

# DIAGNÓSTICO E ALTERNATIVAS PARA RECUPERAÇÃO AMBIENTAL EM MINERAÇÃO DE CALCÁRIO

Cusatis, A.C.<sup>1</sup>, Andrade F.<sup>2</sup>, Sessegolo, G.C.<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>Ecosistema Consultoria Ambiental Curitiba-PR,

<sup>2</sup>Faculdades Integradas “Espírita” – Depto. de Ciências Biológicas Curitiba-PR

## ABSTRACT

The challenge of restoring degraded environment with some success, means a job that besides a technical knowledge requires improvisation, creativity, and perseverance. In such case it's important that everybody involved directly or indirectly in the process should have some understanding about the issue for better results. Since each environmental condition is unique, the restoration process should consider all interactions in a ecosystem in order to achieve sustainability.

## 1. INTRODUÇÃO

O Programa de Recuperação Ambiental na Cia. de Cimento Rio Branco S/A surgiu em 1998 da necessidade de adequação às normas da empresa à legislação ambiental vigente (BRASIL, 1981) através do Plano de Controle de Áreas Degradadas da Mina Saivá (ECOSSISTEMA CONSULTORIA AMBIENTAL, 1998). Em 2000 a proposta foi estendida a outra mina de calcário da empresa quando da elaboração do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas da Mina Itaretama (ECOSSISTEMA CONSULTORIA AMBIENTAL, 2000), ambas situadas em Rio Branco do Sul, PR.

As principais áreas que o programa abrange são depósitos de estéreis oriundos da exploração de calcário. As atividades de recuperação iniciaram no ano seguinte aos PRAD's, contudo, anualmente depósitos de estéreis são desativados tornando-se aptos para recuperação. Atualmente são desenvolvidos monitoramentos regulares em 18 hectares entre depósitos de estéril e matas ciliares nas diferentes minas, com até quatro anos de atividades. A etapa de implantação de projetos de recuperação totaliza aproximadamente 10 hectares. Tamanha variedade permitiu um comparativo da evolução das diferentes conformações dos depósitos de estéril em função da resposta da cobertura vegetal, tanto implantada quanto espontânea.

Com o objetivo de implementar Programas de Recuperação Ambiental de forma integrada e sustentável o diagnóstico de ambientes vem sendo

utilizada para alcançar os melhores resultados possíveis dentro de um menor período de tempo e das limitações encontradas (CUSATIS, 2001).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Viveiro

Atualmente cada mina possui viveiro próprio, medida necessária quando se considera a distância de 15 Km entre elas, e por consequência, a variação dos ambientes devido a diferentes altitudes e impactos encontrados.

Os viveiros estão com aproximadamente um ano de produção contínua e ininterrupta. A previsão de produção de ambos para o final de 2003 é de 16.000 mudas de 30 espécies diferentes que atendem demandas de plantios e replantios. Apesar de modestos os números são crescentes podendo ser duas vezes maior para o próximo ano.

Dois funcionários realizam toda a atividade de rotina do viveiro, desde a coleta de sementes até o preenchimento de formulários que acompanham o desenvolvimento da plântula. Para cada lote de sementes plantadas são consideradas: espécie, data de coleta, data de semeadura, número de saquinhos, número de sementes por saquinhos, data do início da germinação, número de mudas produzidas e data de rustificação. Estas informações são processadas e auxiliam no planejamento da produção, de forma a adequar às demandas das áreas a serem recuperadas e em recuperação.

O sistema de produção é feito em saquinhos de forma a obter mudas com um sistema radicular mais desenvolvido e resistente às condições adversas encontradas em campo. Uma vez que, tentativas de plantio com mudas produzidas em tubetes apresentaram mortalidade significativamente maior em relação àquelas produzidas em saquinhos.

Existem pequenos testes sendo conduzidos de forma a estabelecer a melhor composição de substrato para as espécies mais produzidas. Os tratamentos envolvem diferentes combinações e concentrações de: terra preta, vermiculita, húmus e adubo químico N:P:K 10:10:10.

Existe um esforço para marcação de matrizes situadas em fragmentos no entorno das minas e coleta de amostras para formação de herbário próprio de espécies indicadas para recuperação de cada local. A intenção é de que haja um acompanhamento do resultado da produção de mudas para cada matriz determinada. Aquelas com índices como taxa de germinação insatisfatória são substituídas por outras matrizes.

Outro acompanhamento realizado em viveiro é o fluxo de mudas. Assim como o controle de estoques de uma loja, a entrada e saída das mudas são

registradas com data, quantidade e local de destino, ou seja, depósito de estéril, ou de origem, viveiro colaborador.

Existem ainda diferentes tabelas didáticas que orientam os funcionários quanto ao prazo de germinação das plântulas, quebra de dormência e tempo de rustificação. Através deste material e com treinamentos e estímulos regulares, os funcionários sentem-se capacitados e motivados a serem auto-suficientes.

## 2.2 Implantação

A estratégia de implantação do projeto de recuperação e o respectivo cronograma foram estabelecidos no planejamento, quando levantadas por diferentes técnicos especialistas, as informações sobre os diferentes depósitos de estéreis.

O interesse da empresa mineradora em realizar um bom trabalho de recuperação inclui contrapartida de adequação dos depósitos de estéreis recobrando-os com uma última camada de solo e a implantação de um sistema de drenagem adequado. Estas atividades são essenciais frente aos problemas de erosão e compactação típicas de depósitos de estéreis.

A etapa de implantação segue os fundamentos básicos segundo o modelo de revegetação em duas etapas de Griffith *et alli* (1996). A cobertura de curto prazo inicia-se com a abertura de pequenos patamares em curva de nível nos taludes, seguido de uma adubação química com N:P:K 10:10:10, considerando épocas mais úmidas, e duas semeaduras em consórcio de forrageiras anuais, uma gramínea e uma leguminosa, apropriadas a cada estação durante um ano. No caso das bermas, após a semeadura faz-se a incorporação das sementes.

A utilização de mudas de espécies arbustivas e arbóreas nativas garante a cobertura à longo prazo. Existe a preocupação em adequar a combinação de espécies às condições de cada sítio, considerando inclusive a auto-ecologia de cada espécie. Em áreas melhores quanto as condições físico-químicas de substrato, exposição solar, inclinação, proximidade de fonte de propágulos entre outras variáveis, utiliza-se a proporção de 1:1 entre espécies pioneiras e secundárias. Em situações críticas a proporção utilizada chega a ser 7 pioneiras para 3 secundárias com intensidade constante de número de indivíduos por espécie.

## 2.3 Monitoramento Ambiental

Em março de 2003 realizou-se um diagnóstico composto por toda a equipe de recuperação entre técnicos e funcionários de todas as áreas com mais de um ano de recuperação em ambas as minas.

Nesta avaliação foi considerado os seguintes fatores: área total, número de mudas do primeiro plantio, número de mudas de replantio, espécie(s) predominante(s), percentagem de cobertura, fatores limitantes, aspectos positivos e medidas corretivas ou mitigatórias. Considerou-se a unidade avaliada como o talude ou a berma dos depósitos de estêreis ou margem de rios em recuperação.

Foi considerado como espécie(s) predominante(s) as arbóreas pioneiras plantadas ou espontâneas. Vale ressaltar que após sucessivos replantios a composição inicial de espécies normalmente sofre alterações. Para cada local a percentagem de cobertura foi dividida em quatro classes: 100 a 80%, 80 a 60%, 40 a 60% e <40%. A variação destas classes está em função da combinação do tempo de recuperação e das condições do sítio. Geralmente sítios mais recentes quanto a recuperação ainda apresentam a cobertura da última forrageira implantada. Em condições mais avançadas apresentou-se dominância de arbustos espontâneos como vassouras e mamona. Apenas após este estágio houve a predominância das mudas pioneiras plantadas com destaque para bracatinga e aroeira.

Os fatores limitantes foram estabelecidos conforme as adversidades encontradas e divididos em grupos: erosões (ravinas, vossorocas e/ou movimentos de massa), compactação do solo (cede à pressão ou não cede à pressão), danos durante a recuperação por obras civis (parcial ou total), pedregosidade (pedriscos, pedras e matacões), inclinação (<45°, 45° a 60° ou >60°), presença de predadores (gado, cavalo, porco, insetos, roedores e não identificados) e face de exposição solar (N,S,L ou O). Se observadas outras limitações estas também eram registradas, como por exemplo, alagamentos ou descarte de material impróprio.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Viveiro

Existem inúmeras vantagens na produção das próprias mudas para recuperação. A primeira delas é a adequação ao clima. A produção de mudas no mesmo ambiente onde elas serão plantadas tem a intenção de preparar desde a plântula para as condições futuras do desenvolvimento, principalmente na etapa de rustificação. Mais ainda, evita-se o estresse do transporte de mudas.

É possível também fazer um controle de qualidade mais rigoroso, fundamental quando se trata de mudas para recuperação, uma vez que, deve-se reduzir ao máximo a mortalidade de mudas no campo. O controle de qualidade pode ser feito inclusive com a seleção de matrizes visando a produção de mudas cada vez mais resistentes.

Outra vantagem, e talvez a principal, é que de forma bem planejada, torna o projeto de recuperação “personalizado”. Ou seja, é possível organizar a produção no viveiro em função das áreas a serem recuperadas. De forma que, a composição no campo, ou melhor, o número de espécies de diferentes estágios sucessionais, combinado ao número de mudas por espécie já pode ser simulado no viveiro, incluindo o replantio e margem de segurança.

Se a produção dos viveiros prevista para o próximo ano for confirmada será alcançada a sustentabilidade do programa de recuperação quanto a formação das próprias mudas para ambas as minas.

Outra perspectiva é a produção do próprio composto orgânico através do aproveitamento e tratamento combinado da matéria orgânica produzida em refeitório, restos de jardinagem e trituração do material lenhoso descartado. Está sendo realizado atualmente o estudo de viabilidade econômica e o planejamento de um projeto piloto. A produção do próprio composto é mais um passo para a sustentabilidade dos Programas e é a redução drástica do insumo mais caro utilizado até o momento, uma vez que, a maior deficiência encontrada nas áreas degradadas das Minas Saivá e Itaretama é a matéria orgânica.

### 3.2 Implantação e Monitoramento Ambiental

O principal resultado obtido com o diagnóstico ambiental foi a criação de estratégias específicas para diferentes limitações encontradas para variar as atividades de monitoramento, visando a melhoria dos resultados da recuperação

Como a maior deficiência encontrada no substrato formado no depósito de estéril é a matéria orgânica, até então, eram realizadas adubações de cobertura nas mudas com húmus trimestralmente. Após a avaliação realizou-se uma adubação química de cobertura com N:P:K 4:14:8 e observa-se a resposta das mudas quanto a coloração e formação das folhas. Contudo não evidenciou-se resposta no desenvolvimento em altura, principalmente nas mudas situadas em bermas, sugerindo uma limitação física do local.

Definitivamente os piores resultados foram encontrados nos depósitos de estéreis mais antigos quanto a conformação. Nestes locais, mesmo com quatro anos de intensos trabalhos de recuperação, há predominância de capim exótico e as mudas que sobrevivem estão estagnadas entre 20 a 40 cm de altura. Nestes locais a estratégia adotada foi a nucleação, ou seja, a melhoria significativa dos fatores limitantes em pontos concentrados de forma a simular a revegetação de ilhas (REIS *et alli*, 2003).

Um dos experimentos que está sendo conduzido nestes locais é com poleiros artificiais, técnica reconhecida como atrativo para a avifauna e, conseqüentemente, como forma de dispersão de propágulos (MELO, 1997).

Está sendo testado tanto o incremento de sementes através dos poleiros quanto o estabelecimento de espécies arbustivas e arbóreas.

No experimento onde está sendo avaliado o estabelecimento da vegetação sob os poleiros, estão sendo testados seis diferentes tratamentos de substrato: testemunha, preparo químico e preparo químico e físico, em duas condições de relevo diferentes. Espera-se encontrar os melhores resultados sob os poleiros com tratamentos físico-químicos em taludes.

O diagnóstico também permitiu identificar problemas quanto a alta diversidade no momento da implantação. Conforme as limitações físico-químicas do sítio poucas espécies arbóreas nativas toleram tantas deficiências. Apesar de serem plantadas basicamente mudas das mesmas espécies em áreas similares, quanto melhores as condições de sítio maior o número de espécies secundárias em relação as pioneiras. Após seis meses do plantio é possível obter um indício da evolução futura da cobertura vegetal em determinado local associada ao clima durante o mesmo período, a presença de predadores e a tolerância de cada espécie.

O projeto de recuperação conta com o monitoramento para interpretar este comportamento e propor alternativas para a condução e melhoria dos resultados. Através do diagnóstico foi possível identificar quais as espécies que se estabeleceram e estavam em franco desenvolvimento, quais estavam estagnadas e com maior dificuldade, mas com um bom controle e sucessivos monitoramentos, quais morreram. Esta leitura do ambiente em recuperação permite a tomada de decisão para quais as espécies a serem utilizadas no replantio.

Por exemplo, a alta mortalidade de espécies secundárias, normalmente mais exigentes, pode ser de uma ou mais espécies, indica que as condições de sítio são muito adversas para seus níveis de tolerância. Há uma tendência no replantio de querer manter uma alta diversidade ou a mesma proporção utilizada no plantio. Contudo, a alternativa adotada nestes casos foi utilizar no primeiro replantio apenas espécies pioneiras, tentando aumentar a diversidade deste grupo se possível. A intenção é de aguardar que este sítio apresente melhores indícios de por exemplo, ciclagem de nutrientes, a ser observada nos próximos diagnósticos de forma a permitir replantios com secundárias iniciais (MARCELO,1993).

### 3.3 Enfoque Social

Há cinco anos o Programa de Recuperação Ambiental promove eventos de Educação Ambiental com a finalidade de estender à comunidade local, aos funcionários e colaboradores da empresa, o acesso a informações e atividades sensibilizadoras que proporcionam a formação da consciência ambiental e uma efetiva mudança de comportamento.

Foram realizados diferentes ciclos de palestras com propostas e didáticas diferenciadas conforme a evolução do Programa e envolvimento do público. No início do Programa de Recuperação as atividades de Educação Ambiental abordavam temas como a importância da recuperação, as exigências legais e o retorno desta atividade na vida de cada um.

Em comemoração à Semana do Meio Ambiente foi realizada uma campanha de conscientização com a comunidade local, através das escolas, promovendo a recuperação dos recursos hídricos do município. Houveram também plantios em comemoração ao Dia da Árvore, inclusive com a formação de um arboreto com exemplares nativos utilizados na recuperação das áreas do entorno, visando a aproximação desta proposta à rotina de trabalho da mineração.

A medida que o Programa evoluiu foram realizadas novas atividades, entre palestras, trilhas interpretativas e brincadeiras lúdicas, explorando os diferentes grupos da fauna local e a interação destes com a recuperação ambiental. As atividades sempre se preocuparam em contextualizar o público com o tema proposto de maneira a conscientizá-los do papel de agentes ativos na transformação com qualidade do meio ambiente. O resultado deste conjunto é a conquista de novos aliados, a valorização do meio ambiente em que vivem e a consciência de que são agentes da própria melhoria de vida.

Além da Educação Ambiental o Programa conta com funcionários, fixos e temporários, da comunidade local, que são os principais responsáveis pela implementação de todo o Programa. Além de proporcionar o sustento de diferentes famílias, tamanho envolvimento, invariavelmente repercute na comunidade através dos núcleos em que estão envolvidos. Assim, a divulgação e a sensibilização do Programa é realizada naturalmente de forma integrada à realidade local.

#### 4. CONCLUSÕES

O diagnóstico realizado nas áreas em recuperação ambiental é uma experiência recente e não permitiu ainda o estabelecimento de dados quantitativos. Os experimentos aplicados para superar as dificuldades encontradas ainda estão em fase de implantação e coleta de dados e não permitiram chegar a resultados conclusivos.

Se isso for possível a comparação poderá ser realizada de forma relativa, que mesmo válida, serão resultados de uma situação muito específica, uma vez que existem, por exemplo, diferenças significativas entre a recuperação dos depósitos de estereis de calcário na mesma mina. Percebe-se inclusive diferenças quanto ao desenvolvimento da cobertura vegetal dentro de um

mesmo depósito de estéril se comparado os níveis superiores com os inferiores.

Contudo acredita-se que esta seja uma importante ferramenta para alavancar projetos de recuperação ambiental. Assim como os levantamentos são importantes para subsidiar o planejamento do programa de recuperação ambiental, o diagnóstico, após um ano do plantio permite a interpretação do ambiente, suas deficiências e potencialidades. E ainda, a associação destes resultados à pesquisa aplicada pode mudar o rumo da recuperação ambiental.

Enfim, também defendemos o princípio de que não existe “receita de bolo” para a recuperação ambiental, a solução é particularizada para cada caso. E ainda, que existem inúmeras alternativas para superar as limitações encontradas, dependendo apenas da percepção ou interpretação do ambiente pelo leitor e de sua criatividade para superar os desafios encontrados.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Lei Federal n. 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 31 ago. 1981. 8 p.

CUSATIS, A. C. **Diagnóstico de taludes rodoviários revegetados naturalmente na região de Viçosa, MG**. Viçosa, MG, 2001. 73 p. Tese (Titulação de “*Magister Scientiae*”) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa.

ECOSSISTEMA CONSULTORIA AMBIENTAL. **Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, Mina Saivá**. Curitiba, 1998.

\_\_\_\_\_. **Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, Mina Itaretama**. Curitiba, 2000.

GRIFFITH, J.J. *et alli*. Recuperação de áreas degradadas no Brasil, usando vegetação nativa. **Revista Saneamento Ambiental**, v. 7, n. 37, p. 28-37, fevereiro/março 1996.

MELO, V. A. **Poleiros artificiais e dispersão de sementes por aves em uma área de reflorestamento, no Estado de Minas Gerais**. Viçosa, MG, 1997. 39 p. Tese (Titulação de “*Magister Scientiae*”) – Curso de Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa.

MACEDO, A. C. **Revegetação: Matas ciliares e de proteção ambiental**. São Paulo: Fundação Florestal, 1993.

REIS, A. *et alli*. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza & Conservação**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 28-36, abril 2003.

Agradecimentos: Àqueles que foram ou são responsáveis em colocar tantas idéias em prática Adinor Ramos dos Santos, Jefferson Gonçalves de Jesus, Antonio Oger de Jesus Barbosa, Luis Carlos F. dos Santos, Valdinei Gonçalves Cordeiro, Manoel Ramos Santos, João Carlos Bonfim, José Maria Bonfim, Antonio Matoso de Lara, Adilson Magalhães de Brito Filho, Gilson Cavassin, Paulo Rodrigo Jockel Vaz, Andre Eduardo Biscaia de Lacerda, Celso José de Lara, Ingo Isernhagem, Andrea da Luz Sanches, Cleverson Pereira da Silva Gmuski, Gilberto de Cristo, Adilson Cardoso de Lara, José Matoso de Lara, Eliseu Francisco dos Santos, Sebastião Xoteslem de Faria, Eliel Garcia dos Santos, Ana Paula Nahirny, João Garcia dos Santos, Nilson de Paulo e Altemir Francisco dos Santos. À entusiastas e idealistas colaboradores Darci P. Zakrzewski, Maria Isabel Radomski e Embrapa Florestas. À Cimento Rio Branco por nos a oportunidade de avançar nos trabalhos de recuperação ao longo de todo esse período.

---

Ecosistema Consultoria Ambiental Ltda.  
Rua Dionízio Baglioli, 111 - CEP: 81.510-540 - Guabirota - Curitiba/PR  
Telefax: (41) 296-2638 [www.ecossistema.bio.br](http://www.ecossistema.bio.br)  
[ecossistema.bio@terra.com.br](mailto:ecossistema.bio@terra.com.br)

<sup>1</sup> Rua Sinke Ferreira, 220 - CEP: 81.530-340 - Jardim das Américas - Curitiba/PR - Fone: (41)266-4768 [acusatis@hotmail.com](mailto:acusatis@hotmail.com)

<sup>2</sup> Rua Dep. Joaquim L. de Lacerda, 50 - CEP: 80.240-360 - Seminário - Curitiba/PR - Fone: (41)244-0942 [fa76@ig.com.br](mailto:fa76@ig.com.br)

<sup>3</sup> Rua Hermógenes de Oliveira, 90 - Guabirota - CEP: 81.510-450 - Curitiba/PR - Fone: (41)296-1359 [gisele.sessegolo@terra.com.br](mailto:gisele.sessegolo@terra.com.br)