

ESTIMATIVAS SOBRE A OCUPAÇÃO DO SOLO PELAS ATIVIDADES DE MINERAÇÃO DO CARVÃO NAS BACIAS DOS RIOS TUBARÃO, ARARANGUÁ E URUSSANGA, SUL DE SC

Nascimento, F. M. F.¹, Soares, P. S. M.²

¹PCI-CNPq/²CETEM – Centro de Tecnologia Mineral – Av. Ipê, 900 - Cidade Universitária - RJ - CEP 21941-590 ¹fnascimento@cetem.gov.br, ²psoares@cetem.gov.br

ABSTRACT

The present work provides an estimate of the areas covered by coal mining activities (settling pond, waste/tailings deposit and deposit of waste/tailings with vegetation covering) in 21% of the Southern region of Santa Catarina state, Brasil. These estimation were obtained by mapping the land cover usage with TM_Landsat 5 image from Oct/2000 and the automatic classifier MAXVER present at the free software SPRING – System of Processing of the Georeferences Information, available at <http://www.inpe.br/software>. Eight maps belonging to the Tubarão, Urussanga and Araranguá rivers micro/sub-basin, were prepared. The stronger influence on the micro/sub-basins caused by coal mining activities is observed in the Araranguá basin, with 51,4 square kilometers; followed by the Tubarão basin with 15,83 square kilometers and Urussanga basin with 10,05 square kilometers.

INTRODUÇÃO

Carvão Mineral e Energia

O carvão mineral é a maior fonte de energia não renovável no país. As maiores reservas de carvão estão localizadas no Rio Grande do Sul (28,8 bilhões t) Paraná (100 milhões t) e Santa Catarina (3,4 bilhões t) (Carriso & Possa, 1995). Em 1999, a produção de carvão foi de 61% no Rio Grande do Sul, 38% em Santa Catarina e 1% no Paraná. O consumo foi de 16,2 milhões toneladas, sendo 65% de carvão metalúrgico destinado à siderurgia, 30% do consumo de carvão energético para uso em termelétricas e 5% para uso industrial (indústria petroquímica, papel e celulose, etc.). Do total de carvão metalúrgico importado, 33% foram dos EUA, 31% da Austrália, 9% da África do Sul e 8% do Canadá (Sumário Mineral, 2000). Em Santa Catarina o carvão é extraído da Formação Rio Bonito, sendo que o carvão energético origina-se das camadas Bonito e Barro Branco e o carvão metalúrgico da camada Barro Branco.

(DNPM, 1981). Este último destinado principalmente para a fabricação de coque de fundição.

A expansão da produção de carvão em Santa Catarina deveu-se à criação da CSN - Companhia Siderúrgica Nacional no final da década de 30 e de uma política nacional para o consumo do carvão. No final da década de 70, com a crise gerada pelos preços do petróleo, o setor carbonífero ganhou incentivos financeiros para sua ampliação através do Programa de Mobilização Energética - PME. Em 1981, 20 projetos foram aprovados, dos quais 13 em Santa Catarina. Até 1985, estima-se que 713,5 km de sondagens teriam sido realizadas para as pesquisas do carvão. A partir de 1986, a falta de uma política definida para o setor, levou a diminuição da produção. Em 1990, o governo liberou as importações, e devido a qualidade inferior do carvão catarinense, com teores elevados de enxofre (2% a 4%) e cinzas (40% a 60%) o produto perdeu mercado e a produção nacional de carvão metalúrgico foi paralisada, sendo mantida apenas a do carvão energético. Em 1991, o setor ressentia-se de uma queda na produção de 92% em relação a 1989 (1.006.000 t) e aguardava a instalação novas termelétricas para sua recuperação. Em 1997, entra em operação, após ampliação, a Usina Jorge Lacerda IV, o que acarretou um aumento na produção de carvão beneficiado em 35% em relação ao ano anterior. Em 1999, houve mais 13% de aumento na produção de carvão devido a redução dos reservatórios das hidrelétricas, aumentando a demanda por carvão para suprir a termelétrica Jorge Lacerda. Em 2000, foram criados dois programas: o Programa Nacional de Incentivo ao Uso do Carvão para Fins Energéticos, com objetivo de ampliar a utilização do carvão e recuperar as áreas carboníferas degradadas; e o Programa Prioritário de Termelétricidade 2000-2003, o qual prevê a criação de 49 novas Usinas termelétricas, a maioria a gás natural importado da Bolívia e Argentina, sendo 5 na região sul do país. Em Santa Catarina está previsto uma a carvão em Joinville e uma particular, a USITESC (Usina Termelétrica do Sul Catarinense)/Treviso. (Sumário Mineral, 1981 a 2000).

Meio Ambiente e Ind. Carbonífera em Santa Catarina

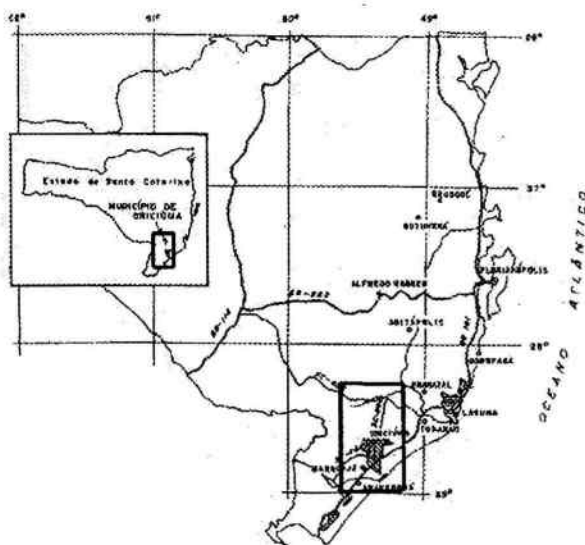
Em 1980, o Decreto Federal 86206 enquadrava a região sul de SC como a 14ª área crítica nacional para efeito de controle da degradação ambiental, com isto, o governo reconheceu os malefícios causados ao meio ambiente pela exploração e manipulação inadequadas do carvão. Em 1982, a Portaria 917 do DNPM estipulou o prazo de 180 dias para que as empresas mineradoras apresentassem ao órgão estadual de meio ambiente os seguintes projetos com cronogramas de execução: "a) tratamento de efluentes líquidos originados da drenagem da mina e do beneficiamento do carvão; b) transporte, manuseio, disposição final e/ou parcial de subprodutos, produtos ou resíduos sólidos, originados da lavra ou beneficiamento de carvão; c) e de recuperação de área minerada".

Em 1991, o Governo Federal criou o PROVIDA - Projeto de Recuperação da Qualidade de Vida na Região Sul de SC, com membros dos ministérios e secretarias, para propor ações de reabilitação ambiental e sócio-econômica da região, e então foi previsto o repasse de verbas para a recuperação dos municípios afetados. Segundo o diagnóstico apresentado neste projeto, houve falhas na fiscalização e proteção do meio ambiente; e não foram previstos os recursos para a recuperação ambiental nos custos de lavra e beneficiamento.

Localização da Área e Objetivos

A região sul do estado de Santa Catarina compreende 34 municípios com uma área total de 9.409 km². Este trabalho refere-se às principais áreas das micro/sub-bacias das bacias dos rio Araranguá, Tubarão e Urussanga, pertencentes ao distrito carbonífero. Totaliza uma área de 450,6 km², localizada entre os paralelos 28°48'25" e 28°23'54" e meridianos 49°33'38" e 49°15'11", abrangendo os municípios de Orleães, Lauro Müller, Criciúma, Siderópolis, Treviso, Urussanga, Içara, Maracajá e Araranguá (Figura 1).

O objetivo deste trabalho foi elaborar uma estimativa preliminar da ocupação do solo pelas atividades de mineração nas micro e sub-bacias com propósito de reconhecimento geral das áreas de lavra e beneficiamento, para o desenvolvimento de projetos de reabilitação ambiental. Como área de ocupação do solo pelas atividades de mineração do carvão foram consideradas aquelas que compreendem as bacias de decantação, áreas de deposição de rejeitos/estéril e áreas de depósitos de rejeitos/estéril com cobertura vegetal.



Fonte: Adaptada de CPRM, 1994, pg. 4.

Figura 1- Localização do Distrito Carbonífero de SC.

Essas áreas foram estimadas através do mapeamento do uso do solo, o qual constitui-se em uma etapa básica para os projetos de reabilitação de áreas degradadas pela mineração (NBR 13030).

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados a imagem digital TM_Landsat-5, órbita/ponto 227/80, bandas 3, 4 e 5 de Out/2000; arquivo digital de drenagens (DNPM, 1999) e as cartas topográficas (escala 1:50.000): Orleães, Criciúma e Araranguá.

A metodologia empregada para o mapeamento do uso do solo baseou-se no processo de Classificação Supervisionada por Regiões, disponível no programa SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas). Essa técnica utiliza, além da informação espectral de cada "pixel", a informação espacial que envolve a relação entre os "pixels" e seus vizinhos.

O processo de classificação procura simular o comportamento de um fotointérprete, ao reconhecer áreas homogêneas, com base nas propriedades espectrais e espaciais das imagens. Pode ser resumido nas seguintes etapas:

- seleção das imagens, bandas espectrais 3, 4 e 5 do satélite Landsat-5;
- seleção da composição colorida: para melhor visualização das áreas carboníferas, assim, optou-se por

selecionar a banda 3 no verde, banda 4 no vermelho e banda 5 no verde;

c) registro das imagens: consiste em georreferenciar a imagem com base nas cartas topográficas;

d) segmentação das imagens: neste processo, a imagem é dividida em regiões com base nos valores dos níveis digitais dos “pixels”. A divisão consiste em um cálculo realizado através de um critério de similaridade para cada par de região adjacente espacialmente. O critério de similaridade baseia-se em um teste de hipótese estatístico que testa a média entre as regiões. A seguir, divide-se a imagem em um conjunto de sub-imagens e então realiza-se a união entre elas, segundo um limiar de agregação definido. Neste trabalho foi estabelecido um limiar de 2 pixels e considerado apenas as áreas maiores de 10 pixels (0,9 ha);

e) seleção dos temas a serem agrupados, no caso as classes de uso do solo;

f) aplicação do classificador MAXVER (Máxima Verossimilhança), o qual considera a ponderação das distâncias entre as médias dos níveis digitais das classes utilizando parâmetros estatísticos.

As seguintes classes de usos do solo foram estabelecidas:

Bacias de decantação e lagos - Foram representados nesta classe os lagos e as bacias de decantação. Não foi feita distinção quanto ao aspecto qualitativo das águas. Os “pixels” apresentam baixos níveis digitais indicados pela cor preta. Em alguns casos há um aumento da reflectância com alteração da cor para azul marinho e/ou cinza escuro, em razão da presença de rejeitos na água.

Área de rejeitos - Essas áreas foram representadas pelos “pixels” de baixa reflectância. Aparecem na cor cinza escuro.

Rejeitos/estéril com cobertura vegetal - A cobertura vegetal na área apresenta espécies de gramíneas e eucaliptos, os quais são utilizados pelas mineradoras na recomposição vegetal. Também existe o avanço natural da vegetação secundária e eucaliptos sobre as pilhas de rejeito/estéril. Na composição colorida das bandas, as áreas de cobertura apresentam-se com níveis digitais superiores aos do rejeito, e são representadas pela cor cinza-marrom e marrom esverdeado.

Vegetação/Cultivos - Essas áreas apresentam maior reflectância na banda 4. Aparecem na imagem de composição colorida na cor marrom.

Área urbana - Aparecem nos tons azuis mais claros, principalmente em razão da reflectância do solo na banda.

Solo exposto/Campos - Essas áreas aparecem na composição colorida na cor bege. Embora tenham sido representadas como solo exposto ou campos, deve-se considerar que podem significar as camadas de materiais compostas por estéril e/ou solo utilizadas como cobertura de áreas de rejeito.

Cultivos em áreas alagadas - Normalmente a água possui baixa reflectância e aparece na cor preta. Entretanto, a presença de materiais (cultivos, sedimentos, rejeitos) tende a aumentar a reflectância. Na composição colorida aparece em tons violeta.

RESULTADOS E INTERPRETAÇÕES

Com base na metodologia descrita anteriormente, são apresentados 8 mapas de uso do solo (Figuras 2 a 9) referentes às principais micro/sub-bacias do distrito carbonífero. As micro/sub-bacias foram agrupadas em relação às bacias principais, ou seja, Araranguá, Tubarão e Urussanga. Como área de ocupação do solo pelas atividades de mineração do carvão foi considerada aquela que compreende as bacias de decantação, lagos, áreas de rejeito e rejeito/estéril com cobertura vegetal.

Bacia do rio Araranguá

Na bacia do rio Araranguá, as principais micro e sub-bacias, onde estão inseridas as minerações em operação, apresentam uma área de 284 km². A ocupação do solo pelas minerações representa 18,1% dessa área. A área de vegetação/cultivos ocupa 47,8%, solo exposto/campos 20%, a área urbana 13,3%, e áreas alagadas 0,8%.

Nas áreas correspondentes à sub-bacia do rio Mãe Luzia (Figura 2), micro bacia do rio Maina (Figura 4) e micro bacia do rio dos Porcos (Figura 6) optou-se por não diferenciar a classe vegetação/cultivos da classe rejeitos/estéril com cobertura vegetal. Essas áreas apresentam grande similaridade e requerem um estudo em escalas maiores, para uma melhor individualização.

As micro/sub-bacias com áreas superiores a 50 km² são as formadas pelas nascentes dos rio Mãe Luzia, pelo rio Sangão (baixo), rios Fiorita e Maina. A bacia do rio Maina é a que está mais ocupada com rejeitos, bacias de decantação e lagos com uma área de 6,4 km² ou 10,8% do total da área da bacia. A bacia do rio Sangão (Figura 5) com 4,9 km² ou 9,5% do total; A micro bacia do rio Fiorita (Figura 3) com 3,6 km² ou 6,4% do total e a bacia das nascentes do rio Mãe Luzia com uma área de 3,1 km² ou 3,9% do total com rejeitos, bacias de decantação e lagos.

Em relação aos afluentes menores, com áreas entre 1 e 11 km², ou seja as micros bacias do rio Morosini (Figura 2), dos afluentes do rio Sangão (Figuras 4 e 5) e afluente do rio dos Porcos (Figura 6), a que apresenta maior área com rejeitos, bacias de decantação situa-se entre o rio Mãe Luzia e o rio Sangão (Figura 5). Os rejeitos e bacias de decantação ocupam 15,8% desta micro bacia ou 0,6 km².

Bacia do rio Urussanga

Na bacia do rio Urussanga (Figura 7) foi considerada apenas a área referente à sub-bacia do rio Carvão, com aproximadamente 40,6 km². Dessa área, 21,8% é ocupada por rejeito/estéril com cobertura vegetal; 2,9% com áreas de rejeitos e bacias de decantação e lagos; 21,5% com solo exposto/campos; 48,6% com vegetação/cultivos; e 5,2% com área urbana. Dessa forma, a área das atividades de mineração (bacia de decantação e lagos, área de rejeitos, rejeitos/estéril com cobertura vegetal) corresponde a aproximadamente 24,7% da sub-bacia do rio Carvão.

Bacia do rio Tubarão

As principais micro e sub-bacias pertencentes à bacia do rio Tubarão, no distrito carbonífero, totalizam

Tabela I – Estimativa das atividades de mineração nas bacias dos rios Araranguá, Urussanga e Tubarão.

Principais bacias	*Área total (km ²)	Área das micro/sub-bacias (km ²)	Área de Influências sobre as Micro/subbacias (km ²)	Área de influência pela área total das bacias (%)
Rio Araranguá	3020	284	51,4	1,7
Rio Urussanga	720	40,6	10,05	1,4
Rio Tubarão	5100	126,3	15,83	0,31

*Schmitt Júnior, 1989.

Impactos ambientais nas micro/sub-bacias

Embora as empresas carboníferas tenham realizado algumas das medidas mitigadoras de impactos ambientais o passivo ambiental das áreas em operação e abandonadas, acumulado ao longo de décadas, ainda é muito grande.

De forma geral, os principais impactos ambientais e atuais (CETEM/CANMET, 2000) nas áreas de influência das atividades de mineração/lavra de beneficiamento ainda persistem, como citados há 10 anos pelo PROVIDA/SC (1991), ou seja:

As águas sulfurosas e ácidas, com pH entre 2 e 3, procedentes, direta e indiretamente, das minas de galeria e a céu aberto, dos processos de beneficiamento e dos rejeitos piritosos poluem as

126,3 km². Dessa área, 12,6%, correspondem ao somatório das bacias de decantação e lagos (1,4%), área de rejeitos (1,4%) e de rejeito/estéril com cobertura vegetal (9,8%). Além disso, solo exposto/campos ocupam 17,1%; área urbana, 16,1%; e vegetação/cultivos, 54,3%.

A sub-bacia do rio Rocinha (Figura 9) é a mais ocupada com rejeitos 0,94 km², correspondendo a 1,3% de sua superfície. Em relação aos afluentes do rio Palmeira, representados no Figura 8, a micro bacia do rio Lajeado é a que tem a maior superfície coberta com rejeitos e bacias de decantação. Estes, ocupam cerca de 2,5% de sua superfície o que equivale a uma área de 0,49 km².

A Tabela I apresenta uma estimativa aproximada da ocupação do solo pelas minerações/lavras de beneficiamento sobre as bacias dos rios Araranguá, Urussanga e Tubarão. Observa-se que a maior área de influência situa-se na bacia do rio Araranguá, com aproximadamente 51,4 km² ou 1,7% da área total da bacia. Em seguida aparece a bacia do rio Tubarão com 15,83 km² ou 0,31% e a bacia do rio Urussanga com 10,05 km² ou 1,4%. A bacia do Rio Araranguá reúne 77% das usinas de beneficiamento/rebeneficiamento do carvão, 17% estão na bacia do rio Tubarão e 6% na bacia do rio Urussanga.

águas superficiais e subterrâneas limitando a utilização das águas para abastecimento, causando a morte dos rios e acidez do solo prejudicando as atividades agropastoris, turísticas e a saúde humana; o comprometimento chega a 1/3 da bacia hidrogáfica do Rio Araranguá;

- A disposição de rejeitos piritosos e estéreis em locais e formas inadequadas, formam uma paisagem "lunar", com pilhas de altitude média de 20m;
- Subsidências do solo, decorrentes tanto do abatimento do teto das minas de galerias e/ou alteração da dinâmica hidráulica da região.
- Emissões de óxidos de enxofre e de material particulado.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os problemas ambientais, decorrentes das atividades de mineração do carvão no sul de SC, chegam a ser observados em escala regional (Figuras 2 a 8). A sobreposição da imagem composição colorida com a rede de drenagens e topografia indicam alguns desses problemas, tais como: a presença de depósitos de rejeito/estéril nas nascentes e ao longo das drenagens, bacias de decantação nas áreas de confluência de rios e áreas sujeitas a inundação; alterações topográficas e no comportamento hidráulico dos cursos d'água; e mudanças na qualidade da água devido a presença de materiais nos corpos hídricos.

Cabe salientar, que o processo de mapeamento do solo foi fotointerpretativo, tornando-se necessário a realização de trabalhos de campo mais detalhados em cada micro/sub-bacia para a obtenção de resultados mais acurados.

Embora hajam perspectivas para que o Programa Nacional de Incentivo ao Uso do Carvão contribua com a reabilitação das áreas de exploração do carvão, sem dúvida, a recuperação das áreas de exploração de carvão é um problema complexo e multidisciplinar, e requer planos efetivos de reabilitação ambiental, tanto para as áreas em operação, quanto para as áreas abandonadas, através da soma estruturada de esforços federal, estadual, empresas carboníferas e participação comunitária, para a obtenção de soluções a médio e longo prazo.

Devido ao volume e ao dinamismo na manipulação das pilhas de rejeito/estéril, que acarretam principalmente alterações no comportamento hidráulico da região, torna-se indispensável e básico a inclusão dos programas de monitoramento ambiental nos planos de reabilitação ambiental, segundo as normas já existentes.

O Centro de Tecnologia Mineral – CETEM, órgão vinculado ao Ministério de Ciência e Tecnologia – MCT, em parceria com o Sindicato da Indústria de Extração de Carvão do Estado de Santa Catarina – SIECESC e com participação do Canada Centre for Mineral and Energy Technology – CANMET, vêm desenvolvendo em conjunto projetos de recuperação ambiental para a região. Como parte inicial deste projeto, foi concluído um diagnóstico geral sobre a gestão das águas e sólidos no âmbito das empresas carboníferas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carriso R. C. & Possa, M. V. Carvão Mineral - Aspectos Gerais e Econômicos, Série Estudos e Documentos, nº24, Rio de Janeiro, CNPq/CETEM. p. 30. 1995.
- CETEM/CANMET Projeto Conceitual para Recuperação Ambiental da Bacia Carbonífera Sul Catarinense. Volumes I, II e III. CETEM/MCT. RJ. 194p. 2000.
- CPRM, Informações básicas para a gestão territorial. Áreas mineradas para carvão. Série Recursos Minerais, Vol2. Porto Alegre, 1994. p.4.
- DNPM Carvão no estado de Santa Catarina. DNPM/CPRM. Brasília, DF. p.207.1981.
- DNPM Diagnóstico da Qualidade da Água na Bacia do Rio Araranguá. Relatório Final, DNPM, São Paulo, SP. P.173, 1999.NBR 13030 Elaboração e apresentação de projetos de reabilitação de áreas degradadas pela mineração. p.10. ABNT-Jul/1993.
- PROVIDA/SC – Projeto de recuperação da qualidade de vida da região sul de Santa Catarina. Brasília. MAS, SNS. 32p.1991.
- Schmitt Júnior A. Impacto ambiental da mineração de carvão. Brasil Mineral. 71:10. p.62 –71.1989.
- Sumário Mineral. Carvão. DNPM, Brasília, DF, 1981-2000.