

LAVRA E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL SIMULTÂNEAS EM MINAS DE ARGILA NO SUL DE SANTA CATARINA

Márcio Luiz Geremias *

Resumo

Este trabalho tem como objetivo apresentar a experiência vivida pela empresa Minel – Minérios Industriais do Sul Ltda., mineradora do Grupo Eliane Revestimentos Cerâmicos, no processo de lavra e recuperação ambiental simultânea, em algumas de suas minas de argila, na região carbonífera, no sul de Santa Catarina.

Serão descritas as técnicas utilizadas neste processo, usando a lavra seqüencial na produção seletiva de argila, e o aperfeiçoamento dessas técnicas ao longo dos tempos.

Além de demonstrar que é possível produzir argila realizando a recuperação ambiental simultânea, será demonstrada a redução efetiva dos custos operacionais durante a lavra e os ganhos ambientais.

Palavras-chave: recuperação ambiental simultânea, revestimentos cerâmicos, meio ambiente, argilas, desenvolvimento sustentável.

Abstract

This article aims at presenting an experience lead by Minel – Minérios Industriais do Sul Ltda., a mining company that belongs to Grupo Eliane Revestimentos Cerâmicos, in the process of simultaneously mining and recovering the environment in some of their clay mines, in the coal mining region, in the South of Santa Catarina.

Techniques used in the selective production of clay, such as sequential mining, and the improvement of these techniques throughout the process will be described.

* Professor do curso de Tecnologia Cerâmica da UNESC, mestrando do Curso de Engenharia Mineral USP/UNESC e Geólogo do Grupo Eliane Revestimentos Cerâmicos. Fone para contato 441-7777 ou 9984-0585.

Besides showing that it is possible to produce clay and at the same time recover the environment, this article will demonstrate the effective operational cost reduction during the mining process and the environmental advantages of the technique.

Keywords: simultaneous environmental recovery, ceramic tiles, environment, clay, sustainable development.

Introdução

As atividades que envolvem o aproveitamento de recursos minerais implicam em modificações mais ou menos significativas nas condições ambientais, envolvendo a área de atuação da referida mina e circunvizinhanças.

A bacia carbonífera do sul de Santa Catarina é uma região muito importante na produção de argilas para uso na indústria cerâmica de revestimento e estrutural da região.

As questões de proteção e recuperação ambiental estão deixando de ser simples obrigações legais e passam a fazer parte integrante de bens minerais.

Dada a importância da produção de argila para o segmento cerâmico da região, o tema abordado trata de um caso real, no qual serão demonstradas as técnicas desenvolvidas na produção de argila pelo processo de lavra e recuperação ambiental simultâneas, nas minas da empresa Minel – Minérios Industriais do Sul Ltda., empresa mineradora do Grupo Eliane Revestimentos Cerâmicos.

Num passado muito próximo, a maioria das empresas produtoras de bens minerais de uso industrial se preocupavam principalmente com a produção de matérias-primas, sem se preocupar, naquele momento, com a recuperação ambiental, ficando grandes áreas a serem recuperadas, após a exaustão das referidas jazidas.

Da forma como eram executados os trabalhos na época, os custos durante a operação da mina eram menores, pois não eram computados os futuros gastos com a recuperação ambiental.

Como a recuperação ambiental era realizada após a exaustão da mina, os respectivos custos se concentravam no final, sem produção de matéria-prima.

Conseqüentemente, além da exposição por muito tempo da área degradada, ocorria uma elevação significativa dos custos na referida mina após a sua exaustão sem gerar receita.

Em 1999, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) publicou que a contabilidade financeira ambiental tem como objetivo registrar as transações da empresa que impactam o meio ambiente e os efeitos que tais impactos têm, ou deveriam ter, sobre a posição econômica e financeira dos negócios da empresa, devendo assegurar que: a) os custos, os ativos e os passivos ambientais estejam contabilizados de acordo com os princípios fundamentais da contabilidade; e b) o desempenho ambiental tenha a ampla transparência de que os usuários da informação contábil necessitam.

A partir de 1996, foram modificadas as técnicas de lavra, passando-se a realizar o que é tratado neste trabalho como lavra simultânea, isto é, lavra e recuperação ambiental simultâneas.

Com o objetivo de acelerar cada vez mais o processo de recuperação ambiental e minimizar os custos, a partir de 1997, foram realizadas novas modificações nas técnicas de lavra. Técnicas essas desenvolvidas para evitar ao máximo a retirada do estéril de dentro da cava, oriundos da lavra seletiva.

Além dos ganhos econômicos, o que se percebe é que as empresas vivem hoje o próprio conflito da sociedade atual, isto é, o conflito de aliar o crescimento à qualidade de vida, de crescer sem destruir e de garantir a sua futuridade, Sanches (1997).

Histórico

O carvão mineral foi o bem mineral responsável pelo desenvolvimento da região sul de Santa Catarina, tendo seu início no município de Lauro Müller no ano de 1880, com a abertura das primeiras minas.

Somente após 1939 é que houve uma política voltada à extração do carvão nacional, em vista das necessidades da época e devido aos problemas havidos no abastecimento do petróleo em nível mundial. Houve então um crescimento significativo da demanda de carvão mineral em termos de geração de energia elétrica, da indústria local, navegação de cabotagem e estradas de ferro.

O carvão mineral foi o grande responsável pelo desenvolvimento de várias cidades da região. De alguns anos para cá, com a queda do preço do petróleo no mercado internacional, mais precisamente depois de 1990, quando ocorreu a última crise do petróleo, durante a guerra do Golfo, o carvão começou a perder a devida importância que possuía, o que fez com que algumas empresas da região, nos anos de 1990 a 1996, operassem com apenas 25% a 30% das suas capacidades produtivas.

Hoje, as indústrias carboníferas da região sul de Santa Catarina estão apostando na criação de termelétricas nas bocas das minas, numa parceria com empresas americanas e alemãs.

Embora o carvão tenha trazido muita riqueza para a região, deixou um passivo ambiental marcante, que é praticamente irreversível em virtude da sua extensão (aproximadamente 6.000 ha), afetando principalmente o solo e as águas dos rios, com um custo para recuperação ambiental avaliado pela JAICA – (Agência da Indústria e Comércio pertencente ao governo japonês), em alguns milhões de dólares.

Devido ao potencial de matérias-primas existentes na região sul de Santa Catarina, mais precisamente nas formações sedimentares da Bacia do Paraná, há aproximadamente 40 anos começaram a surgir as primeiras indústrias cerâmicas de revestimentos da região, das quais a mais antiga é a empresa Icisa – Indústria Cerâmica de Imbituba S.A.

Atualmente, a indústria cerâmica é considerada o segmento mais importante da economia da região, dando aproximadamente 5000 empregos diretos, com uma capacidade produtiva anual de 90 milhões de m² e um faturamento de 480 milhões de dólares (dados do SINDICERAM - Sindicato das Indústrias de Cerâmica para Construção e Olarias de Criciúma – 1998).

Ao longo destes 40 anos de atividade no setor cerâmico de revestimento, muitas empresas foram surgindo e, conseqüentemente, atuando também no setor mineral na produção de argila para fabricação de seus produtos.

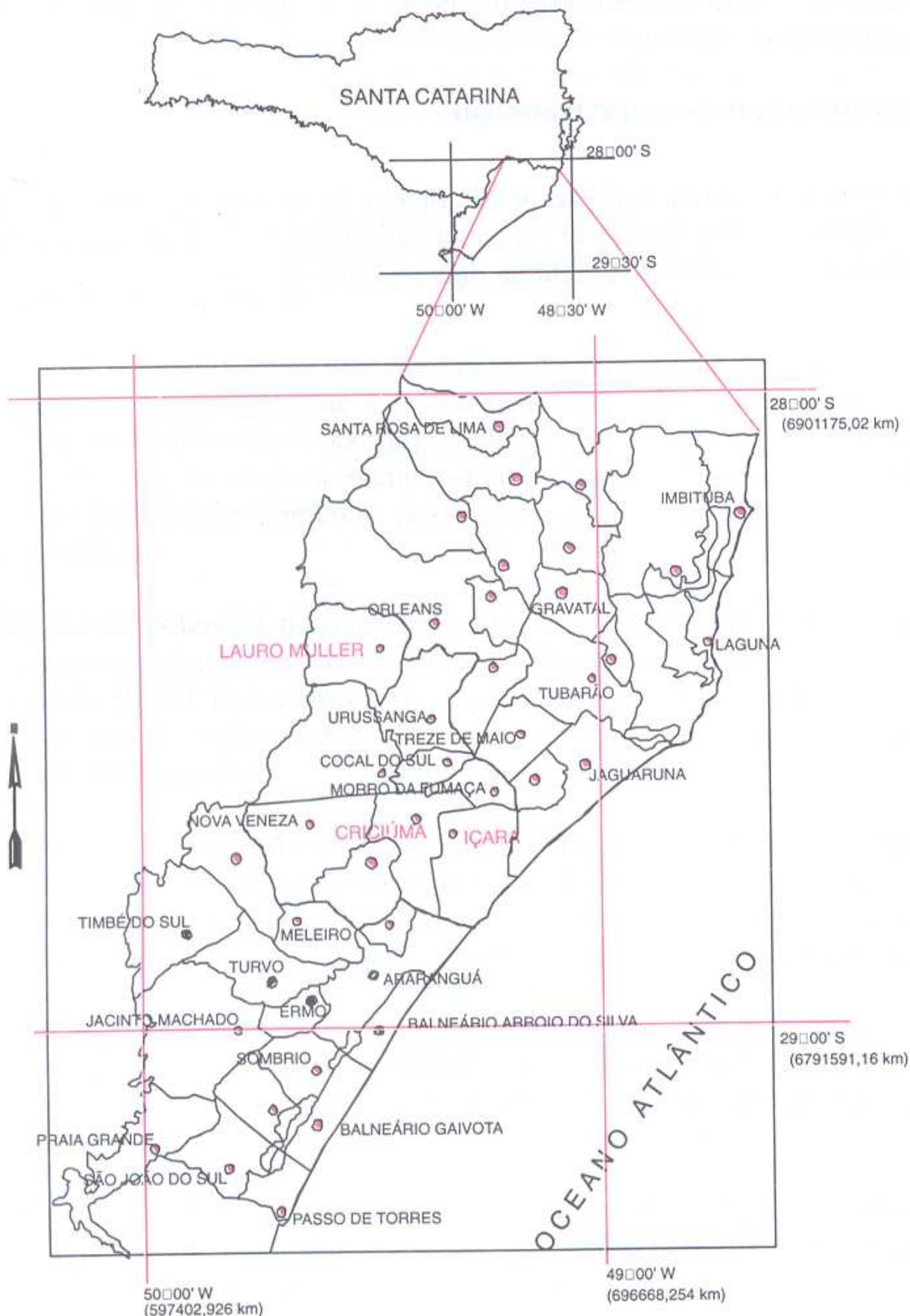
Com o crescimento dessa atividade na região sul de Santa Catarina e não havendo uma política nem uma legislação ambiental definidas, foram surgindo alguns passivos ambientais decorrentes dessa atividade.

Com a conscientização do corpo técnico e dirigentes da empresa, criaram-se políticas ambientais internas com o intuito de desenvolver técnicas de lavra e recuperação ambiental, visando harmonizar a produção de matérias-primas cerâmicas e o meio ambiente.

Características do empreendimento

As minas de argila onde se desenvolvem as técnicas de lavra simultânea descritas neste trabalho situam-se na bacia carbonífera do sul de Santa Catarina, abrangendo os municípios de Criciúma, Içara e Lauro Müller.

Figura. 1 - Mapa de localização



3.1 - Aspectos relativos ao minério

As argilas da formação Rio Bonito são plásticas, tendendo a ser mais arenosas na base da camada (processo de sedimentação).

As argilas da camada superior, de cor rosada, são mais limpas, menos contaminadas por matéria orgânica e sais solúveis.

As argilas cinzas da camada inferior possuem muita matéria orgânica e sais solúveis.

As argilas da formação Rio Bonito, no sul de Santa Catarina, caracterizam-se por serem caulínica-líticas com presença de quartzo.

São argilas relativamente fundentes, principalmente pela presença de potássio e ferro.

Tabela 1: Composição química de argilas de 4 minas: ARG. FK - I e ARG. CB: município de Criciúma; ARG. TK: município de Içara; ARG. CB/LM município de Lauro Müller (Bacia Carbonífera, sul de Santa Catarina).

	ARG. FK - I	ARG CB	ARG TK	ARG. CB/LM
<i>SiO₂</i>	64,5	65,0	66,0	63,0
<i>Al₂O₃</i>	21,2	20,5	19,5	23,0
<i>TiO₂</i>	0,8	0,9	0,7	0,8
<i>Fe₂O₃</i>	2,7	2,8	2,5	3,0
<i>CaO</i>	0,3	0,2	0,3	0,2
<i>MgO</i>	0,8	0,7	1,5	1,1
<i>Na₂O</i>	0,2	0,03	0,6	0,2
<i>K₂O</i>	3,0	2,9	2,8	2,7
<i>PF</i>	6,5	7,0	6,0	6,0

3.2 - Aspectos relativos a lavra

As minas de argila são desenvolvidas a céu aberto, a lavra é realizada em tiras e obedece uma seqüência por blocos ou painéis.

Como é realizada lavra seletiva, gerando vários tipos de argila, é necessário utilizar métodos de blendagem, adequando as argilas para os diferentes processos cerâmicos.

São mineradas duas camadas de argila: a superior, de cor rosa claro e a inferior, de cor cinza escuro, com espessuras médias de 1,5 e 2,5 m, respectivamente, separadas por um nível carbonoso de aproximadamente 30 cm.

3.3 - Aspectos geológicos do jazimento

FORMAÇÃO RIO BONITO - Prb

Segundo Bortoluzzi et al. (1987), a formação Rio Bonito compreende um pacote sedimentar de idade paleozóica, depositado sobre o Grupo Itararé, constituído de uma seção basal arenosa, uma média essencialmente argilosa e uma superior, areno-argilosa, contendo os principais leitos de carvão explorados na bacia do Paraná.

A denominação "camada Rio Bonito" foi proposta por White (1908), para caracterizar o conjunto de rochas areníticas associadas a pelitos e camadas de carvão na seção-tipo entre as cidades de Lauro Müller e São Joaquim, em Santa Catarina.

Medeiros e Thomaz (1973) propuseram a primeira tentativa de divisão da Formação Rio Bonito em três intervalos: inferior, médio e superior; possuindo conotação de empilhamento estratigráfico, porém sem denominações formais.

Muhlmann et alii (1974) formalizaram as denominações Triunfo, Paraguaçu, Siderópolis na categoria de membros.

O conceito de formação Rio Bonito tem ampla aceitação em toda a bacia do Paraná, embora seus membros nem sempre tenham sido identificados, notadamente nos Estados do Rio Grande do Sul e São Paulo.

A faixa de ocorrência da formação Rio Bonito é uma das mais significativas entre as unidades da seqüência gonduânica, especialmente a partir de Alfredo Wagner em direção ao norte do Estado, quando assume uma orientação NW até a divisa com o Paraná. De Alfredo Wagner para o sul, semelhante às demais formações da bacia, estreita-se a faixa aflorante, sendo recoberta por sedimentos mais jovens na altura de Criciúma, a partir de onde não mais aflora.

Na região sul de Santa Catarina, onde desenvolvem-se trabalhos de lavra de argila na formação Rio Bonito, para consumo na indústria cerâmica de revestimentos, a cobertura total incluindo o solo fértil e estéril é variável, sendo mais espesso no centro da bacia e menos espesso na borda, podendo variar de aproximadamente 3 a 10 metros.

Por se tratar de argilas de encostas, favorecem o desenvolvimento das técnicas de lavra simultânea.

3.4 - Geomorfologia

A formação Rio Bonito representa uma estreita faixa de rochas sedimentares pelezóicas alongadas segundo N-S, encravadas entre a escarpa da Serra Geral e as exposições mais meridionais das serras cristalinas. Tal segmento engloba a região carbonífera, topograficamente deprimida, onde destacam-se algumas feições tabulares que não ultrapassam os 500 metros de altitude (Bortoluzzi et al.) 1987.

Localmente, o relevo apresenta formas côncavo-convexas suaves, com vales abertos e uma topografia bastante aplainada.

3.5 - Vegetação

A revegetação é a prática principal para se obter a formação de um novo solo, controlar a erosão e evitar a poluição das águas.

A região onde se desenvolvem as atividades de mineração foram desmatadas no passado para o desenvolvimento de algumas culturas e pastagens, restando muito poucas e pequenas áreas de matas nativas.

Algumas áreas desmatadas foram reflorestadas com eucalipto, muito comum na região.

As áreas que não foram destinadas às pastagens, são utilizadas para o plantio de algumas culturas desenvolvidas na região como o fumo, o feijão e o milho.

4 - Usos e Características do Minério

A indústria cerâmica da região existe há aproximadamente 40 anos, tendo iniciado suas atividades com muitas dificuldades técnicas, produzindo azulejos pelo processo de biqueima. Como o nome diz, são executadas duas queimas, primeiramente a base sem esmalte e, posteriormente, a base que sofreu a primeira queima, esmaltada, queimas essas realizadas em fornos túneis.

Com a evolução da indústria cerâmica, houve o aparecimento de novas tecnologias, gerando novos processos, como a fabricação de pisos pelo processo de monoqueima, como o próprio nome diz, piso de uma única queima, no qual ocorre a prensagem, secagem, esmaltação e queima; fabricação de azulejo pelo processo conhecido por monoporosa (azulejo de uma única queima, em que ocorre a prensagem, secagem, esmaltação e queima); nos dois últimos processos a queima é realizada em fornos a rolo.

Atualmente, o processo mais moderno na fabricação de revestimentos cerâmicos é o Grés Porcelanato, que é um produto fabricado à base de argilas nobres, com baixo conteúdo de ferro e feldspatos.

Com a evolução da cerâmica, as argilas da bacia carbonífera, no sul de Santa Catarina, começaram a apresentar alguma restrição, principalmente pela presença de matéria orgânica, elevado percentual de ferro e sais solúveis.

As argilas, nos locais onde se desenvolvem os trabalhos de lavra simultânea, são utilizadas sem grandes problemas no processo de biqueima, porque nesse processo ocorrem duas queimas: na primeira são eliminados todos os elementos voláteis, preparando a base para receber o esmalte.

Já no processo de monoporosa e monoqueima, como o produto é esmaltado a cru e queimado, a liberação dos voláteis é dificultada pela presença das camadas de esmaltes.

Essas argilas são utilizadas no processo de monoporosa com alguma restrição; com muita restrição, no processo de monoqueima; e não são utilizadas no Grés Porcelanato.

As argilas cinzas da camada inferior possuem muita matéria orgânica e sais solúveis, apresentando alguma restrição quanto ao seu uso no processo de biqueima, uma maior restrição no processo de monoporosa, seu uso é praticamente impossível na fabricação de piso pelo processo de monoqueima.

5 - Metodologia de trabalho

A atividade de mineração tem como conseqüência a modificação do meio ambiente que, através de processos tecnológicos envolvidos, pode acelerar ou retardar artificialmente processos do meio físico. A alteração do meio físico pode ser significativa, dependendo do tipo do bem mineral a ser explorado, por isso necessita-se cada vez mais o aperfeiçoamento de técnicas visando a uma melhoria nos resultados das medidas adotadas nos processos de recuperação ambiental.

Em razão dessa necessidade, procurou-se evoluir, desenvolvendo, aperfeiçoando e adequando técnicas de lavra e recuperação ambiental com o objetivo de otimizar ao máximo os resultados.

Depois de alguns estudos, principalmente dos custos que envolviam a recuperação ambiental de uma área exaurida, e também da observação dos passivos ambientais, foi alterada a forma de trabalho, utilizando técnicas com o objetivo de proporcionar economia financeira e obter uma área recuperada em curto espaço de tempo.

Os trabalhos de lavra e recuperação ambiental são realizados com o auxílio de uma escavadeira hidráulica, um trator de esteira e dois caminhões.

Os trabalhos se desenvolvem da seguinte forma:

1) separação do solo fértil e remoção da camada de estéril proveniente da cobertura, com o auxílio de um trator de esteira;

2) extração da argila e retirada do estéril, proveniente da lavra seletiva, o que é feito através de uma escavadeira hidráulica e com o auxílio de dois caminhões;

3) a lavra é realizada na forma de tiras e em blocos ou painéis, isto é, minerado o bloco 1, posteriormente é separado o solo fértil do bloco 2, o estéril gerado do bloco 2 vem para dentro da cava do bloco 1, e o solo fértil do bloco 1 retorna para o lugar de origem, e assim sucessivamente, até completar o ciclo. Neste caso, o rejeito proveniente da lavra seletiva retorna para dentro da cava através de caminhões e/ou com auxílio de um trator de esteira (ver figura 4 e 5).

Num primeiro momento, iniciou-se um estudo com o objetivo de acelerar o processo de recuperação ambiental e reduzir os custos referentes ao estéril proveniente da lavra seletiva, principalmente os de transporte para retirá-lo de dentro da cava.

Como é realizada lavra seletiva, a geração de estéril proveniente desse processo é muito grande, chegando, às vezes, a se aproximar da quantidade de matéria-prima produzida.

Depois de alguns estudos, alterou-se o método de lavra, com o objetivo principal de evitar ao máximo a retirada de estéril proveniente da lavra seletiva, isto é, o planejamento da mina é feito de tal forma que o referido estéril não prejudique a operação dentro da mina.

Quando a formação Rio Bonito apresenta somente uma camada de argila, o processo é muito simples: a escavadeira hidráulica vem minerando o material de interesse e o estéril proveniente da lavra seletiva vai ficando dentro da cava, para posterior recuperação ambiental.

Quando ocorrem duas camadas, o processo se torna um pouco mais difícil, mas sem causar grandes problemas. Nesse caso, retira-se todo perfil da primeira tira (camada superior e inferior), para abrir espaço para colocar o estéril da tira sucessiva. A escavadeira hidráulica irá produzir argila nas próximas tiras, sempre deixando para trás o estéril proveniente da lavra seletiva, nos espaços deixados pelas tiras mineradas anteriormente.

Com esta alteração no processo de lavra, conseguiu-se uma economia financeira significativa, principalmente no transporte, evitando que o referido estéril fosse retirado de dentro da cava e, conseqüentemente, que retornasse para dentro cava. Também ocorreu uma redução significativa nas horas de trator de esteira, o estéril proveniente desta operação permanece dentro da cava, facilitando em muito a recuperação ambiental.

Com o processo de lavra e recuperação ambiental simultâneas, além dos ganhos quanto à economia financeira, os custos referentes à recuperação ambiental são diluídos nos custos da produção de argila.

Tem que ser levado em consideração: a) a rapidez na recuperação de uma área degradada pela mineração de argila; b) quando da exaustão da mina, a área em questão estará praticamente totalmente recuperada, não gerando nenhum custo posterior; c) a área já recuperada topograficamente e com a reposição do solo fértil pode ser tratada com corretivos e adubos, estando disponível mais cedo para o desenvolvimento de alguma cultura ou plantio de mudas de matas nativas da região.

5.1 - Lavra e recuperação ambiental simultâneas

O método adotado para o tipo de jazida em questão consiste no decapeamento progressivo quando da extração do minério e na recobertura concomitante à lavra, em operações conjuntas e solidárias.

O estéril proveniente da camada de cobertura localizada logo abaixo da camada de solo fértil (gerado no painel seguinte) e o estéril proveniente da lavra seletiva são utilizados na recuperação do painel anteriormente minerado, recobrando a cava e recompondo topograficamente o terreno, seguindo o mesmo critério para os demais blocos ou painéis, de acordo com que é observado na figura 2.

A recomposição topográfica busca a similaridade com o relevo original, procurando garantir a estabilidade do solo e taludes, promover o controle da erosão, os aspectos paisagísticos e estéticos e o uso futuro definido anteriormente (IBAMA, 1990).

Após a recuperação topográfica, o solo fértil retirado do primeiro bloco retorna ao local de origem, passando por uma etapa de aragem para recuperar-se da compactação sofrida durante o empreendimento. Já na fase de planejamento, é preciso apontar as alternativas de uso futuro da referida área, ou seja, qual o tipo de atividade que será desenvolvida após a recuperação ambiental, seja ela destinada ao plantio de culturas características da região, plantio de espécies nativas ou ainda plantio de eucalipto ou astagens, conforme pode ser observado no fluxograma da figura 3.

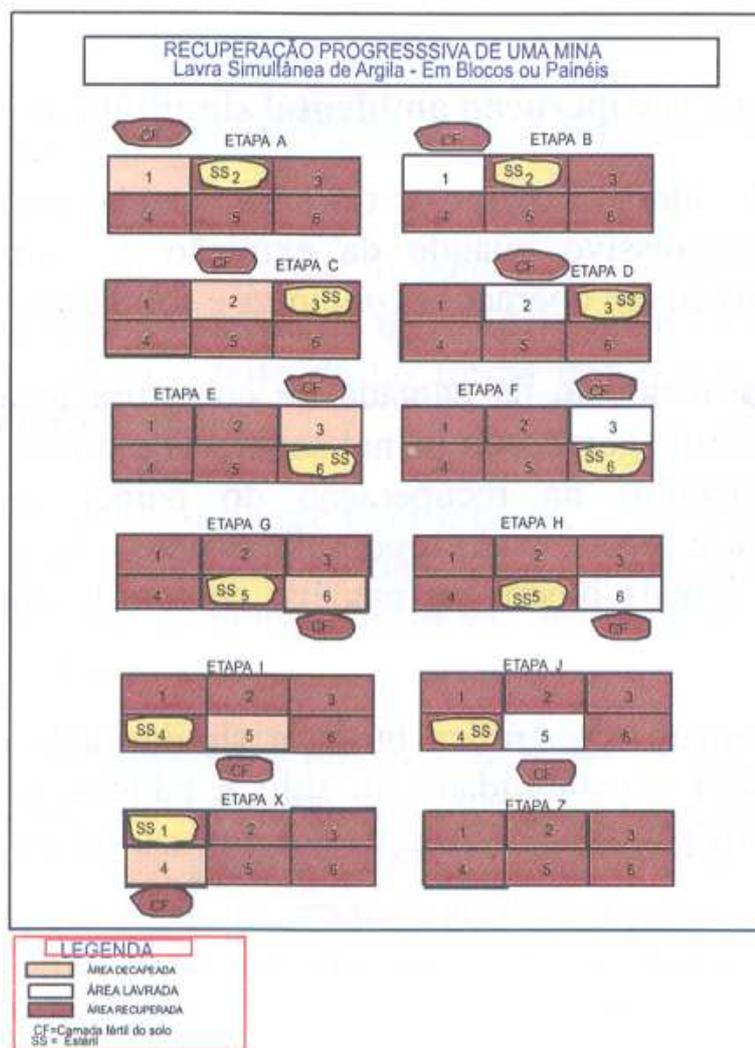
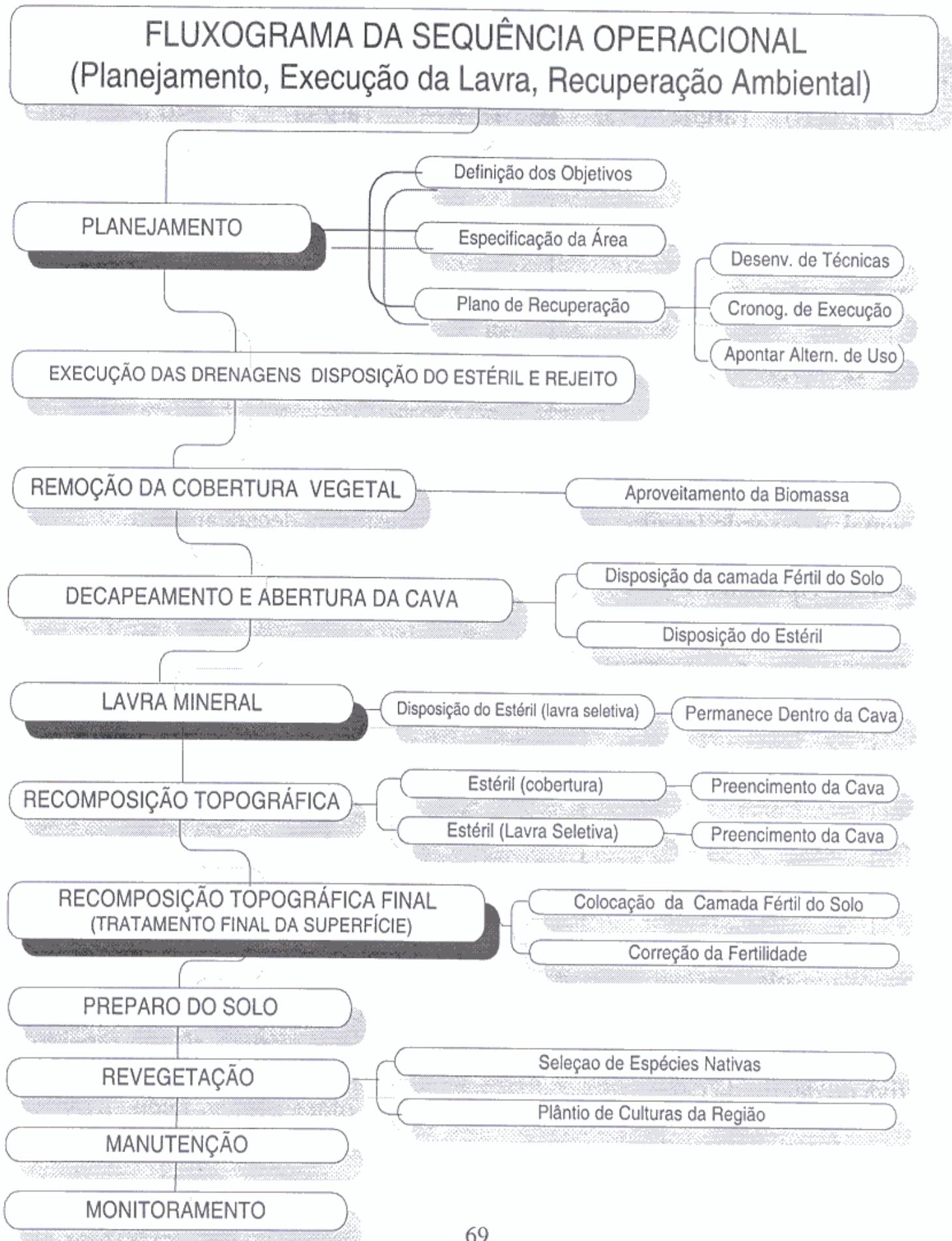


Figura 2 - Recuperação progressiva de uma mina lavrada em painéis.

Figura 3 - Fluxograma da seqüência operacional da lavra e recuperação ambiental simultâneas.



6 - RESULTADOS

Tabela 2 - Apresenta a redução dos custos nos últimos 3 anos, com a implantação da técnica de lavra e recuperação ambiental simultâneas.

Ano	Produção argila (t)	Custo da argila (R\$)	Custo estéril (lavra seletiva) (R\$)	Custo da argila (R\$/t)	Participação do custo do estéril no custo da lavra (%)
1996	126.631,00	264.459,00	135.192,34	3,16	33,8
1997	124.182,00	210.847,11	35.673,72	1,99	14,5
1998	112.317,00	185.712,00	5.137,33	1,70	2,7

Obs: Foram computados somente os custos da lavra e recuperação ambiental, não sendo levados em consideração custos de decapeamento.

Tabela 3 - Apresenta a redução dos custos de transportes nas operações de lavra nos últimos 3 anos.

ANO	Produção argila (t)	Transporte (R\$)	Redução (%)
1996	126.631,00	185.835,20	-
1997	124.182,00	128.961,80	30,6
1998	112.317,00	94.014,39	49,4

Obs. A redução nos custos de transporte está relacionada com a mudança nas técnicas de lavra, nas quais qual não se retira o estéril proveniente da lavra seletiva de dentro da cava.

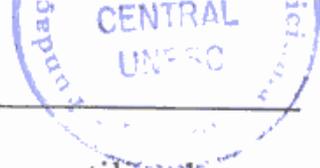


Tabela 4 - Apresenta a redução das horas de trator de esteiras utilizados na recuperação ambiental nos últimos 3 anos, com a implantação da lavra e recuperação ambiental simultâneas.

Ano	Produção de argila (t)	Horas trator (media mensal)	Redução horas trator (%)
1996	126.631,00	121,73	-
1997	124.182,00	69,00	43,3
1998	112.317,00	28,8	76,3

Tabela 5 - Apresenta os custos de recuperação ambiental de uma mina de argila localizada no município de Içara, realizada após a exaustão da jazida, onde não foram utilizadas técnicas de lavra e recuperação ambiental simultâneas.

Ano	Custo de transporte (R\$)	Transporte de estéril e solo fértil (t)	Custo de máquina (R\$)	Quantidade de horas de trator	Custo final (R\$)
1997	-	-	15.481,16	271,60	15.481,16
1998	27.488,00	54.976,00	20.853,30	365,84	48.341,30
TOTAL	27.488,00	54.976,00	36.334,46	637,44	63.822,46

7 – Conclusão

O meio ambiente se tornou um elemento chave para se pensar os valores e ideologias vigentes e se estabelecer novas formas de pensamento em todas as práticas produtivas; por isso, a Minel – Minérios Industriais do Sul Ltda., consciente de sua responsabilidade para com o meio ambiente, vem através dos anos desenvolvendo novas técnicas de lavra e recuperação ambiental, com o objetivo de obter ganhos, tanto financeiros como ambientais.

Com o crescimento da indústria cerâmica, houve um aumento significativo no consumo de argilas, gerando conseqüentemente mais áreas mineradas, por isso a aplicação das técnicas desenvolvidas vem ao encontro das necessidades, fazendo com que não gere passivos ambientais de áreas degradadas pela mineração.

Além dos ganhos obtidos com a redução do transporte em 49,4%, em horas de trator na recuperação ambiental em 76,3% e nos custos das argila na operação de lavra e recuperação ambiental em 46,2%, existe a satisfação de poder minimizar ao máximo um impacto ambiental, formar uma imagem positiva perante o órgão fomentador da mineração, o órgão responsável pelo controle ambiental e a sociedade e poder dizer que é possível traçar caminhos rumo a um desenvolvimento sustentável.



Figura 4 - Conjunto de operações lavra e recuperação ambiental simultâneas, onde se observa o painel pronto para ser minerado e a disposição do solo fértil e do estéril.



Figura 5 - Apresenta o corte de um bloco ou painel.

8 - Referências Bibliográficas

BNDES, 1999. *Contabilidade e riscos ambientais*. Rio de Janeiro, v. 6, n. 11, 1999.

BORTOLUZZI, C.A.; AWDZIEJ, J.; ZARDO, S.M. - Geologia da Bacia do Paraná em Santa Catarina. In: *Texto Explicativo para o Mapa Geológico do Estado de Santa Catarina - E 1:500.000* - Florianópolis: 1ºDS do DNPM; Coordenadoria de Recursos Minerais da Secretaria da Ciência e Tecnologia, Minas e Energia, 1987. p. 205 - 217.

IBAMA, 1990. *Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação*. Brasília: IBAMA, 1990.

SANCHES, Carmem Silva. *Evolução das Práticas Ambientais em Empresas Industriais: Um modelo genérico*. São Paulo: Eaesp/Fgv, 1997.