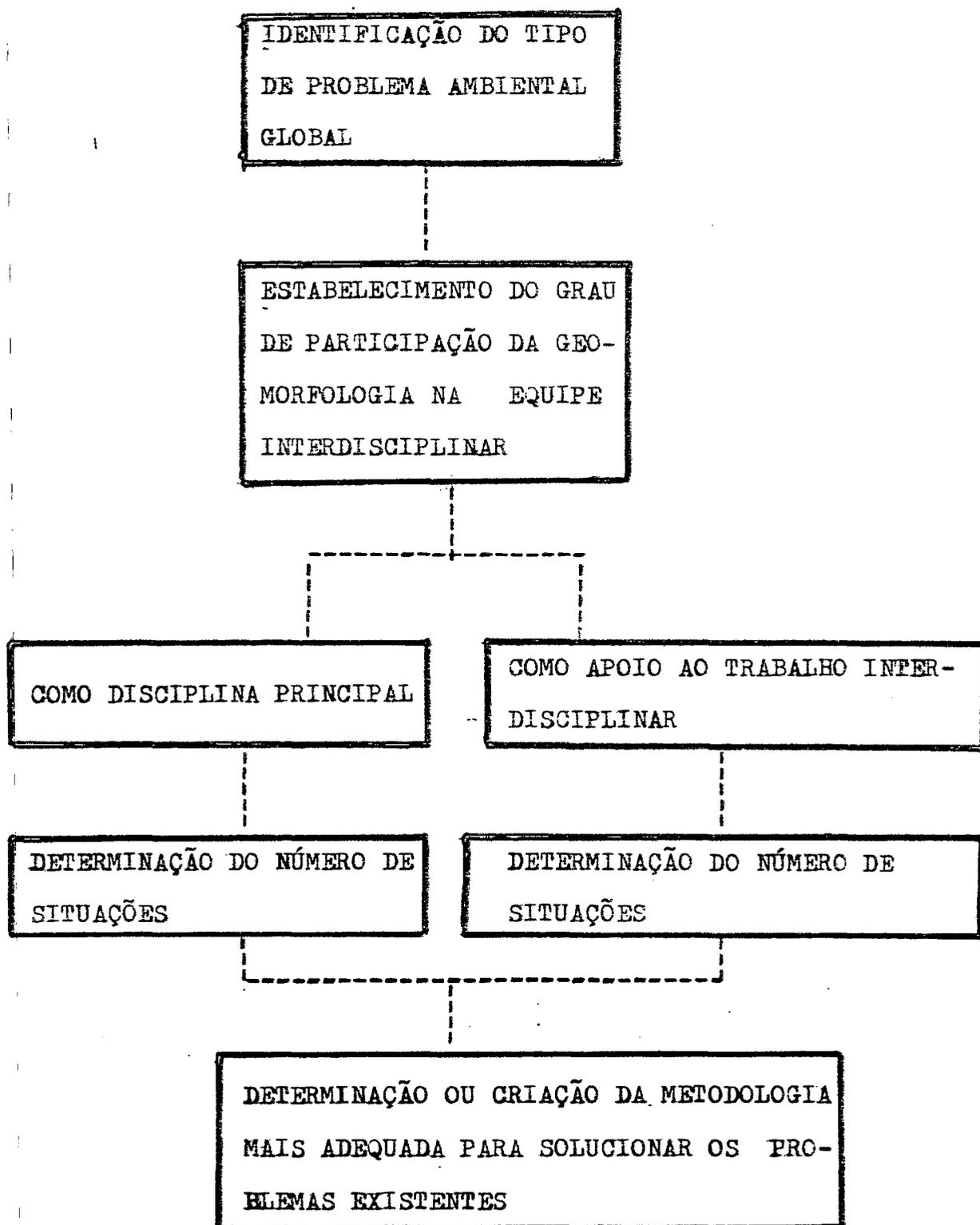
Baseado nesse contexto de precariedade de informações científicas sobre o tema, propõe-se, no presente trabalho, um encaminhamento metodológico para os estudos de Geomorfologia fornecerem uma resposta mais rápida e eficaz aos problemas ambientais que se apresentam (Figura 8).

Segundo o Esquema de Participação da Geomorfologia, conforme o tipo de problema ambiental, esta disciplina torna-se o principal instrumento de trabalho ou, figura como apoio para a equipe interdisciplinar. Pode-se citar como exemplo do primeiro caso o trabalho "Metodologia Integrada no Estudo do Meio Ambiente" (PENTRADO-ORELLANA, 1985). Assim, antes da escolha do método de estudo geomorfológico a ser empregado, faz-se necessário estabelecer o grau de participação da Geomorfologia ou, sua aplicabilidade. Em ambos os casos, deve-se estabelecer o número de situações encontradas. Feito isto, determina-se ou cria-se a metodologia geomorfológica mais adequada para tratar o problema ambiental existente, sempre dentro de uma visão de Geografia Integrada onde

"... o social, o cultural e o natural se fundem numa rede de relações que definem o conjunto".
(PENTRADO-ORELLANA, 1981a, p. 07).

FIGURA 8

ESQUEMA 1 - ESQUEMA DE PARTICIPAÇÃO
DA GEOMORFOLOGIA



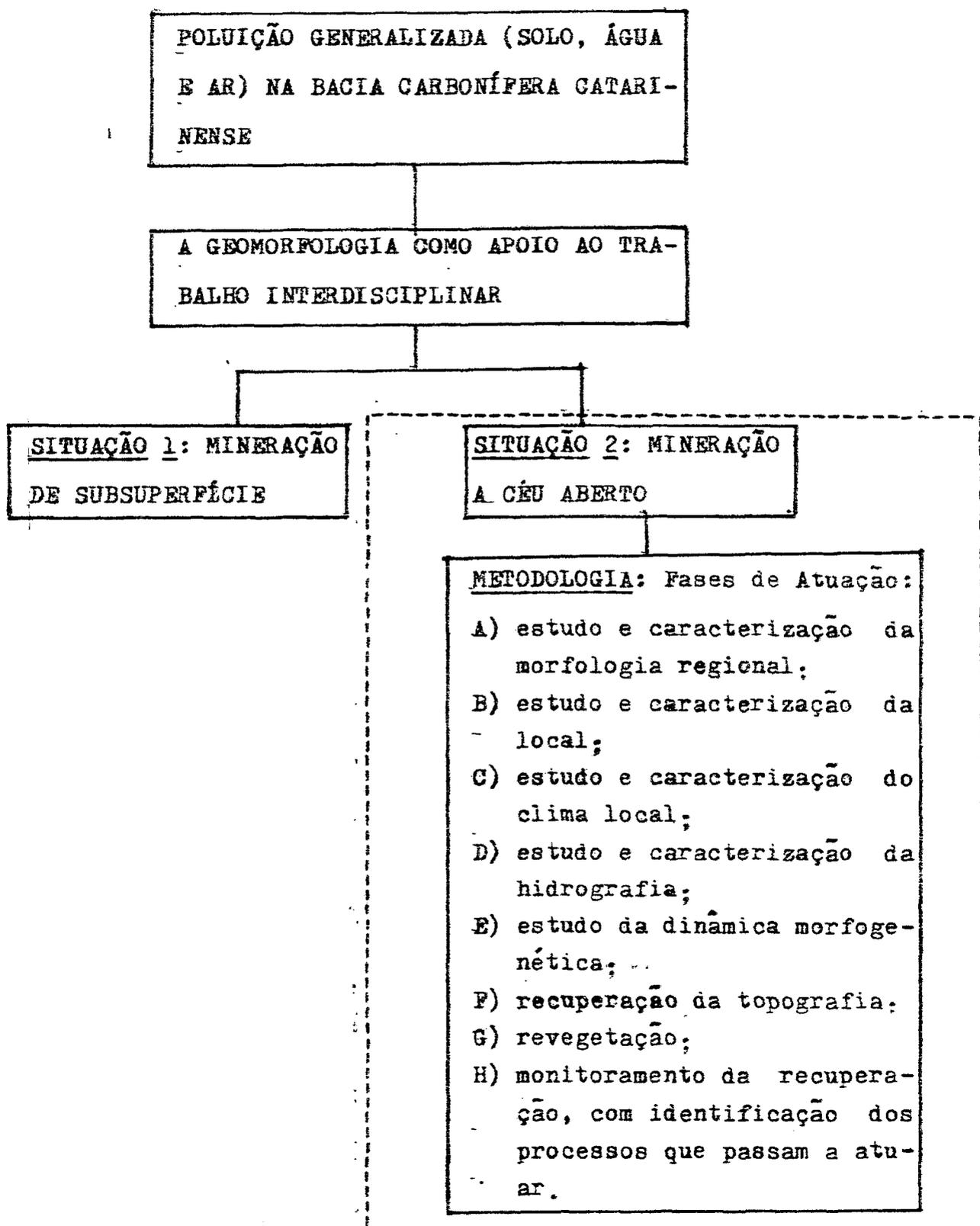
Como exemplo do emprego deste esquema, tem-se no tema do presente estudo, o caso da recuperação de áreas de mineração de carvão na região sul do Estado de Santa Catarina (Figura 9). Pelas informações obtidas, constatou-se que o problema maior na bacia carbonífera catarinense é a poluição química que, além de prejudicar o aproveitamento econômico satisfatório de suas áreas, ultrapassa os limites dos setores explorados. Cita-se como exemplo dessa situação a busca por água potável pelas cidades mais afetadas com a poluição dos rios da bacia carbonífera. A cidade de Criciúma, próxima a Siderópolis, têm captado água para o consumo da população a quilômetros de distância. Até mesmo após uma tentativa de revegetação dos rejeitos de estéreis, que têm contaminação aparentemente um pouco menor do que os rejeitos piritosos, a poluição química é absorvida pelas plantas. É preciso, então, verificar como se dá a contribuição da Geomorfologia neste tipo de problemática ambiental.

Pelo exposto acima, conclui-se que, neste caso, a Geomorfologia atua como disciplina de apoio a um trabalho interdisciplinar que objetive a atenuação dos problemas causados pela poluição química.

Aplicando-se o Esquema de Participação da Geomorfologia para o caso específico da mineração de carvão obteve-se o esquema 2, onde observa-se que esta disciplina oferece meios de encontrar pontos de equilíbrio para situações como a da área piloto em que a questão da forma do terreno foi parcialmente levada em conta, pois foi necessário terraplenar os cerca de 11 hecta-

FIGURA 9

ESQUEMA METODOLÓGICO 2:
MINERAÇÃO DO CARVÃO NO ESTADO DE SANTA CATARINA



res para diminuir os custos de implantação do projeto. Assim, estabeleceu-se um novo comportamento morfogenético, diferenciando-se a área piloto das áreas circunvizinhas.

A recuperação da área ainda que seja, a curto prazo, basicamente visual, deve-se ter o cuidado para que o trabalho seja executado de tal maneira que haja perspectivas de uma recuperação total, a longo prazo. Assim, pelo esquema proposto (Figura 9), seriam necessárias pelo menos oito fases para se chegar a uma amenização do impacto causado pela degradação da superfície nas áreas mineradas a céu aberto. As seis primeiras fases (A, B, C, D, E e F) preencheriam as falhas deixadas pela proposta da FATMA, onde estes estudos não estão completos. As fases A a F seriam, então, executadas conforme o encaminhamento dado pelo geomorfólogo responsável. Nas fases G e H, aproveitar-se-ia, do projeto de recuperação piloto da FATMA, o bom desenvolvimento dado a estas etapas.

Ao aplicar-se este esquema metodológico nas áreas degradadas, deve-se ter o cuidado em levantar as características específicas de cada área a ser recuperada. Contudo, nos setores onde as características são comuns a todas as áreas, é possível estabelecer os mesmos critérios de trabalho da área piloto. Isto, porque a mineração a céu aberto, praticamente homogeneiza o tipo de paisagem resultante, ou seja, forma dezenas de hectares com pilhas de rejeitos impregnados de metais pesados que modificam totalmente a topografia original e aceleram a poluição química ao serem atingidos mais acentuadamente pelos processos erosivos. As-

sim, primeiramente, a intensidade da ação química deve ser amenizada diminuindo-se a exposição dos rejeitos aos efeitos diretos do clima, que fazem com que os elementos tóxicos sejam rapidamente transportados para os cursos d'água superficiais e sub-superficiais de forma mais concentrada. Para tanto, a recolocação do solo (original, se possível) e a revegetação são a melhor solução, levando-se em conta que as espécies com sistema radicular profundo não deverão ser utilizadas (a princípio), evitando-se a contaminação das plantas.

Em estudos como os de MC DONALD & ERRINGTON (1979), percebe-se que a preocupação com a topografia é um dos fatores de revegetação na Região Carbonífera de Crowsnest (Canadá). Neste trabalho, são verificadas as declividades mais compatíveis à estabilidade da vegetação, verificando-se, inclusive, como a mistura de solos é afetada por estas declividades devido a exposição menor ou maior a luz solar e absorção de calor. Além disso, são testadas várias técnicas para resolver problemas específicos de cada tipo de terreno, em cada domínio climático, para que a fauna e a flora nativas possam se reestabelecer espontaneamente. Assim, as barreiras ao sucesso da recuperação ambiental vão sendo superadas através da pesquisa, planejamento e recuperação operacional.

As características do relevo circunvizinho ao local de implantação do projeto piloto, apresentadas no Capítulo I, permitem que se siga uma linha de estudo semelhante a do trabalho acima referido, pois em alguns locais a topografia pouco aciden-

tada dos terrenos permite que se tente retornar, o mais aproximadamente possível, ao que era no período anterior a mineração. Isso envolve, além de problemas mecânicos de adaptação do relevo e do lençol freático, também a adaptação da flora nativa, que tende a evoluir conforme o tipo de relevo (CITADINI-ZANETTE, ZOCHE & BOFF, 1990). Pode-se dizer que seria uma evolução paralela da forma de relevo e da vegetação. Em suma, é mais um caminho aberto a ser trilhado em estudos interdisciplinares.

A terraplenagem obteve desempenho satisfatório na contenção dos processos erosivos. Porém, além disso, é imprescindível estudar o clima local, que vai influenciar na escolha das espécies vegetais, no monitoramento dos processos morfogenéticos e, de uma maneira geral, no planejamento global do acompanhamento da evolução das condições ambientais na área, que está diretamente ligada ao comportamento dos processos geomorfológicos atuantes.

Esta, é uma proposta com caráter preliminar, pois ela se viabiliza através do trabalho de uma equipe interdisciplinar que irá detalhar e ampliar seu conteúdo, baseados numa visão que leva em conta o dinamismo dos processos geomorfológicos. Assim, a Geomorfologia oferece um grande e valioso apoio para a obtenção de resultados positivos, ao ser aplicada nas antigas áreas de mineração para remediar os problemas causados pela poluição e destruição da superfície e, ao mesmo tempo, nos atuais e futuros campos de lavra, para planejar a exploração, evitando a degradação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Indubitavelmente, o maior problema na bacia carbonífera do Estado de Santa Catarina é a poluição química. Diz-se isso, porque o teor de metais pesados liberados no processo de exploração e beneficiamento do carvão é muito alto e contamina gravemente os cursos d'água superficiais e o lençol freático, os solos, as plantas e os animais, atingindo diretamente o ser humano.

Naturalmente, são necessários maiores estudos para se saber o nível de toxidez a que estão submetidas as plantas introduzidas nas áreas com rejeito. Isto porque, mesmo que algumas espécies expulsem os metais pesados que absorveram, esta expulsão se dará através das folhas, frutos e sementes. Como o homem é o destino final na cadeia alimentar, ele absorve estes metais através da ingestão de vegetais ou carne dos animais que também alimentarem-se destas plantas.

A Geomorfologia é um importante instrumento para pesquisar, sugerir, planificar e oferecer bases a qualquer empreendimento que venha necessitar do suporte dos fundamentos físicos de um sistema ecológico. No entanto, para cada caso ou problema que

se apresenta, é preciso especificar até que ponto pode ir a contribuição geomorfológica. Foi neste sentido que realizou-se um estudo que permitisse verificar como se dá a aplicação da Geomorfologia na recuperação de uma área minerada a céu aberto, na bacia carbonífera catarinense.

Acredita-se que delimitar o papel de cada disciplina nos estudos ambientais é vital porque a mineração prossegue sua marcha, que em alguns momentos pode ser mais lenta, porém, ininterrupta, até deparar-se com o esgotamento das reservas. Assim, para a utilização racional deste recurso natural sem a degradação ambiental como vem ocorrendo, cabe aos ambientalistas corrigir os problemas deixados nos locais já explorados desordenadamente e, propor e fazer aplicar projetos que amenizem os impactos nas áreas ainda por explorar, conquistando-se o apoio político-social. Feito isto, o trabalho interdisciplinar estará bem alicerçado e tornar-se-á coeso, porque a vontade política somada a conscientização da sociedade derruba as barreiras econômicas para a realização desta tarefa. As tentativas de recuperação ambiental em áreas de situação tão delicada como a da bacia carbonífera catarinense não permitem erros ou atrasos que venham a provocar um agravamento tal da degradação que inviabilizem a possibilidade de reversão do quadro ambiental.

Para o futuro, o geomorfólogo pode e deve contribuir para que a recuperação simultânea das áreas em exploração. Os trabalhos técnico-científicos precisam caminhar no sentido de, além de recuperar, projetar a reutilização racional destas áreas, confor-

me a vocação de uso que apresentarem, o que promoverá a reabilitação da qualidade de vida da população. Resgata-se, com isso, a maioria das promessas feitas na elaboração do Programa de Recuperação da FATMA.

Faz-se necessária a revisão da prática política para que haja uma internalização da questão ambiental no sistema de Governo. A questão ambiental deve se tornar interinstitucional, para encontrar formas de encaminhar os projetos. No Brasil, a transferência de poder ocorreu através de uma transição controlada, com uma série de concessões e dissidências no regime autoritário. Assim, a centralização do poder ainda é muito forte e as instituições estaduais e municipais estão muito atreladas a esta política, tornando as ações e decisões muito passageiras. Consequentemente a isso, há muita imaturidade política no tratamento das questões ambientais.

Após o desenvolvimento do presente trabalho, sabe-se que é insuficiente apontar o que se deve ou não fazer em estudos como este. Contudo, a natureza da elaboração do trabalho é de cunho individual, o que impôs limitações a aplicação prática que melhor ilustrasse o procedimento metodológico proposto. O intuito foi o de tentar traçar novas alternativas para a recuperação ambiental da bacia carbonífera catarinense, através de um caminho alternativo viável, para ser trilhado por um geomorfólogo dentro de uma equipe interdisciplinar. Isto porque o geomorfólogo está instrumentalizado para estudar e compreender as transformações dos sistemas agredidos, o que possibilita a previsão de como os

processos de degradação do ambiente atuarão. Com isso, abre-se o leque de alternativas para estancar a destruição e reverter o quadro de agravamento da poluição.

Tem-se, então, de um lado, a comprovação da aplicabilidade da Geomorfologia que, bem conduzida, cumpre eficientemente com a sua parte no sentido de avaliar a qualidade de vida das populações de forma satisfatória. Por outro lado, tem-se a indiferença ou o desconhecimento deste fato por parte dos setores que detêm o poder político de decisão. Aparentemente, a visão economicista da década de 60, do máximo lucro no menor espaço de tempo, continua impregnando as concepções destes setores, do que seja recuperar o ambiente. Certamente, os custos financeiros para se efetivar os projetos de recuperação são altos e é muito difícil esquivar-se desta realidade. Atualmente, o custo para a recuperação de áreas antigas a céu aberto está estimado em cerca de doze mil dólares por hectare (UFSC, 1989, volume 3, p. 60). Contudo, haverá custo maior do que o social, quando se priva a população que vive na área poluída e do que restou de produtivo nela, da melhoria das condições de vida? Esta situação traz implícita a estagnação do crescimento econômico da região, pois decai a capacidade produtiva. Instala-se, então, um rosário de problemas sociais que têm, na raiz, o agravamento da degradação ambiental.

A síntese da realidade atual da região carbonífera catari-nense é a de uma área que vem sendo explorada desordenadamente há décadas e que, por isto, tornou-se amplamente degradada. Esta

situação, sem controle, trouxe a degradação social que, por sua vez, atrai mais problemas ambientais. Romper este círculo vicioso é uma tarefa gigantesca, que será bem sucedida ao definir-se claramente o grau de colaboração de cada área do conhecimento científico. O presente trabalho dá a sua modesta contribuição no sentido de demonstrar o papel da Geomorfologia nesta tarefa. As questões aqui levantadas trazem novos dados que podem servir como referência para a ampliação da discussão na busca de resultados práticos, não apenas para remediar os problemas, mas também em benefício da utilização e conservação dos recursos naturais que produzam o bem estar de todos.

BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, N. O. Delimitação e Caracterização de Unidades de Manejo Ambiental: uma Contribuição Metodológica. Rio de Janeiro, UFRJ, 1982. Dissertação de Mestrado.

_____. "Metodologias em Geomorfologia Ambiental". Geosul, Florianópolis, nº 1, 1986, p. 59-69.

AUGUSTIN, C. H. R. R. "A Geografia Física: Levantamento Integrado e Avaliação de Recursos Naturais". Boletim de Geografia Teórica, Rio Claro, v. 15, nº 29/30, 1985, p. 141-153.

AYOADE, J. O. Introdução à Climatologia Para os Trópicos. São Paulo, DIFEL, 1986, 332 p.

BAGNOULS, F & GAUSSEN, H. "Os Climas Biológicos e Sua Classificação". Boletim Geográfico, Rio de Janeiro, IBGE, nº 176, p. 545-566, 1963.

BERTRAND, G. "Paisagem e Geografia Física Global: Esboço Metodológico". Cadernos de Ciências da Terra, São Paulo, USP, nº 13, 1972, 27 p.

BERTRAND, G. & BERVITCHACHYIL, N. "Geossistema ou Sistema Territorial Natural". Revue Géographique des Pyrénées et du Ge-Quest, Toulouse - França, 49 (2), p. 167-180, 1978.

- BIGARELLA, J. J. & MAZUCHOWSKI, J. Z. Visão Integrada da Problematologia da Erosão. Curitiba, Associação de Defesa e Educação Ambiental e Associação Brasileira de Geologia e Engenharia, 1985, 329 p.
- BROWN, E. H. "O Homem Modela a Terra". Boletim Geográfico, Rio de Janeiro, ano 30, nº 222, p. 01-17, 1971.
- CABRAL, O. R. História de Santa Catarina. 3ª edição, Florianópolis, Lunardelli, 1987, 504 p.
- CEAG/SC. Evolução Histórico-Econômica de Santa Catarina. Estudo das Alterações Estruturais (séc. XVIII-1960). Florianópolis, 1980, 214 p.
- CERVO, A. L. & BERVIAN, P. A. Metodologia Científica. Porto Alegre, Mc Graw-Hill do Brasil Ltda., 1975, 158 p.
- CITADINI-ZANETTE, V. Levantamento Florístico da Área de Recuperação da Mineração a Céu Aberto em Siderópolis, Santa Catarina, Brasil. Florianópolis, FATMA, 1982, 22p.
- CITADINI-ZANETTE, V., ZOCHE, J. J. & BOFF, V. P. "Metais Pesados nas Áreas de Mineração a Céu Aberto em Siderópolis, Santa Catarina, Brasil". Criciúma, entrevista, 01/10/1990.
- CRUZ, O. A. "A Geografia Física: o Geossistema, a Paisagem e os Estudos dos Processos Geomórficos". Boletim de Geografia Teórica, Rio Claro, v. 15, nº 29/30, p. 53-62, 1985a.
- _____. "A Escala Temporal-Espacial nos Estudos dos Processos Geomorfológicos Erosivos Atuais. Uma Questão de Método". Geomorfologia, São Paulo, USP, nº 33, 1985b, 06 p.
- DNPM. Coletânea de Trabalhos Técnicos sobre Controle Ambiental na Mineração. Brasília, 1985, 367 p.

EMPASO - Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária. Sistema de Cálculo de Evapotranspiração Potencial. Estação Climatológica Urussanga - Lista de dados de 1979 a 1988.

FATMA/UFRGS. Estudos sobre o Impacto Ecológico da Mineração e do Beneficiamento do Carvão na Região Sul do Estado de Santa Catarina. Relatório Final. Porto Alegre, UFRGS, 1978.

FATMA/ECP. Projeto A - Monitoramento Ambiental: Qualidade do Solo. Florianópolis, FATMA, v. III-A, 1982a.

Legislação Específica da Mineração e Uso do Carvão. Relatório Final. Florianópolis, FATMA, 1982b.

Recuperação Piloto de Áreas Mineradas a Céu Aberto- Sidrópolis-SC. Florianópolis, FATMA, 1982c, 248 p.

"Avaliação da Qualidade Ambiental da Região Carbonífera Catarinense". Relatório da Qualidade do Meio Ambiente. Florianópolis, FATMA, 1983, separata.

FELDS, E. "Geomorfologia Antropogenética". Boletim Geográfico, Rio de Janeiro, IBGE, nº 144, p. 351-357, 1958.

FERREIRA, L. A. D. "Como Deverá ser Evitada a Poluição nas Zonas Carboníferas. Infratores, Penalidades e Exigências do DNPM". Cartas do Sul. Criciúma, Anais do 1º Encontro Regional sobre Ecodesenvolvimento, 1980.

GAPLAN. Atlas de Santa Catarina. Rio de Janeiro, Aerofoto Cruzeiro, 1986, 173 p.

GEBRIN OP, I. M. de L. "Métodos de Estudo Empregados em Geomorfologia". Notícia Geomorfológica, Campinas, nº 3, p. 47-58, 1959.

GONÇALVES, C. W. P. Os (Des)Caminhos do Meio Ambiente. São Paulo, Edgard Blucher, 2ª edição, 1989, 148 p.

GOTHE, C. A. V. Diagnóstico Ambiental da Região Carbonífera Catarinense. Florianópolis, 1988, Trabalho Datilografado.

GUERRA, A. J. T. "Considerações a Respeito da Importância da Geomorfologia no Manejo Ambiental". Boletim Geográfico, Rio de Janeiro, IBGE, ano 36, nº 258/259, p. 60-67, 1978.

GUERRA, A. T. Dicionário Geológico-Geomorfológico. Rio de Janeiro, IBGE, 7ª edição, 1987, 446 p.

GUIDUGLI, M. M. B. "A Interação Homem-Natureza na Questão da Litorização dos Processos Naturais". Revista Geográfica, São Paulo, v. 3, p. 77-85, 1984.

_____. "A Problemática Ambiental das Atividades da Mineração a Céu Aberto". Revista de Geografia, São Paulo, v. 4, p. 69-73, 1985.

KLINK, H. J. Geocologia e Regionalização Natural. Bases para Pesquisa Ambiental. São Paulo, 1981, 24 p. (Tradução datilografada do Prof. Dr. Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro).

LAGO, A. & PADUA, J. A. O Que é Ecologia. São Paulo, Brasiliense, 2ª edição, 1985, 109 p.

LAGO, P. F. Gente da Terra Catarinense. Desenvolvimento e Educação Ambiental. Florianópolis, UFSC/FCC Edições/Lunardelli/UDESC, 1988, 352 p.

LINS, E. S. "Solução para os Problemas Ambientais do Sul Catarinense". Cartas do Sul. Criciúma, Anais do 1º Encontro Regional sobre Ecodesenvolvimento, p. 80-87, 1980.

LUTZENBERGER, J. et alii. Política e Meio Ambiente. Porto Alegre, Mercado Aberto, 1986, 116 p.

MAIO, C. R. "Contribuição da Geomorfologia aos Estudos de Poluição". Geografia e Planejamento. São Paulo, USP, nº 37, 1981,

14 p.

- MARTINS, J. A. "Escoamento Superficial" e "Infiltração". Hidrologia Básica. São Paulo, Edgard Blucher Ltda., p. 37-55, 1976.
- MC DONALD, J. D. & ERRINGTON, J. C. "Reclamation of Lands Disturbed by Coal Mining in British Columbia". Stability in Coal Mining, San Francisco, Miller Freeman, p. 481-490, 1979.
- MENEGOTTO, M. Ecologia. Porto Alegre, Professor Gaúcho Ltda., 6ª edição, 1973, 58 p.
- MONTEIRO, C. A. de F. "Derivações Antropogênicas dos Geossistemas Terrestres no Brasil e Alterações Climáticas: Perspectivas Urbanas e Agrárias ao Problema da Elaboração de Modelos de Avaliação". Simpósio: A Comunidade Vegetal como Unidade Biológica, Turística e Econômica. São Paulo, ACIESP, nº 15, p. 43-54, 1978.
- _____. Questão Ambiental no Brasil (1960-1980). São Paulo, IGEOG/USP, 1981, 133p.
- _____. "Geografia e Ambiente". Orientação. São Paulo, IGEOG/USP, nº 5, p. 19-27, 1984.
- _____. Análises Ambientais: Perspectivas Geográficas à Interdisciplinaridade e Problemas Teórico-Metodológicos. Recife, 1º Encontro Nacional de Estudos sobre Meio Ambiente, 1986, 30 p. datilografado.
- NIMER, E. "Climatologia da Região Sul do Brasil". Revista Brasileira de Geografia. Rio de Janeiro, IBGE, ano 33, nº 4, p. 3-65, 1971.
- OREA, D. G. El Medio Físico y La Planificación. Madrid, v. I, CIEFCA, 1978, 140 p.

ORY, V. E. "Una Vision Geográfica Acerca de la Degradacion del Paisage y los Problemas del Medio Ambiente". Cadernos de Investigación (Geografía y História), Lagroño, nº 2, p. 15-40, 1975.

PAIXÃO, R. A. "Geografia e Meio Ambiente". 33ª Reunião Anual da SBPC. Salvador, p. 215-220, 1981.

PENTEADO, M. M. Fundamentos de Geomorfologia. Rio de Janeiro, IBGE, 3ª edição, 1980, 185 p.

PENTEADO-ORELLANA, M. M. "A Geomorfologia no Planejamento do Meio Ambiente (Geomorfologia Ambiental)". Notícia Geomorfológica, Campinas, ano 16, nº 31, p. 3-15, 1976.

_____. "A Geomorfologia no Contexto Social". Geografia e Planejamento. São Paulo, IGEOG/USP, nº 34, 1981a, 25 p.

_____. "Geografia e Meio Ambiente". Geografia, Rio Claro, v. 6, nº 11-12, p. 207-219, 1981b.

_____. "Metodologia Integrada no Estudo do Meio Ambiente". Geografia, Rio Claro, nº 10, p. 125-148, 1985.

PEREIRA, O. D. et alii. Política Mineral do Brasil: Dois Ensaio Críticos. Brasília, Assessoria Editorial e Divulgação Científica-MCT, CNPq, 1987, 145 p.

ROSSATO, D. M. A. S. A Atividade Humana como Processo Geomorfológico. O Exemplo da Bacia do Rio Toropi-RS. São Paulo, USP, 1981, 94 p. Dissertação de Mestrado.

_____. A Trajetória da Natureza: Um Estudo Geomorfológico sobre os Areais de Quaraí - SW do RS. São Paulo, USP, 1985, 87 p., Projeto de Tese de Doutorado.

SNYTKO, V. A. A Propósito de Modelos Espaciais-Temporais dos Regimes Naturais de Geossistemas. São Paulo, 1978, 12 p. Tra-

dução datilografada do Prof. Dr. Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro.

SOTCHAVA, V. B. "O Estudo de Geossistemas". Métodos em Questão, São Paulo, IGEOG/USP, nº 16, 1977, 52 p.

_____. "Por uma Teoria de Classificação de Geossistemas de Vida Terrestre". Biogeografia, São Paulo, USP, nº 14, 1978, 24 p.

SUERTEGARAY, D. M. A. & SCHAFFER, N. O. "Análise Ambiental: A Atuação do Geógrafo para e na Sociedade. Porto Alegre: a Metrôpole e seu Delta". Geografia e a Questão Ambiental, São Paulo, Marco Zero, p. 89-103, 1988.

TRICART, J. A. "A Geomorfologia nos Estudos Integrados de Ordenação do Meio Natural". Boletim Geográfico, Rio de Janeiro, IBGE, nº 251, p. 15-42, 1976.

_____. Ecodinâmica. Rio de Janeiro, IBGE, 1977, 97 p.

_____. Paisagem e Ecologia. São Paulo, 1981, 27 p. Tradução datilografada do Prof. Dr. Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro.

TRINCA F., D. "Relacion Sociedad/Naturaleza y Geografia". Impactos Geograficos, II Encuentro de Geografos de America Latina, Montevideo, p. 303-313, 1989.

UFSC, Anais do 2º Encontro Nacional de Estudos Sobre Meio Ambiente, Florianópolis, vols. 1, 2, e 3, UFSC, 1989.

VOLPATO, T. G. A Pirita Humana. Os Mineiros de Criciúma. Florianópolis, UFSC, 1984, 160 p.

ZANETTE, A. "Impacto Ambiental Causado pela Mineração na Bacia Carbonífera Catarinense". IV Seminário Nacional Sobre Universidade e Meio Ambiente. Textos Básicos. Florianópolis, IBAMA/UFSC, p. 335-361, 1990.

ANEXOS

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA REFERENTE
AO ÍTEM 2.1 DO CAPÍTULO II

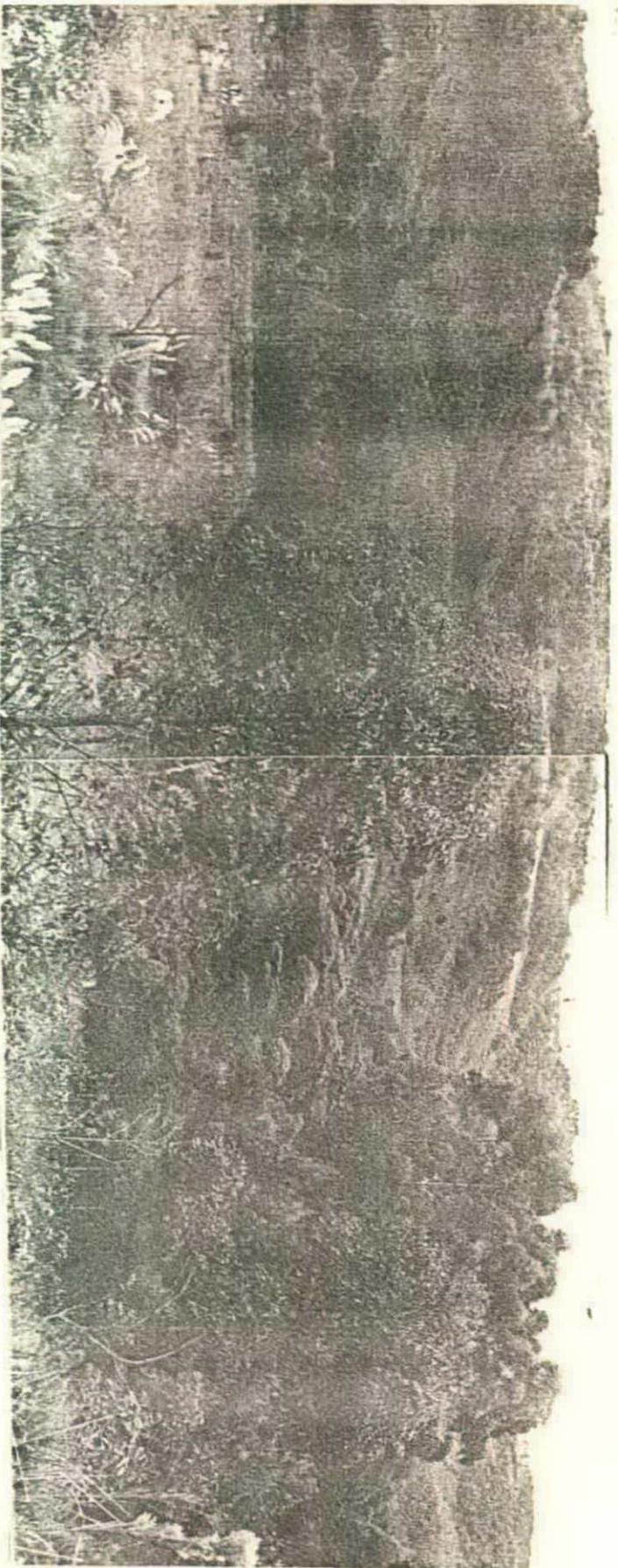


FOTO 01
VISTA GERAL DA ÁREA PILOTO



FOTO 02 SETOR COM EUCALIPTOS



FOTO 03 CONJUNTO COM VEGETAÇÃO NATIVA
QUE SURTIU ESPONTANEAMENTE

SETORES COM DESENVOLVIMENTO DEFICIENTE DAS ESPÉCIES IMPLANTADAS

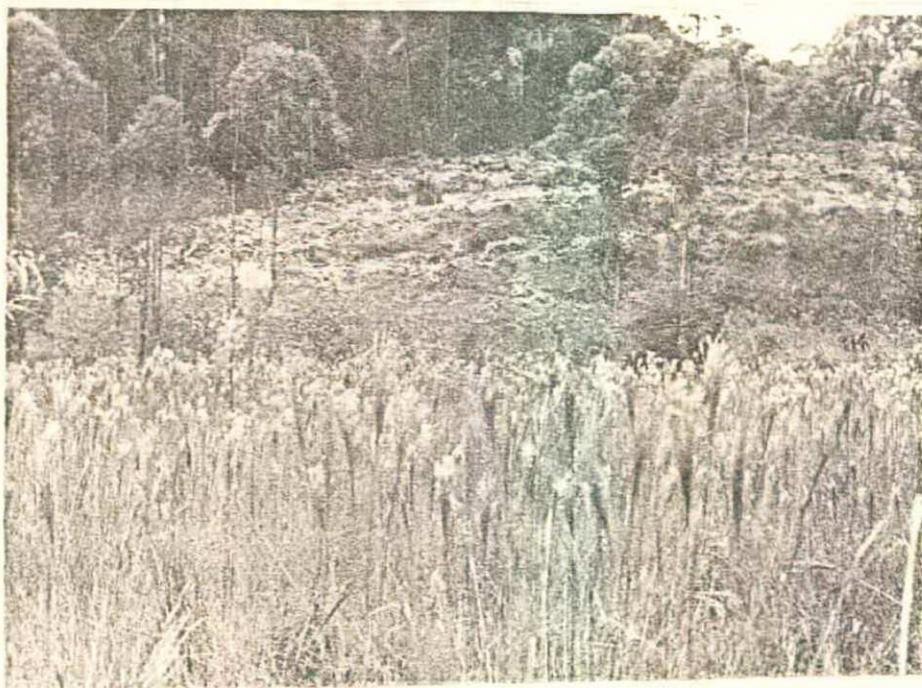


FOTO 04



FOTO 05

FOTO 06

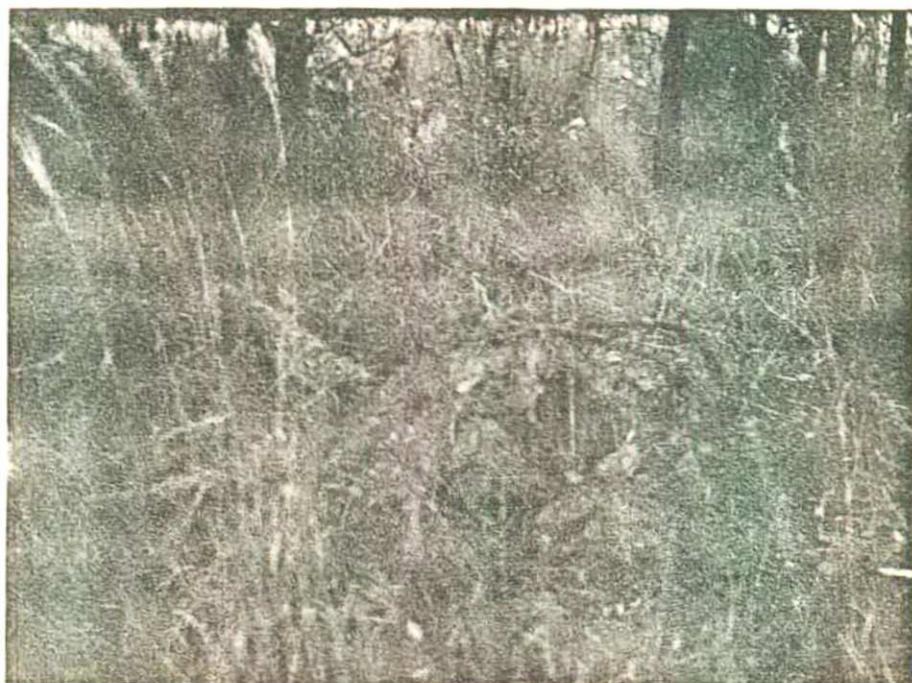


FOTO 07 ÁRVORE CAÍDA POR DIFICULDADE
DE ENRAIZAMENTO EM SOLO COM-
PACTADO



FOTO 08 SOLO ORGÂNICO EM FORMAÇÃO EM SETOR
COM ESPÉCIES NATIVAS



FOTO 09 RIO FIORITA EM CONTATO COM OS ESTÉREIS

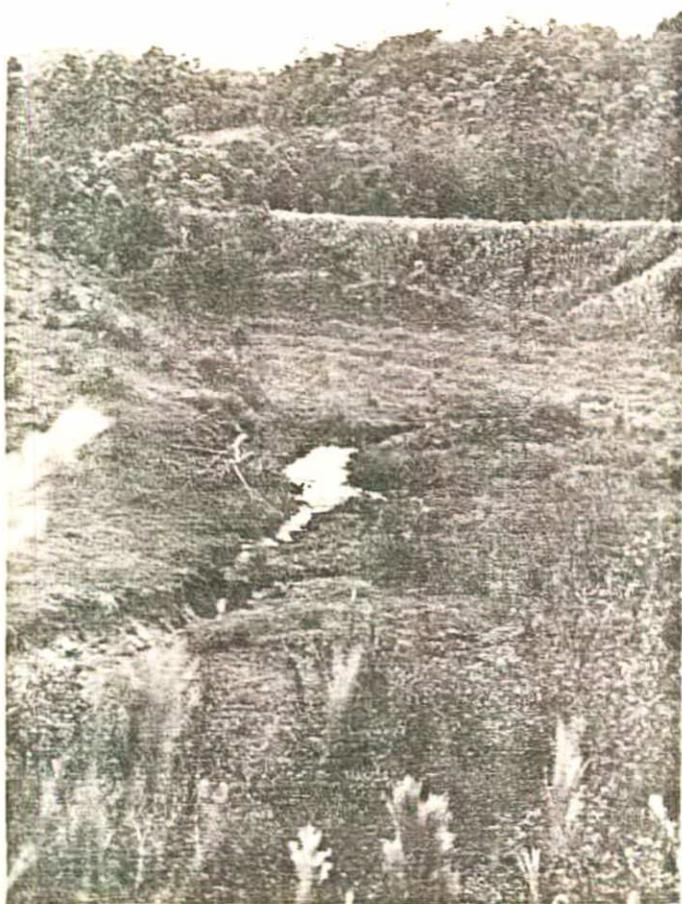


FOTO 10

ZONA DE CONTATO COM O RIO FIORITA

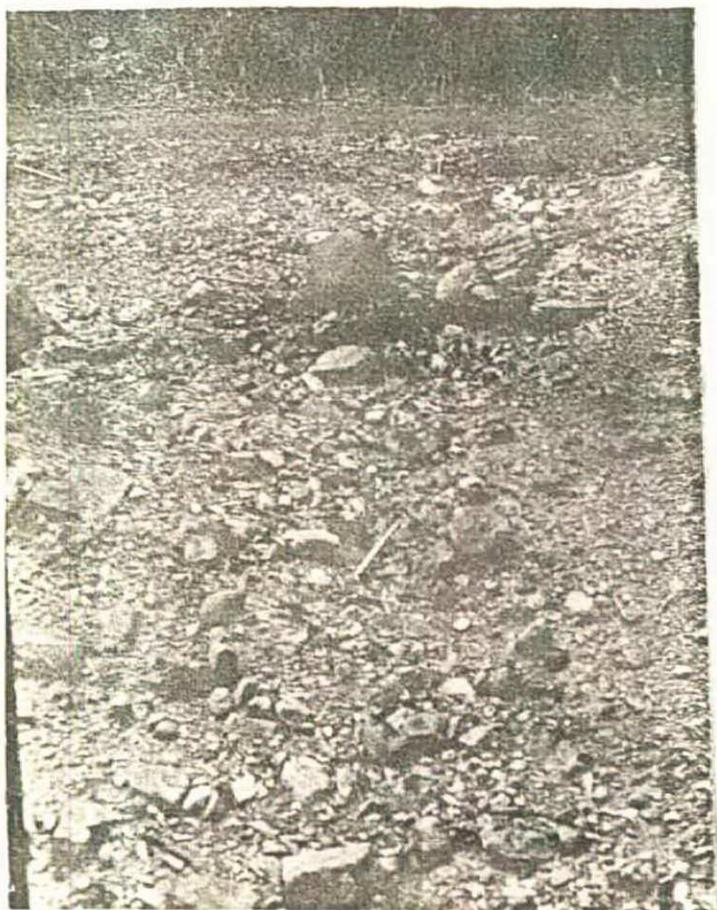


FOTO 11
EROSÃO NA SUPERFÍCIE INCLINADA
A NOROESTE DA ÁREA PILOTO

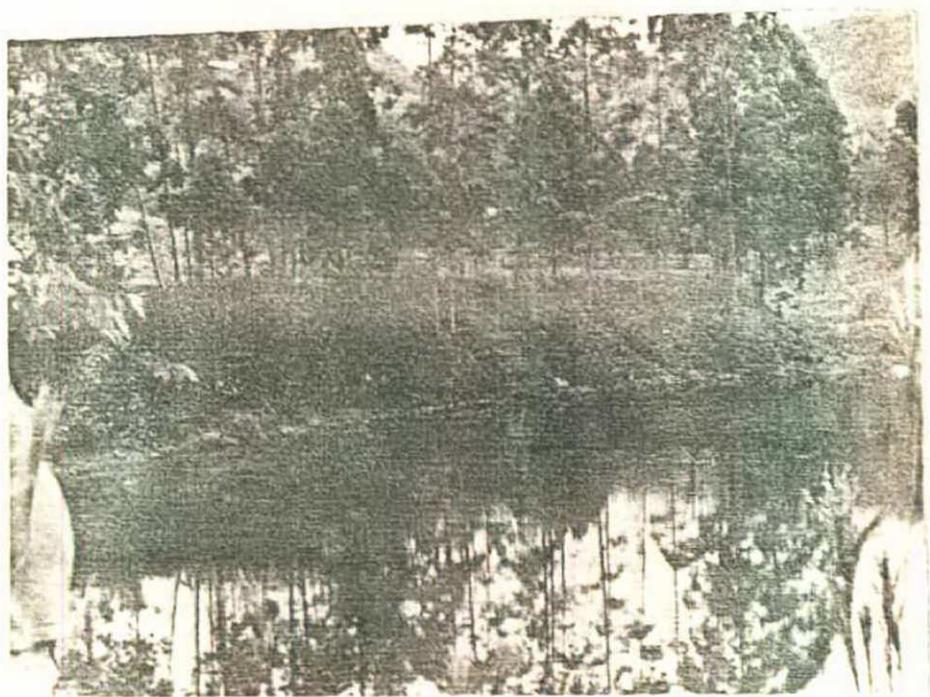


FOTO 12 CAVA NORDESTE - LAGOA EXPERIMENTAL