

**ASSOCIAÇÃO CULTURAL E EDUCACIONAL DE GARÇA
FACULDADE DE AGRONOMIA E ENGENHARIA FLORESTAL**

**AVALIAÇÃO DE PROJETOS PARA SELEÇÃO DE
INDICADORES DE ÁREAS RESTAURADAS**

Luís Felipe Guedes Bigarelli

Garça - São Paulo
2003

**ASSOCIAÇÃO CULTURAL E EDUCACIONAL DE GARÇA
FACULDADE DE AGRONOMIA E ENGENHARIA FLORESTAL**

**AVALIAÇÃO DE PROJETOS PARA SELEÇÃO DE
INDICADORES DE ÁREAS RESTAURADAS**

Aluno: Luís Felipe Guedes Bigarelli

**Orientador : Prof. Dr. Luciano Ribas Arruda
Co-orientador : Prof. MSc. Robson Fábio Lopes
Supervisora de Estágio: Eng. Milena Alves Moreira**

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal de Garça como parte das exigências para a conclusão do curso e obtenção do título de Engenheiro florestal.

Garça - São Paulo
2003

DEDICO,

Ao meu Pai “Lucianinho”, meu primo “Renato” e a minha avó “Lena”
(*in memoria*), que me apoiaram até os últimos dias de suas vidas e pelo
exemplo de vida que deram, a mim e a todos.

A minha mãe querida “Aline”, e a minha irmã maravilhosa “Juliana” (Jú), a
minha vida a vocês, que deram as suas por mim.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus.

Aos meus tios “Flávinho” e “Mirian”, aos meus padrinhos “Guto” e “Eliete” e aos meus primos-irmãos, pelo apoio, força, confiança, respeito, dedicação, companheirismo, pela ajuda nos momentos mais difíceis, no qual a minha formação não seria possível sem vocês.

Ao professor, mestre, amigo-irmão, companheiro e conselheiro Jozébio Esteves Gomes, pelo aprendizado, respeito, atenção, empenho, dedicação, confiança depositada em mim. A você, toda a minha gratidão e amizade de irmão, que me ajudou nos momentos mais difícil dessa minha caminhada.

A Milena A. Moreira, pela grande oportunidade de aprendizado, respeito, atenção, confiança e a amizade sincera. A você, minha amizade, respeito e gratidão.

Ao pessoal da CGM/ALCOA, Adriano, Zanatta, Sr. Fernando, Cristiane, Timbó (Hélio), Pelegrini, Piva, Jorge (que ajudou nas traduções) e a todos os funcionários e terceiros, pelo acolhimento, amizade, respeito, a oportunidade de aprendizado que me proporcionaram.

Ao meu orientador Luciano Arruda Ribas e a meu co-orientador Robson Lopes, pela atenção, apoio, amizade e ensinamentos que me passaram. A minha gratidão, respeito e amizades a vocês.

A todos os professores e mestres que tive em minha graduação.

Aos meus irmãos companheiros de “República Córgeão”, Juninho, Helder, Vinícius, Zinho, Andy, Gustavo e Geferson. Pelas cachaças, porres, risadas, festas e bagunças na “Garça véia de guerra” e por todos os momentos agradáveis de convivências nestes 4 anos de faculdade, que me apoiaram para a conclusão deste trabalho.

Aos meus amigos de graduação, a meus amigos-irmãos de Dois Córregos e da República em Poços de Caldas, além de todos que torceram e me apoiaram.

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
CAPÍTULO 2 – ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO.....	3
1. A EMPRESA.....	5
1.1 Produtos.....	8
1.2 Modelo de Gestão Alcoa.....	9
1.3 Políticas.....	9
1.3.1 Política de Qualidade.....	9
1.3.2 Política da Saúde, Segurança e Meio Ambiente.....	9
1.3.3 Política de Relações Comunitárias.....	
1.3.4 Política de Responsabilidade Social.....	
1.4 A Alcoa em no Brasil e em Poços de Caldas.....	
2. HISTÓRICO DA COMPANHIA GERAL DE MINAS – CGM.....	
2.1 História.....	
2.2 Objetivo da CGM.....	
3. OBJETIVO DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO.....	
4. PRINCIPAIS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	
4.1 Seleção e Mapeamento de Árvores Matrizes.....	
Inventário Florestal para Estimativa de Volume.....	
Amostragem e Recomendação de Calagem.....	
Viveiro Florestal.....	
Acompanhamento do Processo de Reabilitação das Áreas Mineradas.....	
Acompanhamento de Licenciamento Ambiental.....	
Programa de Monitoramento Ambiental das Áreas Reabilitadas.....	
Participação em treinamentos.....	
Participação no Programa de trabalho Voluntário.....	
SUGESTÕES.....	
Seleção e Mapeamento de Árvores Matrizes.....	
Inventário Florestal para Estimativa de Volume....	
Amostragem e Recomendação de Calagem.....	
Viveiro Florestal.....	
Acompanhamento do Processo de Reabilitação das Áreas Mineradas.....	
Programa de Monitoramento Ambiental das Áreas Reabilitadas.....	
Participação no Programa de trabalho Voluntário.....	
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	
CAPÍTULO 3 – ARTIGO CIENTÍFICO.....	

1. INTRODUÇÃO.....	
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	
2.1 Impacto ambiental.....	
2.2 Degradação.....	
2.3 Recuperação de áreas degradadas.....	
2.4 Flora e fauna no processo de recuperação de áreas degradadas.....	
2.5 Bioindicadores e sua utilização.....	
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	
3.1 Caracterização e localização de Poços de Caldas.....	
3.2 Trabalhos avaliados.....	
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	4.1
Resultados.....	
4.1.1.1 Heterogeneidade ambiental e lepidópteros frugívoros (Lepidoptera: Nymphalidae) como bioindicadores em áreas reflorestadas após mineração de bauxita em Poços de Caldas, MG.....	
4.1.1.2 Efeito da idade do sub-bosque de eucaliptais sobre a comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae).....	
4.1.1.3 Inventário florístico e estrutural da regeneração natural no sub-bosque de povoamentos homogêneos de <i>Mimosa scabrella</i> Bentham, implantados em áreas mineradas, em Poços de Caldas, Minas Gerais.....	
Discussão.....	4.2
5. CONCLUSÃO.....	5.
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	
APÊNDICE.....	

AVALIAÇÃO DE PROJETOS PARA SELEÇÃO DE INDICADORES DE ÁREAS RESTAURADAS

RESUMO: O presente trabalho se refere a uma avaliação de projetos que visa discutir o potencial de lepidópteros frugívoros, formigas e o inventário florístico, como bioindicadores de áreas degradadas. Para tanto, foram avaliados os resultados de pesquisas desenvolvidas em regeneração natural de sub-bosque de áreas degradadas. O trabalho de lepidópteros frugívoros e de formigas, mostraram-se incapazes de indicar com precisão o grau de restauração de uma área degradada. Já o trabalho de identificação de espécies regeneradas em um sub-bosque de bracatinga (*Mimosa scabrella*), apontou espécies potenciais para utilização na revegetação de áreas mineradas. Os trabalhos devem ser refeitos nas áreas, a fim de identificar as influências e tendências das populações estudadas para então, serem consideradas como indicadoras de áreas restauradas.

PALAVRAS-CHAVE: mineração, indicadores ecológicos, monitoramento ambiental, comunidades, impacto ambiental

AVALIAÇÃO DE PROJETOS PARA SELEÇÃO DE INDICADORES DE ÁREAS RESTAURADAS.

ABSTRACT: O presente trabalho se refere a uma avaliação de projetos que visa discutir o potencial de lepidópteros frugívoros, formigas e o inventário florístico, como bioindicadores de áreas degradadas. Para tanto, foram avaliados os resultados de pesquisas desenvolvidas em regeneração natural de sub-bosque de áreas degradadas. The lepidopteros fruit-feeding and ants' study displayed unable to accurately indicate the restoration degree of a disturbed area. Despite of, the identification of regenerated species identification in understory of bracatinga (*Mimosa scabrella*), revealed potential species for usage on revegetation of mined terrain. The studies must be made again in order to identify the influences and trends of the studies population, so they can be considered indicators of reclaimed areas.

KEYWORDS: Mining, ecological index, monitored ambient, communities, ambient impact

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

No contexto da restauração ambiental, o monitoramento pode ser definido como um processo contínuo de avaliação de áreas antropizadas (mineradas), medindo as ações mitigadoras utilizadas para recuperação dessas áreas. Deve-se imaginar qual o estágio ideal de restauração dessa área para poder comparar com um ambiente tomado como padrão dos objetivos que se deseja chegar.

Para as avaliações, utilizamos alguns indicadores de qualidade que nos forneceram um banco de dados que permitiram através de resultados obtidos concluir o grau de restauração do ambiente. Os resultados encontrados são fundamentais na tomada de decisões gerências para o planejamento de futuros empreendimentos e projetos de recuperação ambiental.

A avaliação de projetos de indicadores de áreas restauradas deve ser ampla, sendo a definição única de um indicador para obtenção de resultados conclusivos deve ser evitado, principalmente se tratando de indicadores biológicos que apresentam significativas flutuações provocado pela sazonalidade do ambiente.

A Alcoa Alumínio S.A., uma das empresas pioneiras no Brasil em incluir o dano ambiental e a recuperação ambiental na sua tomada de decisões, incentiva e financia trabalhos voltados à definir estratégias que causem menor impacto ao meio ambiente. Com esse intuito, têm se realizados trabalhos voltados a descobrir indicadores biológicos, que retratem com fidelidade o grau de restauração de suas áreas.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar e discutir trabalhos realizados com bioindicadores, para estudo da inclusão destes no programa de monitoramento ambiental da empresa. As avaliações basearam-se em analisar, a amplitude dos parâmetros considerados pelo autores como principais fatores de influência nos resultados obtidos, o tempo destinado à coleta de dados, discutindo a região de estudo comparada as áreas de interesse da empresa.

O resultado do trabalho fornece dados importantes que irão auxiliar á tomada de decisão, para a escolha de quais indicadores são viáveis na inclusão no programa de monitoramento ambiental realizado pela empresa nas áreas mineradas e reabilitadas.

Dessa forma, o engenheiro florestal é peça fundamental no planejamento da implantação de um empreendimento de exploração de minério de bauxita. A avaliação do impacto ambiental e todo o processo de licenciamento são definidos, realizados e utilizados pelo engenheiro florestal, como recurso gerencial na tomada de decisão para abertura de uma Lavra. Estando presente, desde o início do processo de abertura da lavra até o fechamento e a reabilitação da mina explorada, encabeçando a liberação de exploração de uma área, fazendo o cumprimento das leis que regem o empreendimento, planejando à abertura e o fechamento, como também o acompanhamento do processo de restauração da área.

CAPÍTULO 2 – RELATÓRIO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO

1. A Empresa

A Alcoa Alumínio S.A. é uma das maiores subsidiárias da Alcoa Inc., esta fundada nos Estados Unidos em 1888 por Charles Martin Hall, o descobridor da forma de redução eletrolítica do alumínio, tornando sua fabricação economicamente viável.

Presente no Brasil desde 04 de maio de 1965 com a incorporação da Companhia Mineira de Alumínio (Alcominas, cuja razão foi modificada para Alcoa Alumínio S/A em 1980), a Alcoa Poços tem cerca de 1.200 empregados envolvidos na produção de alumínio primário.

A Alcoa tem sido um marco no que se refere à segurança, qualidade, preservação ambiental e relação com as comunidades. Nos últimos 10 anos, por exemplo, por meio do Instituto Alcoa, a Alcoa alocou US\$ 13 milhões em 500 diferentes projetos sociais e comunitários em 22 cidades.

Não por acaso, é líder mundial na produção e na tecnologia de alumínio com faturamento global de US\$ 23 bilhões. Está em 37 países, com capacidade produtiva de 4,5 milhões de toneladas e empregando mais de 140.000 pessoas.

Entre seus diversos produtos, a Alcoa fabrica alumínio primário, alumina, extrudados, chapas, fios e cabos, pó de alumínio, produtos químicos, entre outros; atuando em vários segmentos e contribuindo para tornar a vida moderna cada dia mais simples.

Há vários anos a Alcoa vem aplicando a mais alta tecnologia na produção de alumínio, que vem sendo aplicado em diversas categorias, tais como: chicotes elétricos; arames de solda; evaporadores; rodas; telhas; carrocerias de ônibus e automóveis; embalagens; revestimentos; componentes de computadores; eletrodomésticos; tintas e até combustível para foguetes.

1.1. Produtos

Os principais produtos da Alcoa são:

Chapas - As chapas de alumínio Alcoa são encontradas com cinco tipos de acabamentos: comum, brilhante, pré-pintado, lavrado e antiderrapante. A comum apresenta acabamento padrão com baixa reflectância. A brilhante se caracteriza por apresentar uma das faces com maior reflectividade do que a de acabamento comum. A pré-pintada é utilizada em um sistema de aplicação dos revestimentos aliado a tintas e vernizes que proporciona proteção ainda maior contra corrosão. A lavrada tem o aspecto superficialmente modificado em ambas as faces. A antiderrapante possui acabamento em alto relevo que permite sua utilização em pisos de ônibus e caminhões.

As chapas de alumínio Alcoa podem ser encontradas em refletores, luminárias, painéis decorativos, etiquetas, peças estampadas, antenas parabólicas, isolantes térmicos, calhas, telhas, barcos, câmaras frigoríficas, chapas pintadas para construção civil, utensílios domésticos, coberturas, carrocerias, forros e pisos de ônibus, placas de automóveis e de sinalização (mostrados na Figura 1).



Figura 1. Chapas.

Chicotes - Os chicotes Alcoa, conforme Figura 2, são usados em sistemas de distribuição elétrica para veículos automotores como automóveis, caminhões, ônibus, tratores, motos, entre outros.

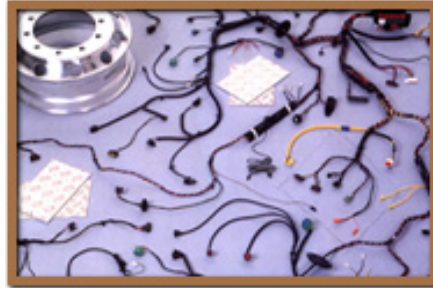


Figura 2. Chicotes.

Evaporadores – A Alcoa fornece evaporadores para o mercado nacional e internacional desde 1994. Hoje, por trás de um refrigerador, freezer ou balcão frigorífico de qualidade há sempre um evaporador Alcoa. Estes evaporadores (mostrados na Figura 3) apresentam total proteção devido à pintura eletrostática, além de fácil limpeza e perfeita higiene.



Figura 3. Evaporadores.

Flexíveis – São embalagens flexíveis de folha de alumínio e de papel (conforme Figura 4) destinadas ao mercado de chocolates, laticínios, cigarros, etiquetas, caldos concentrados e tampas.



Figura 4. Flexíveis.

Folhas – As folhas são resultantes do processo de laminação a frio, produzidas com ligas especiais e obedecendo a um rígido controle de espessura e planicidade. É um material ideal para produtos de alta qualidade, como embalagens de alimentos e remédios, pratos e bandejas descartáveis, tampas e trocadores de calor (conforme Figura 5).



Figura 5. Folhas de alumínio.

Perfis de Alumínio - Os perfis de alumínio Alcoa (mostrados na Figura 6) são produzidos pelo processo de extrusão, em que o alumínio é conformado por uma prensa hidráulica de grande capacidade que o força a passar por uma matriz de aço com a forma desejada. Os perfis Alcoa podem ser fabricados em várias ligas de alumínio, algumas exclusivas, o que lhes possibilita adequarem-se às mais diversas aplicações.



Figura 6. Perfis extrudados de alumínio.

A Alcoa, além de ser a maior fabricante de alumínio do mundo, é a maior produtora de perfis da América Latina. Para adequação à aplicação desejada, os perfis de alumínio Alcoa podem receber uma infinidade de acabamentos. Dois processos, entretanto, podem ser considerados principais: a anodização e a pintura eletrostática. A anodização é um processo de transformação da superfície do alumínio que lhe confere aparência agradável, grande resistência à abrasão e estabilidade de aspecto. O processo pode manter a cor natural do alumínio ou obter cores metálicas na faixa de champagne, bronze e preto. A pintura eletrostática, por sua vez, aplica uma camada uniforme de tinta sobre a superfície do alumínio, possibilitando a obtenção de praticamente qualquer cor com total garantia de aderência e durabilidade.

A aplicação mais comum dos perfis Alcoa é a composição de produtos para construção civil, como janelas, portas, fachadas, grades, estruturas e muitos outros (conforme Figura 7).



Figura 7. Fachada cortina de alumínio.

Pó de alumínio - O pó de alumínio (Figura 8) é produzido a partir da atomização do alumínio em estado líquido. Aspirado para uma câmara onde se introduz um jato de ar pressurizado, o alumínio líquido desintegra-se em pequenas partículas de formato semi-esférico que depois é peneirado e classificado de acordo com a sua granulação: fino, fino-recoberto, médio e grosso.

A Alcoa possui uma fábrica de pó de alumínio localizada em Poços de Caldas com capacidade instalada de produção para 14 mil toneladas / ano, atendendo aos segmentos de mercado de refratários, metalurgia, indústria química, pigmentos, explosivos e combustíveis sólidos para mísseis e foguetes.

Nos refratários, é utilizado na produção de ligas de ferro, ligas não-ferrosas e metais puros. Funciona como agente de redução de óxidos e fonte de calor.

Na metalurgia é utilizado na produção de briquetes que endurecem, reforçam e refinam a estrutura granular das ligas de alumínio. É também utilizado para solda exotérmica na soldagem de cabos, bastões, trilhos, ligas de cobre, alumínio e outros metais.

Na indústria química é utilizado na produção de derivados aluminosos quando se necessita de uma reação de alta pureza e eficiência. É aplicado em cloreto de alumínio anidro, agentes de redução, hidrogênio nascente, fosfeto de alumínio, hidróxido de alumínio, etc.

Na produção de pigmentos de alumínio, o pó de alumínio passa por um processo de moagem com solventes minerais e um ácido graxo. As partículas são transformadas em flocos que proporcionam alta reflexão à luz. Protege e decora superfícies, são utilizadas na produção de tintas automotivas para pintura original, tintas automotivas para repintura, tintas industriais, gráficas, entre outros.

Nos explosivos, o pó de alumínio é misturado a compostos explosivos, aumentando o desempenho e a potência de explosão.

Na produção de combustíveis sólidos para mísseis e foguetes, o pó de alumínio é utilizado como matéria-prima devido ao alto teor energético liberado durante a queima.



Figura 8. Pó de alumínio

Rodas de Alumínio - A Alcoa detém a mais avançada tecnologia em rodas forjadas de alumínio (mostradas na Figura 9).

A nova geração das rodas Alcoa foi projetada através de normas internacionais, visando principalmente a utilização de freios a disco para transporte de carga pesada e de passageiros. O novo design aprimorou o sistema de ventilação com o aumento das aberturas de passagem do fluxo de ar.



Figura 9. Rodas de alumínio

Telhas - As telhas de alumínio são empregadas em coberturas e revestimentos de edificações como shopping, aeroportos, indústrias, galpões, etc. Possui elevada resistência à corrosão atmosférica, o que garante às telhas uma longa vida útil.

São encontradas nos modelos trapezoidais ou onduladas, conforme Figura 10.

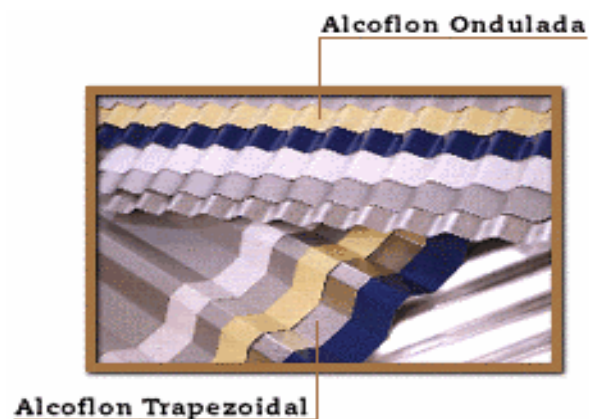


Figura 10. Telhas

Metal Primário - Ele é obtido a partir do alumínio líquido que é colocado em moldes e resfriado até se solidificar em lingotes ou tarugos (conforme Figura 11). Os lingotes de alumínio alimentarão os mercados de fundição e laminação. Os tarugos serão usados na indústria de extrusão para fabricação de perfis e caixilhos para construção civil.



Figura 11. Metal primário, lingotes e tarugos

Produtos Químicos - Os produtos químicos produzidos pela Alcoa são fornecidos em subtipos adequados às necessidades de cada aplicação específica, com variação de alguma propriedade relevante, tal como a granulometria, o grau de calcinação e o teor de impurezas. Dentre os produtos químicos, destacam-se o hidróxido de alumínio, alumina calcinada, alumina eletrofundida e mulita, mostrados na Figura 12.

O hidróxido de alumínio é um produto inorgânico de origem sintética, com elevada pureza e grande consistência físico-química. As suas maiores aplicações são em fontes de alumínio para as indústrias químicas, para a indústria de vidros, tais como vidros de embalagem, fibra de vidro e como retardante de chama, principalmente as indústrias de plástico reforçado com fibra de vidro, fios e cabos elétricos.

A alumina calcinada é obtida por meio de um processo controlado de calcinação do hidróxido de alumínio e é considerado um ótimo refratário pela sua capacidade de resistir a elevadas solicitações térmicas sem sofrer alterações significativas na sua natureza química. As suas principais aplicações são na indústria de vidros, refratários, fibras e revestimentos cerâmicos.

A alumina eletrofundida tem propriedades físico-químicas muito importantes como alta dureza, alta refratariedade e alta resistência química com aplicações na indústria de refratários, abrasivos, revestimentos cerâmicos e isoladores elétricos.

A mulita é um silicato de alumínio, encontrado também na natureza, porém muito raramente. É obtida industrialmente por fusão de matérias-primas num forno elétrico. Este material é destinado à indústria de materiais refratários para siderurgia, indústria de vidros, cerâmica e outros.



Figura 12. Produtos químicos

1.2. Modelo de Gestão Alcoa

A Alcoa possui um modelo de Gestão que está fundamentado nos fatores críticos de sucesso como liderança, gerenciamento, raciocínio e um conjunto de elementos considerados básicos, tais como autoconfiança, orientação para o aprendizado, julgamento, iniciativa, foco no cliente e comunicação.

O processo de planejamento estratégico engloba a análise estratégica, plano de longo prazo, metas para os próximos cinco anos, e gera anualmente o Plano Operacional de cada negócio. O desdobramento do plano nos diversos níveis da organização faz com que as pessoas trabalhem com prioridades comuns, garantindo o atingimento das metas.

O desenvolvimento e bem-estar das pessoas na Alcoa são fatores fundamentais para o sucesso do negócio.

Todo processo é uma combinação de máquinas, pessoas, materiais, métodos e recursos para produzir um produto ou um serviço. A utilização de diversas ferramentas para o gerenciamento dos processos de produção e serviços, tais como TPM (Total Productive Maintenance), CEP (Controle Estatístico de Processo), ISO 9002, ISO 14001 e Plano Operacional, garante a eficácia das ações tomadas em todos os níveis da organização.

O processo de satisfação de clientes identifica os seus requisitos que juntamente com os requisitos do negócio, direcionam o planejamento estratégico de modo a atender às necessidades e expectativas das partes interessadas. Sistemáticamente é medida a satisfação dos clientes com relação aos nossos produtos e serviços, e a posição da Alcoa em relação aos concorrentes em todos os segmentos do mercado que atua.

A Alcoa possui uma metodologia para controlar e acompanhar seus resultados. A performance dos diversos aspectos do negócio é traduzida em indicadores financeiros e não-financeiros, que facilitam o acompanhamento da evolução dos resultados em direção às metas traçadas. Esse modelo de acompanhamento compõe o Balanced Scorecard (Figura 13), que possibilita uma análise completa do negócio abrangendo todos os requisitos e expectativas das partes interessadas que são a comunidade, os fornecedores, os acionistas, os clientes e as pessoas.

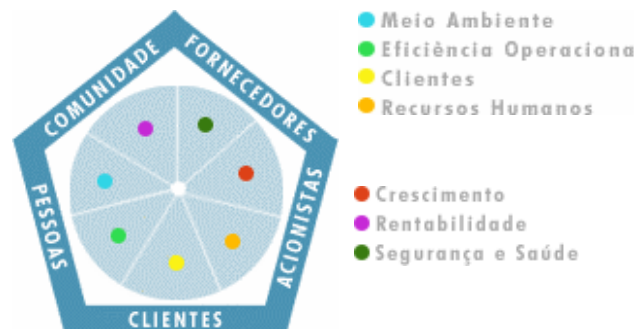


Figura 13. Balanced scorecard.

1.3. Políticas

A Alcoa acredita fortemente em suas políticas, tendo-as como base para o direcionamento dos seus trabalhos em todas as unidades. São elas:

1.3.1 Política da Qualidade

É a Política da Alcoa:

- Fornecer produtos e serviços que de maneira consistente atendam ou superem as necessidades de nossos clientes internos e externos, através do uso eficiente dos recursos.
- Envolver todos os Alcoanos na melhoria contínua da Qualidade dos produtos, processos e serviços.
- Proporcionar a todos os Alcoanos o treinamento e as ferramentas necessárias para que possam contribuir ao esforço da Qualidade.
- Nosso sucesso será medido pela satisfação de nossos Clientes.

1.3.2 Política da Saúde, Segurança e Meio Ambiente.

É política da Alcoa operar mundialmente de um modo seguro e responsável, respeitando o meio ambiente e a saúde dos nossos empregados, clientes e das comunidades onde operamos.

Nós não comprometeremos o Valor Saúde, Segurança e Meio Ambiente em função de lucro ou produção.

Todos os Alcoanos têm o dever de entender, promover e apoiar a implementação desta Política e de todos os seus Princípios.

1.3.3 Política de Relações Comunitárias

A Política de Relações Comunitárias é:

- Identificar áreas de conhecimento / atuação onde a contribuição da Alcoa seja mais produtiva;
- Identificar ações que sejam compatíveis com os Valores da Alcoa;
- Reforçar, continuamente, o processo de incorporação da cidadania;
- Assegurar que a implementação de projetos comunitários esteja norteadada pelos Planos Operacionais das Unidades Alcoa.

1.3.4 Política de Responsabilidade Social

A Alcoa Alumínio S.A. – Poços de Caldas, atua de forma a preservar a ética e a transparência nas relações com os Funcionários, Comunidade, Clientes e Fornecedores, comprometendo-se a:

- Atender à legislação nacional, normas aplicáveis, requisitos determinados pela Corporação Alcoa, Declaração Universal dos Direitos Humanos, Convenção das Nações Unidas sobre Direitos da Criança, Estatuto da Criança e do Adolescente e as Convenções Internacionais relacionadas ao trabalho, descritas na norma SA 8000 – Responsabilidade Social.
- Melhorar continuamente seus sistemas integrados de gestão de processos.

1.4 A Alcoa no Brasil e em Poços de Caldas

O Brasil possui a terceira maior reserva de bauxita do mundo e o maior potencial hidrelétrico. Como já foi comentado anteriormente, a Alcoa está presente no Brasil desde 04 de maio de 1965 com a incorporação da Companhia Mineira de Alumínio (Alcominas), cuja razão foi modificada para Alcoa Alumínio S.A. em 1980.

Algumas características da cidade de Poços de Caldas fizeram com que a Alcoa instalasse uma unidade de produção de alumínio nesta cidade. Dentre elas, temos o fato do planalto de Poços de Caldas ter cerca de 30 Km de diâmetro e conter diversos vulcões extintos há cerca de 80 milhões de anos. Situada ao redor dessa área, uma cadeia de montanhas forma uma cordilheira que possui um dos principais recursos naturais da região: a bauxita, que é a principal matéria-prima para se produzir o alumínio.

A construção do complexo industrial de fabricação de alumínio, da mina ao metal, em Poços, começou em 1966, dando início às operações industriais em junho de 1970 com uma capacidade de produção de 60.000 toneladas / ano de alumina e 30.000 toneladas / ano de alumínio.

A primeira grande expansão da fábrica de Poços de Caldas iniciou-se em 1974 e foi completada em 1976, aumentando a capacidade de produção anual para 160.000 toneladas de alumina e 60.000 toneladas de alumínio primário.

A segunda grande expansão aconteceu entre 1976 e 1979, elevando a capacidade para 210.000 toneladas anuais de alumina e 90.000 toneladas / ano de alumínio primário. Esta segunda expansão representou um investimento da ordem de US\$ 52 milhões.

Durante todos estes anos, a Alcoa foi bem sucedida no aumento das vendas de seus produtos a mercados tradicionais de alumínio e novos mercados como o petroquímico, construção civil e industrial.

2. HISTÓRICO DA COMPANHIA GERAL DE MINAS – CGM

2.1 História

A Companhia Geral de Minas pertence ao Grupo ALCOA e vem atuando na região de Poços de Caldas desde 1935. Inicialmente, através da Byington e Cia, foi constituída para lavrar zircônio e alumínio. Em 1962 a Alcoa Alumínio S/A adquiriu o controle acionário e com a implantação, em 1970, da fábrica de alumínio, sua produção passou a ser totalmente absorvida por esta unidade.

A Companhia possui concessões distribuídas na parte setentrional do Planalto em áreas abertas com campos naturais, cerrados e florestas subtropicais. Atualmente o fornecimento de bauxita está em torno de 700.000 toneladas por ano de minério in natura.

Mesmo antes de Resoluções estabelecidas pela Constituição Brasileira de 1988 (Art. 225, parágrafo segundo), relacionadas às áreas degradadas pela mineração, as técnicas de recuperação receberam atenção especial pela CGM. A necessidade de conhecimentos técnicos mais embasados fez a empresa procurar profissionais e entidades de pesquisas, firmando convênios, visando a implantação de um programa adequado de recuperação, respeitando as peculiaridades de cada área.

De forma pioneira e voluntária, a empresa iniciou em 1978, os trabalhos de reabilitação de áreas mineradas, os quais foram se aprimorando ao longo do tempo, tendo em vista a sua disposição de realizá-lo da maneira mais adequada possível.

Atendendo às exigências do sistema atual de gestão ambiental, na qual deve ser observada a busca da melhoria contínua, verificou-se ao longo dos anos várias reformulações nas técnicas empregadas nos projetos de recuperação / reabilitação desenvolvidos pela empresa. Estas foram detectadas através de avaliações periódicas realizadas, sendo algumas técnicas revisadas e modificadas, face a inviabilidade técnica, econômica ou legal. O programa atual de recuperação de minas desenvolvido pela empresa constituiu um somatório de experiências próprias ao longo dos 18 anos de atuação.

Assim várias etapas foram percorridas, desde a utilização do *Eucalyptus ssp* como espécie arbórea e capim-gordura (*Melinis minutiflora*) como gramínea, passando pela adoção da bracatinga (*Mimosa scabrella*), espécie originária do sul do país, até objetiva tornar as áreas o mais semelhante possível com o que existia antes da lavra, tanto no que se refere à flora e conseqüentemente à fauna.

Como forma de subsidiar esse trabalho foram firmados vários convênios com universidades e entidades de pesquisa. Além de se ter estudado os ecossistemas da região, a Cia Geral de Minas vem dando apoio financeiro e logístico, para diversos tipos de pesquisas científicas e de elaboração de teses de mestrado e doutorado de inúmeras universidades do País. Recentemente, a Cia Geral de Minas recebeu a certificação do seu Sistema de Gestão Ambiental pelas normas da ISO 14001. A certificação foi conferida pelo organismo certificador da DNA (Det Norske Veritas). Esta conquista comprova a eficiência e eficácia da CGM na extração de bauxita, transporte e reabilitação das áreas degradadas, na busca do desenvolvimento sustentado.

Por fim, ter procurado, também, realizar um trabalho de conscientização ambiental junto à comunidade local, promovendo excursões com estudantes e a população em geral, quando é apresentado o trabalho de reabilitação e repassadas as informações que propiciam uma melhor compreensão dos ecossistemas regionais. Tal

trabalho vem se viabilizando, através do Centro de Estudos e Pesquisas Ambientais - CEPA/ALCOA.

Uma área de concessão da empresa está sendo objeto de licenciamento ambiental corretivo, através do Relatório de Controle Ambiental / Plano de Controle Ambiental que se apresenta a seguir.

A elaboração desse trabalho partiu de uma caracterização do empreendimento, do ambiente das áreas de influência direta e indireta e analisados os principais impactos relativos a cada meio (físico, biótico e antrópico).

Tomando isso como referência, serão propostas medidas de minimização dos impactos, de reabilitação das áreas degradadas e de compensação; além de estruturação de um programa de monitorização e indicação de usos futuros para as áreas mineradas.

Dessa forma a empresa está dando mais um passo no sentido de avançar com a incorporação de novas metodologias e abordagens de proceder à exploração mineral compatível com o meio ambiente. O resultado final, com certeza, será uma contribuição de uma experiência que visa uma melhor qualidade ambiental, o que nos dias atuais, significa melhor qualidade de vida.

2.2 Objetivo da CGM

Buscar a minimização dos impactos ambientais de suas atividades e a melhoria da qualidade do meio ambiente através da implementação de programas de reabilitação e monitoramento das áreas mineradas, incluídos no sistema de gestão ambiental da Companhia Geral de Minas.

3. OBJETIVO DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO

O programa de estágio da Alcoa Alumínio S.A., visa consolidar os conhecimentos adquiridos e complementar as atividades acadêmicas através de experiências práticas desenvolvendo e formando profissionais capacitados.

4. PRINCIPAIS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

4.1 Seleção e Mapeamento de Árvores Matrizes

A CGM/Alcoa com a finalidade de melhorar seu programa de reabilitação das áreas mineradas, criou um programa para selecionar e geo-referenciar progenitores com qualidade genética de interesse através de GPS para produção de mudas específicas, para as áreas mineradas pela Alcoa Alumínio de Poços de Caldas.

O programa se baseia em selecionar árvores da região, obedecendo alguns critérios de avaliação como, DAP, altura, projeção da copa, estado nutricional, posição sociológica e outros.

O presente programa está em fase de implantação, não apresentado resultados definitivos no momento.

4.2 Inventário Florestal para Estimativa de Volume

Para o licenciamento ambiental das áreas que serão mineradas, a CGM/Alcoa S.A. realiza o inventário Florestal quando à necessidade de supressão da vegetação, para liberação de corte da vegetação.

Na propriedade da Alcoa Alumínio S./A. em Poços de Caldas conhecida como Teixeira, foi realizado o inventário florestal para a estimativa de volume e classificação da tipologia florestal presente na área através de coleta de dados e análise dos resultados.

4.3 Amostragem e Recomendação de Calagem

Após a remodelagem das áreas mineradas, a CGM/Alcoa, realiza a amostragem de solo para ser analisadas suas propriedades químicas (macronutrientes e micronutrientes) e físicas do solo para a recomendação da aplicação de calcário nas áreas à serem reabilitadas.

A amostragem é realizada com a coleta de várias pontos de amostragem procurando representar toda a propriedade, denominadas de sub-amostras, que serão misturadas e retirada apenas uma amostra representativa de toda área. Essa amostra é encaminhada para um laboratório terceirizado que realizará a análise e enviará os

resultados para o engenheiro responsável pela reabilitação das áreas, receitar a quantidade necessária de calcário a ser aplicado na área em questão.

4.4 Viveiro Florestal

A CGM/Alcoa S.A. possui um viveiro florestal, onde são produzidas todas as mudas utilizadas no processo de reabilitação de suas áreas. Para isso, conta com um viveiro com grande capacidade de produção, porém a estrutura do viveiro ainda é antiga.

A produção de mudas nativas é toda realizada em sacos plásticos. O viveiro possui também duas casas de vegetação com irrigação automatizada.

A engenheira Milena A. Moreira, responsável pelo viveiro, está reestruturando o viveiro com reformas, construção de barracões para armazenamento e estocagem e outros. Também redirecionou toda a produção de mudas para produzir a quantidade exata que será utilizada para a reabilitação das áreas mineradas. O processo de readaptação do viveiro florestal está em processo de implantação.

4.5 Acompanhamento do Processo de Reabilitação das Áreas Mineradas

A pesquisa de campo é o primeiro passo para a exploração de uma reserva de bauxita. A equipe de pesquisa tem como objetivo realizar sondagem a um raio de distância que seja viável economicamente para exploração de minério pela CGM/Alcoa Alumínio S.A., a fim de descobrir reservas de bauxita.

Descoberta uma reserva em potencial, a equipe de topografia demarca a área da reserva para ser realizada novas pesquisa, para finalmente mapear a reserva e a área de influência do empreendimento que será utilizada na exploração da área.

Inicia-se então o processo de licenciamento ambiental, com a entrada com a documentação ao pedido de LP (licença prévia), LI (licença de instalação de empreendimento) e a LO (licença de operação do empreendimento) no órgão responsável pela Outorga, para liberação da exploração da área.

Com a liberação de exploração da área, dá-se início ao projeto de abertura da área com a supressão da vegetação quando necessário, faz a raspagem da camada

orgânica do solo (top-soil) armazenando ou removendo esse material para outra área que está em processo de reabilitação. Então inicia-se a exploração de bauxita na área.

Quando a reserva se esgota, a área começa a ser preparada para a reabilitação com a remodelagem, aplicação de calcário, a recolocação do Top-soil na superfície da área, semeadura de gramíneas ou não e o plantio de árvores (nativas ou exóticas). A estratégia de reabilitação varia de acordo com a situação da área e a definição do dono da propriedade, quando está não é da Alcoa Alumínio S./A.

4.6 Acompanhamento de Licenciamento Ambiental

Acompanhamento do processo de pedido do licenciamento ambiental junto aos órgãos competentes (federais e estaduais).

4.7 Programa de Monitoramento Ambiental das Áreas Reabilitadas

O programa tem como objetivo atender aos padrões de reabilitação de minas de bauxita realizando medições do sucesso dessas atividades e obter informações que irão subsidiar o programa de reabilitação de minas, visando a melhoria contínua.

Este trabalho está em fase de implantação com o lançamento de parcelas nas áreas a serem avaliadas.

4.8 Participação em Treinamentos

Participação em treinamentos de segurança, saúde, meio ambiente, ABS(Alcoa Business System) e combate a incêndios.

4.9 Participação no Programa de Trabalho Voluntário

Participação do 4º Action: Workshop de Meio Ambiente (ação comunitária), com a apresentação de palestra aos pais de uma escola rural sobre a importância das áreas de preservação permanente.

5. SUGESTÕES

5.1 Programa de Seleção de Árvores Matrizes

A CGM/Alcoa, com o intuito de produzir mudas com qualidade para proporcionar uma sustentabilidade ambiental e diversidade genética em suas áreas reabilitadas, lançou o programa de seleção e mapeamento de árvores matrizes, que serão as principais fornecedoras de sementes para o viveiro florestal da CGM/Alcoa.

A coleta de sementes será realizada por uma equipe formada por funcionários da própria empresa, que também, realizaram o beneficiamento das sementes coletadas.

A equipe de coleta necessitará de algumas ferramentas e instrumentos (equipamento de alpinismo, esporas, cordas e outros) fundamentais para a execução do trabalho e que não são autorizados a utilização destes dentro da propriedade da empresa, além de treinamento específico.

O IPEF (Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais) setor de sementes, realiza trabalho de coleta, beneficiamento e armazenamento de sementes para várias empresas do setor florestal com garantia de qualidade, além de serem certificados pelo IBAMA para a execução de do serviço em florestas implantas, como em nativas.

Para a CGM/Alcoa, a exigência de sementes de qualidade é fundamental, porém a quantidade necessária para produção de mudas do viveiro florestal da empresa é pequena, inviabilizando os custos de investimentos para formar uma equipe de coleta eficiente, o que justifica a procura de outros meios para implantação do programa.

Já, com alguns contatos preliminares o IPEF mostrou-se interessado em realizar o trabalho na Alcoa Alumínio S.A. em Poços de Caldas, à baixos custos e atendendo as exigências de segurança, saúde e meio ambiente da empresa, que inclusive, mostrou-se disposta a fazer uma apresentação do trabalho de coleta de sementes para a equipe de segurança da empresa.

As vantagens para a empresa são: serviço especializado à baixo custo, com garantia de segurança e qualidade, terceirização do serviço, economia na compra sementes e equipamentos, treinamento, construção e reformas de prédios para a realização do trabalho (pátio de secagem de sementes, material, etc.) como também no

beneficiamento e armazenamento das sementes em câmaras refrigeradas para a conservação de sementes, acabando com o problema da falta de propágulos provocado pela sazonalidade de produção de sementes de ano para ano.

A outra sugestão é a CGM/Alcoa montar um herbarium com a coleção de plantas utilizadas como progenitoras de sementes do programa, para caso de dúvida, o coletor consultar o material que ficará disponível à consulta.

Não haverá custos para a montagem do herbarium, por se tratar de um trabalhos simples.

5.2 Inventário Florestal para Estimativa de Volume

É interessante para a empresa criar um procedimento para realização de inventário florestal para a empresa, já que o serviço é realizado por estagiários (que são semestrais) e existem diferentes sistemas de amostragem para a realização do trabalho, podendo ocorrer algumas variações de resultados de amostrador para amostrador.

O estabelecimento do número mínimo pessoas e quais estarão aptas para a realização do trabalho, como a padronização equipamentos utilizados darão mais segurança as pessoas que trabalharão com o inventário com também a melhoria na qualidade de um serviço uniforme.

5.3 Amostragem e Recomendação de Calagem

Compra de um trado menor para amostragem, reduzindo o volume de solo coletado para as sub-amostras aumentando os ganhos ergonômicos no trabalho de amostragem e também reduzindo o número de duas pessoas p/ a execução do serviço para uma pessoa apenas.

5.4 Viveiro Florestal

O viveiro florestal da empresa encontra-se em reforma, que segundo informações, está sendo todo reestruturado para a implantação do ABS (Alcoa Business System).

Aproveitando as reformas, a CGM/Alcoa poderia estar substituindo os sistema de canteiros, por sistemas de bancadas reforçadas suspensas (a um metro de altura do solo) que podem ser usadas para produção de mudas de tubetes, como também de sacos plásticos. A vantagem, é que, além do ganho ergonômico, as mudas ficam suspensa inibindo a proliferação de doenças, contaminação de plantas daninhas, facilita a limpeza, remoção de plantas daninhas das mudas e da área de passeio, a movimentação e manejo das mudas, evita que as mudas fiquem expostas em áreas alagadas, a predadores terrestres e outros.

O custo de implantação não é alto e as vantagens do sistema compensa o investimento que terá mais de uma opção de produção.

O sistema de irrigação, independente do sistema de produção, necessita ser substituído por um sistema mais econômico, que não precise ser regulado permanentemente, que irrigue de forma uniforme as mudas e que não necessite de operador para ligar e desligar o sistema de irrigação.

O viveiro já conta com um time semi-mecanizado nas duas casas de vegetação. Aproveitando-se destes automatizadores, haveria apenas de instalar bicos aspersores, localizados a uma altura de 2,30 metros acima do solo. Esse sistema proporciona uma irrigação mais uniforme e é mais econômico quanto ao consumo de água. Também dispensa que em finais de semana e feriados o viveirista se desloque para o viveiro para ligar o sistema de irrigação duas vezes ao dia.

Outra estrutura que é interessante para o viveiro florestal da CGM/Alcoa estar implantando, seria a cobertura parcial dos canteiros com lona plástica transparente ou o total com teto regulável (regula à entrada de luz), ou ainda, a cobertura individual manual do canteiro com lonas sobre arcos removíveis instalados nas bases dos canteiros. Essa estrutura permitirá que as mudas (plântulas) fiquem protegidas de geadas no período inicial de sua germinação, evitando perdas de mudas por queimadura.

A construção de canteiros de sementeiras suspensas para sementes pequenas que necessitam ser semeadas para depois serem transplantadas é um estrutura muito interessante, com custo muito reduzido de investimento e fácil de ser construído. A

estrutura se baseia em dois pilares de concreto de 1,2 metros de altura que sustentará uma folhas de telhado (tipo ternite) colocada com a sua base para baixo e as suas abas dispostas para cima como se forma-se um canal, porém com as suas extremidades vedadas contendo alguns orifícios que serviram para escape do excesso de água da irrigação. A estrutura ficará disposta sobre os pilares em declive de 1% e será preenchida com substrato para a semeadura das sementes. Também é necessário o recobrimento com sombrite.

5.5 Acompanhamento do Processo de Reabilitação das Áreas Mineradas

O acompanhamento do estagiário no processo de decisão da reabilitação das áreas mineradas é de fundamental importância para o aprendizado e amadurecimento profissional do estudante.

A CGM/Alcoa poderia estar incluindo o estagiário em reuniões, participação com voz ativa na tomada de decisões, sendo informado das metas e objetivos da empresa (gerência). Expondo o estagiário à estas situações, suas sugestões podem ajudar e ficaram mais fundamentadas quanto a realidade da empresa.

O estagiário da CGM/Alcoa é muito dependente, principalmente relativo à transporte para sua locomoção, material disponível para a realização dos trabalhos (acesso a computador, equipamentos antigos e outros). Devido ao tipo de trabalho realizado pelo estagiário ser no campo, o departamento da CGM/Alcoa poderia estar negociando com a gerência central uma concessão especial de permissão para dirigir automóveis da empresa sob supervisão do responsável pelo estagiário da CGM/Alcoa, para que assim possa viabilizar com maior facilidade e praticidade seus trabalhos.

A disponibilidade de um computador, é de grande importância para que o estagiário não perca tempo e nem acumule serviço de escritório. A reforma e aquisição de alguns equipamentos e ferramentas precisam ser feitas, como, reforma das balizas de topografia, conserto da bússola do teodolito, compra de equipamentos para inventário florestal (fita métrica grande e pequena, régua métrica para medição de altura, mochila para carregar os equipamentos e as estacas).

5.6 Programa de Monitoramento Ambiental das Áreas Reabilitadas

O programa de monitoramento ambiental em áreas reabilitadas é um trabalho extremamente novo, onde existem muito poucas informações sobre o assunto. A importância que pesquisadores tem dada a esse tipo de trabalho é muito grande.

A CGM/Alcoa está em fase de implantação deste programa, onde parcelas de um mil metros quadrados estão sendo lançadas nas áreas reabilitadas.

Algumas revisões poderiam ser feitas para melhorar o sistema de amostragem das áreas, como o caso do tamanho das parcelas. As áreas mineradas, muitas vezes não ultrapassam três hectares e apresentam formas extensas e estreitas de superfície explorada.

A adoção de parcelas de dez metros de largura por cem metros de comprimento, estão ficando locadas algumas vezes fora da área reabilitada, superestimando ou subestimando os resultados mensurados.

Uma outra sugestão, é relativo a escolha dos bioindicadores de fauna. Seria muito interessante a inclusão da avifauna como indicadores de áreas restauradas.

No CEPA (Centro de Estudos e Pesquisa Ambientais) já existe um trabalho que, inclusive está sendo feito sobre o levantamento da avifauna regional e o tipo de habitat identificados no planalto de Poços de Caldas.

A utilização de primatas como bioindicadores não é recomendada, sendo que as espécies identificadas no planalto não se enquadram em nenhuma das características definidas como um bom indicador. Das três espécies encontradas, duas estão em ameaçadas de extinção e duas espécies preferem áreas alteradas como habitat segundo a literatura consultada e o relatório apresentado a Alcoa.

O trabalho de primatas pode ser prosseguido voltado à biologia da conservação destas espécies ameaçadas de extinção e das áreas onde elas foram encontradas para a sua preservação.

5.7 Participação no Programa de Trabalho Voluntário

Um trabalho interessante que uniria o programa Ação Voluntária (Bravo) com o trabalho de Educação Ambiental (CEPA), é a implantação da Agenda 21 nas escolas.

Essa sugestão foi baseada na idéia proposta por Malhadas (2001) em levar a AGENDA 21 à escola.

A Agenda 21 é um documento resultante de um consenso internacional e um compromisso assumido pelos chefes de estado de 178 nações perante a ONU – Organização das Nações Unidas.

No Capítulo 36 da Agenda 21 encontramos um novo apoio e direcionamento para os projetos educacionais, através de um processo que visa *“Integrar meio ambiente e desenvolvimento como tema interdisciplinar ao ensino de todos os níveis...”*

O projeto de *Re-orientação da Educação para Enfocar a Sustentabilidade* (UNITWIN-UNESCO, 2000), teve como objetivo complementar ao Capítulo 36 da Agenda 21, com algumas recomendações para facilitar o trabalho de professores em aplicar e selecionar adequadamente: conhecimentos, valores, habilidades, perspectivas e tópicos especiais.

A bibliografia citada está à disposição como Apêndice A desta monografia.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estágio é um complemento indispensável na formação do estudante na sua graduação. A oportunidade de vivenciar à teoria na prática, faz com que o futuro profissional ingresse mais preparado para o mercado de trabalho, aumentando suas perspectivas de sucesso e realização profissional.

O aluno de graduação, busca no decorrer do curso, futuras áreas de atuação profissional que possa exercer após a sua formação, procurando identificar a área que tenha mais afinidade. O estágio é uma oportunidade única do aluno definir qual área profissional se especializará.

A oportunidade de estagiar na CGM/Alcoa Alumínio em Poços de Caldas foi uma experiência única, onde pude desenvolver atividades que enriqueceram meu aprendizado, contribuindo muito para o meu desenvolvimento profissional.

CAPÍTULO 3 – ARTIGO CIENTÍFICO

1. INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo, a superfície terrestre vem sendo alterada pela ação de agentes naturais como ventos, erupções vulcânicas, dentre outros. Além destas, alterações mais drásticas, consideradas artificiais, são decorrentes da atividade econômica do homem (IBRAM, 1987).

Os recursos minerais encontram-se distribuídos de forma heterogênea no globo terrestre. Cotidianamente esses recursos são procurados, descobertos, avaliados e explorados pelo homem, sendo considerados indispensáveis ao seu bem-estar, conforto e à qualidade de vida (IBRAM, 1987).

A história do desenvolvimento de Poços de Caldas sempre esteve relacionada às características naturais. O turismo incentivado pelas águas termais e a mineração foram fundamentais para a economia do município, a partir do século XVIII (WILLIANS, 2001).

O impacto ambiental provocado pelas minerações atinge a biota no solo através da deposição de resíduos, pela remoção da capa superficial do solo quando fértil, pela própria ação da erosão e pelo impacto visual, dentre outros (IBRAM, 1987).

A Companhia Geral de Minas ALCOA S./A., através de seu programa de melhoria contínua, desenvolve projetos de recuperação visando o retorno do ecossistema degradado a um estado estável. Todavia, este retorno só é possível através de uma forte intervenção antrópica para colocar o ecossistema numa nova “trajetória”, já que no estado atual (sem a aplicação da intervenção antrópica) o ecossistema se manteria numa condição de degradação irreversível (RODRIGUES & GANDOLFI, 2001).

Embora existam muitas metodologias que instrumentalizam o objetivo de restaurar um ecossistema florestal tropical ou subtropical, uma abordagem científica desta questão implica em conhecer a complexidade dos fenômenos que se desenvolvem nestas florestas e compreender os processos que levam à estruturação e manutenção destes ecossistemas no tempo. O uso desse conhecimento no planejamento da restauração de áreas degradadas permite, além da garantia de

sucesso, uma redução significativa dos custos desta restauração. O sucesso da restauração pode ser estimado através do estabelecimento de indicadores de avaliação e monitoramento da área restaurada (RODRIGUES & GANDOLFI, 1998). Com o intuito de identificar o retorno da fauna e flora a um estado de estabilidade ambiental, a CGM/ALCOA S./A. tem investido em várias pesquisas de bioindicadores de áreas ecologicamente equilibradas, que sejam mensuráveis e factíveis de identificação, para que possam ser aplicados nas áreas mineradas de bauxita em Poços de Caldas.

O objetivo do presente estudo é, a partir dos resultados de três trabalhos desenvolvidos para fins de recuperação de áreas degradadas, discutir o de lepidópteros frugívoros, formigas e o inventário florístico como bioindicadores de áreas restauradas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Impacto Ambiental

O entendimento da mineração como atividade que modifica, irreversivelmente, o ambiente é antigo. Ainda que de forma diferenciada da preocupação ambientalista atual, em todo o mundo são amplamente conhecidas as alterações causadas por atividades ao meio natural (BRANDT, 1998).

Segundo a Resolução do CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986, através do Artigo 1º, o impacto ambiental é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, a qualidade dos recursos ambientais.

A mineração é responsável por grande parte da degradação do solo devido a alteração de suas características físicas, químicas e biológicas (DORAN et al., 1994; citado por MORAES, 2003). O impacto causado por minerações pode resultar em uma

área de influência muito maior que a área de lavra, proporcionando, por exemplo, a degradação de recursos hídricos, que irão refletir em toda a bacia. Desta forma, a necessidade de construção de barragens e bacias de contenção é plenamente justificável por barrar o escoamento de partículas sólidas em direção aos afluentes próximos das áreas de mineração, o que resultaria na ampliação do impacto do empreendimento e, conseqüentemente, de seu passivo ambiental (Dias & Griffith, 1998).

O crescente impacto ambiental primário provocado pela supressão da vegetação merece uma atenção muito especial. A remoção desta vegetação pode causar drásticos impactos como a perda da flora e fauna selvagem, destruição do habitat selvagem, proliferação de plantas daninhas, erosão do solo e, até mesmo, mudanças das condições climáticas. A perda da fauna e flora é inevitável, no entanto, na maioria dos casos, a fauna e flora podem retornar ao local.

Os impactos ambientais resultantes da mineração são altamente específicos. Em alguns casos, eles podem ser relativamente pequenos e necessitam de poucas ações corretivas. Enquanto que, em outros casos, faz-se necessário um programa maior ou projetos que levem um tempo maior de implementação (IPAI, 1992).

No Brasil, todas as estimativas apontam o desmatamento e as atividades agrícolas como os principais fatores de degradação de nossos solos. Porém o impacto causado por obras de engenharia (estradas, ferrovias, barragens) e pela atividade de mineração a céu aberto certamente sensibilizam a população de modo geral, tendendo a atribuir a esses fatores a responsabilidade maior pela degradação dos solos. Essa impressão é justificável, uma vez que são atividades altamente impactantes. No entanto Dias & Griffith (1998), ao avaliar a extensão da degradação causada por diferentes tipos de mineração, comparativamente ao desmatamento e ao superpastejo, verificam que ela é mínima (tabela 1).

Tabela 1. Diagnóstico de impacto ambiental de acordo com várias fontes de degradação.

Fonte	Extensão da área ⁽¹⁾	Intensidade ⁽²⁾	Duração ⁽³⁾
Superpastejo	Grande	Baixa	Longa
Veículos fora da estrada	Pequena	Alta	Moderada
Mineração de superfície de carvão	Pequena	Alta	Moderada (Brasil) curta (EUA)
Mineração da superfície de bauxita	Pequena	Alta	Moderada
Construção	moderada	Alta	Curta

¹ Extensão da área: pequena < 100km²; moderada, 100-500 km²; grande, > 500 km².

² Intensidade: baixa, ≤ 2 vezes de aumento na taxa do processo; moderada, 2-10 vezes de aumento; alta, > 10 vezes de aumento.

³ Duração: curto, alguns meses a alguns anos; moderada, algumas décadas; longa, > 100 anos.

Adaptado de TOY & HDLEY (1987), citado por DIAS & GRIFFITH (1998).

2.2. Recuperação de áreas degradadas

A recolonização artificial com a aplicação de técnicas apropriadas está cada vez mais sendo utilizada com o objetivo principal de recuperação de áreas degradada. Esta recolonização é exigida por legislação específica (CALEGÁRIO, 1998) como descrito na Constituição Federal de 1988, através do artigo 225, parágrafo 2, que dispõe como obrigatória à recuperação de uma área degradada pela mineração (CASTRO, 1998).

O IBAMA (1990) considera que recuperar é retornar o sítio degradado a uma forma e utilização de acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo, considerando que uma condição estável será obtida somente quando a área estiver em conformidade com os valores ambientais, estéticos e sociais da circunvizinhança. Significa também, que o sítio degradado terá condições mínimas de estabelecer um novo equilíbrio dinâmico, desenvolvendo um novo solo e uma nova paisagem.

Rodrigues & Gandolfi (2001) citam em seu trabalho que o termo “recuperação” é utilizado por diversos autores, como uma designação genérica de qualquer ação que possibilite a reversão de uma área degradada para a condição de não degradada, não sendo exatamente a mesma definição do termo “recuperação” que foi usada pelo IBAMA (1990). Este se caracteriza como uma definição intermediária entre restauração *sensu lato* (“estado estável alternativo”, sem retorno às condições originais) e

reabilitação. Já o termo “restauração” é entendido, por aqueles autores, como qualquer atividade de “recuperação” que tenha como objetivo principal, o restabelecimento dos processos ecológicos e não apenas o retorno de ecossistema degradado à condição original. Desta forma, um modelo idealizado de ecossistema é substituído pelo desejo do restabelecimento da integridade ecológica daquele ecossistema, o que está de acordo com a definição dada pela Society for Ecological Restoration (SER).

Por se tratar de uma linha de pesquisa relativamente nova e por envolver diferentes áreas de conhecimento, é comum a citação de termos como recuperação, reabilitação e restauração, todos utilizados como sinônimos de um único processo. Não que seja fundamental a padronização de termos, mesmo porque se espera que, independentemente do termo empregado, o mais importante é que o processo seja realizado. Já o termo restauração não é recomendado, uma vez que conceitualmente sugere que a área degradada venha a ter as mesmas características que antecedem a degradação (DIAS & GRIFFITH, 1998).

2.3. Flora e Fauna no processo de recuperação de áreas degradadas

A fitossociologia é um ramo da ecologia vegetal que procura estudar, descrever e compreender essa associação de espécies vegetais na comunidade que, por sua vez, caracterizam as unidades fitogeográficas, como resultado das interações destas espécies entre si e com o seu meio. Assim, através da aplicação de metodologias de amostragem adequadas, é possível identificar os parâmetros quantitativos de uma comunidade vegetal, definindo não só as espécies mais abundantes, mas também estabelecendo uma relação de dominância e importância relativa entre elas na comunidade (RODRIGUES, 1988; citados por RODRIGUES & GANDOLFI, 1998). Já a fitogeografia baseia-se no reconhecimento de que existem diferentes tipos de vegetação ou unidades fitogeográficas e de que essas ocupam diferentes regiões e espaços geográficos. Isto resulta não só do histórico particular de evolução e migração das espécies que compõem cada unidade fitogeográfica, em função da adaptação

dessas espécies às condições climáticas e edáficas e às interações biológicas locais (RIZZINI, 1976 e 1979; citados por RODRIGUES & GANDOLFI, 1998).

Uma questão polêmica que envolve técnicos e pesquisadores que trabalham com recuperação de áreas degradadas, tem sido a disputa entre a função ecológica e a origem das espécies vegetais. A razão principal para o questionamento é sobre o uso de espécies exóticas em programas de reflorestamento e a possibilidade de algumas delas se tornar dominante como é o caso da bracatinga (*Mimosa scabrella*), interferindo nas fases da sucessão natural, tornando-se altamente competitivas em casos extremos, até se tornar uma praga. Contudo, esta possibilidade também existe com espécies nativas, além do fato de que grande número de espécies introduzidas já ter sido testado, sem expressar características ambientais inadequadas (CAMPELLO, 1998).

O trabalho de recuperação não envolve apenas o plantio de espécies, mas também o manejo artificial do processo de sucessão e de aceleração do padrão pela qual a comunidade retorna ao estágio de clímax (FORD & LANGKAMP, 1987; citado por LORENZO, 1991). Desta forma, segundo este último autor, área minerada recuperada deve implicar, além da recuperação da vegetação, também o retorno da fauna. Para o retorno de animais silvestres, precisa-se dar condições mínimas à vegetação, similares às que ocorrem naturalmente no processo de sucessão. Já a fauna se encarrega, por meio de suas funções como disseminadora e do controle biológico natural, de dar continuidade ao processo de sucessão.

A capacidade reprodutiva e a sobrevivência de muitas espécies vegetais dependem das relações coevolutivas com espécies animais, incluindo dispersores, polinizadores, protetores contra predadores e outras interações naturais. A fauna deve ser considerada como um dos elementos componentes do ambiente, sendo um dos responsáveis pela sua configuração, não devendo, portanto, ser vista somente como um "habitante" deste ambiente. Além deste aspecto, a fauna tem papel fundamental na pedogênese e recuperação dos solos, seja na reciclagem de nutrientes ou no revolvimento de suas camadas (IBAMA, 1990).

Portanto, em programas de recuperação de áreas degradadas, não se pode desconsiderar o papel da fauna na manutenção da diversidade de espécies vegetais,

em sua reprodução e na qualidade do solo. Além disso, espécies da fauna podem ser utilizadas como indicadores de recuperação de habitats (IBAMA, 1990).

Rocha et al. (1998) analisando amostras de fezes de Anta (*Tapirus terrestris*), constatou o consumo de 34 espécies vegetais, além de grande quantidade de fibra vegetal que não foi possível à identificação, sendo os frutos e as folhas as partes vegetais mais consumidas. Outro fato constatado foi a grande quantidade de sementes que foram dispersas pelas antas através de suas fezes. Esse trabalho mostrou a grande interação e dependência entre a fauna e flora para sobrevivência e manutenção da diversidade florística.

2.4. Bioindicadores e sua utilização

A definição e uso de indicadores na avaliação e monitoramento de ecossistemas naturais têm sido muito discutido na bibliografia, e algumas experimentações já estão sendo realizadas segundo Rodrigues & Gandolfi (1998), um conjunto muito promissor de indicadores de avaliação e monitoramento, tanto de áreas naturais como restauradas, tem sido usada como bioindicadores e equabilidade. Alguns exemplos são o fluxo e ciclagem de nutrientes no solo, micro e mesofauna de solo, presença e estrutura de grupos faunísticos, etc. Mas, certamente, outros indicadores ainda deverão ser incorporados, de acordo com requisitos previamente estabelecidos para a definição de bons indicadores, como diversidade alta dentro de grupo, inter-relações conhecidas com outros grupos, sensibilidade e ambientes com características distintas, ciclo curto de vida para avaliações mais eficientes, relações antrópicas indiretas, etc. Os indicadores de avaliação e monitoramento vegetal de formações naturais são, na maioria, referentes à comunidade, como a riqueza, a diversidade e equabilidade vegetal, a fisionomia vegetal, as características estruturais dos estratos ou grupos ecológicos, etc.

Para Schubert (1991); citado por Reinert (1998), bioindicadores são organismos ou comunidades de organismos cujas funções vitais são tão estreitamente

correlacionadas com os fatores abióticos, que podem ser utilizados como indicadores das mudanças destes fatores.

Segundo Brown (1997a,b; 1991), citado por Moraes (2003), um grupo indicador deve ter um alto conteúdo de informações fornecido por uma combinação de características que permitam localização fácil, observação e identificação, avaliação e monitoramento por não especialistas, em qualquer lugar. Sobretudo, são requisitos de grupos utilizados como indicadores:

- Ser altamente diversificado, taxonomicamente e ecológicamente;
- Ter alta fidelidade ecológica para cada espécie;
- Ser relativamente sedentários;
- Ocorrência estreitamente endêmica ou, se longamente distribuído, bem diferenciado geneticamente em cada local ou região;
- Ser abundante, não furtivo, fácil de reconhecer;
- Possuir ciclos populacionais relativamente curtos (encontrados em qualquer época do ano);
- Apresentar resposta linear a alteração média no ambiente;
- Estar associados estritamente a algumas espécies;
- Já ter sido bem estudado (sistemática, química, genética, comportamento).

Além destas, os grupos utilizados como indicadores devem apresentar diversidade adequada, tamanho conveniente que permita identificação fácil no campo (mais de meio centímetro), distribuição ampla, amostragem rápida, fidelidade ecológica notável, e resposta previsível a mudanças no seu ambiente (BROWN, 1997a, citado por MORAES 2003).

Fausch et al. (1990); citado por Marinho (2001), destaca os peixes como bioindicadores dentre os organismos aquáticos que, dentre os motivos do uso destes organismos como bioindicador, consideram-se o fato de serem sensíveis ao estresse direto, interagem com diversos efeitos e variados componentes do sistema aquático, e

tem vida longa e assim conseguem fornecer, em longo prazo, um registro de estresse do meio.

Recentes estudos permitiram concluir que um simples táxon indicador não pode ser usado para determinar o grau de integridade biológica, pois, em um local deficiente, certamente espécies indicadoras poderiam ser ligeiramente degradadas. Por esse motivo, propõe-se o uso de guildas inteiras como bioindicadores, reduzindo, assim, problemas associados com um simples táxon (FAUSCH et al., 1990; citado por MARINHO, 2001).

Rodrigues & Gandolfi (1998) sugerem para avaliação e monitoramento pós-implantação de projetos de recuperação:

- Desenvolvimento de mudas: utilizando como parâmetro, diâmetro da base do caule, altura do fuste, estado fitossanitário da muda e outros.
- Cobertura do solo: esse parâmetro pode ser avaliado com base na forma e dimensão da copa, sombreamento do solo, área sombreada versus área ensolarada.
- Regeneração natural: uso de coletores ou avaliação da produção de serrapilheira, desenvolvimento de plântulas ou indivíduos jovens e outros.
- Fisionomia: São vários parâmetros, como estruturação dos estratos (presença de dossel contínuo ou irregular, de sub-bosque, de indivíduos emergentes, etc), formas de vida (formas de vida ocorrentes, dominantes, em desequilíbrio, etc), ocorrência de clareiras (tamanho e origens), alinhamento dos indivíduos (alinhamento de plantio já mascarado ou não) e outros.
- Diversidade: está diretamente correlacionada com a regeneração natural e se constitui no mais importante instrumento de avaliação e monitoramento de projetos de restauração.

Sauter (1998), cita Acari, Collembola e Oligochaeta, como grupos de invertebrados edáficos pioneiros oportunistas de solos degradados, que ocorrem depois da recuperação com a sua instalação na área que darão início à sucessão da meso e macrofauna edáfica, podendo encontrar espécies específicas para cada etapa da sucessão na recuperação de áreas degradadas, utilizando-as como bioindicadores de cada situação. Já Figueiredo-Barros et al. (2002), pesquisando macro invertebrados

Bentônicos como bioindicadores de impacto e recuperação sob influência da mineração de bauxita, constataram a sua utilização como bioindicador, já que reflete as condições ambientais do lugar.

Costa et al. (2002), estudando a fauna do solo em plantios experimentais de eucalipto e de leguminosa arbórea utilizadas para fins de recuperação de áreas degradadas, associaram a distribuição vertical da fauna do solo como indicador da fragilidade do ecossistema local.

Ré & Silva (2002) propõem formigas no biomonitoramento ambiental para avaliação qualitativa de dunas litorâneas reabilitadas, e ressaltam que se trata de uma técnica de fácil aplicação e de baixos custos, cujos resultados podem ser obtidos em um curto período de tempo. Formigas são utilizadas como bioindicadores eficazes principalmente devido à grande abundância, diversidade, importância (MAJER, 1983; GREENSLADE & GREENSLD, 1984; citados por RÉ & SILVA, 2002), além de constituírem colônias fixas.

Em seu trabalho, Ocampo-Almeida (2002) avaliou a revegetação de áreas degradadas por mineração. O autor avaliou o número de plantas/ha, altura média das plantas, número de espécies/ha, e aspecto visual da vegetação. Segundo os mesmos, os indicadores escolhidos revelaram-se eficazes para a avaliação. Além de utilizar procedimentos de baixo custo, não demanda conhecimento especializado e representam, satisfatoriamente, o estado das áreas revegetadas.

Pulitano et al. (2000) utilizaram a abundância e diversidade da regeneração natural sob a mata ciliar como indicadores de restauração.

Osborn et al. (1999), citados por Marinho (2001), descrevem que em seus estudos na Venezuela, trabalhando em seis áreas de floresta e usando borboletas, formigas e plantas como bioindicadoras, concluíram que as formigas constituem o melhor bioindicador dentre os estudados por eles.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização e localização de Poços de Caldas

Poços de Caldas se localiza ao sul do Estado de Minas Gerais, entre as coordenadas 21°15'20"S e 46°33'55"W (LORENZO, 1991).

O planalto de Poços de Caldas faz parte da Região Centro - Sul de Minas e limita-se a norte e a leste com a Unidade Geomorfológica do Planalto de Varginha, a sul e a sudeste com a Depressão do Sapucaí e o Planalto de Lindóia, e a oeste com a Depressão de Tietê – Moji Guaçu. O planalto de Poços de Caldas ocupa uma área de 6.558km² (GATTO et al., 1983, citado por MORAES, 2003).

Oliveira et al. (1987), citado por Moraes (2003), caracterizam os solos do planalto de Poços de Caldas como associações predominantes do tipo latossolos vermelho – amarelos e vermelhos – escuros distróficos, podzólicos vermelhos – amarelos e cambissolos álicos e distróficos.

A bauxita ocorre em corpos extensos e a baixas profundidades (30cm de solo a profundidades médias de 5m). Sua ocorrência superficial faz com que o custo da exploração do minério seja baixo, o que justifica a atividade de mineração, uma vez que teores de alumínio mais satisfatórios ocorrem nas jazidas do Pará (MORAES, 2003).

Sua grande elevação confere ao planalto de Poços de Caldas um clima considerado como temperado de montanha, enquadrado na classificação Cwb de Köppen. No planalto, cerca de 6 a 12 noites por ano, as temperaturas descem abaixo do ponto de congelamento da água (MORAES, 2003).

A pluviosidade no maciço é significativamente maior do que a pluviosidade na região em virtude do fenômeno de chuvas orográficas. Assim, a precipitação anual no Planalto varia, entre 1.000 a 2.700 mm de chuvas, com uma média em cerca de 1.800 mm/ano (tabela 2).

Tabela 2. Resultados da Estação Meteorológica da Alcoa Alumínio S/A em Poços de Caldas, MG.

	Média Geral	Média Max.	Média Mínima	Média Acumulada
Temperatura (°C)	16,68	31,32	-3,42	
Umidade Relativa (%)	85,15	100	9,22	
Precipitação (mm)	104,22			1.189,5
Evapotranspiração (mm)	57,74			494,04

Obs.: Os valores, média geral, média máxima, média mínima e média acumulada, foram calculados com base nos valores médios dos últimos 4 anos.

Fonte: Estação Meteorológica da Alcoa S/A - Poços de Caldas.

Existia originalmente, na região, a dominância de contatos transacionais de floresta estacional semidecídua e floresta umbrófila mista, com ocorrência significativa de savana (cerrado) gramíneo-lenhoso e, em setores mais restritos, floresta estacional (GATTO et al., 1983, citado por MORAES, 2003).

Atualmente, a cobertura vegetal está representada pela floresta subtropical subcaducifolia e pelos campos altimontanos. A existência das florestas está ligado ao clima mais ameno e a solos mais férteis, como os derivados de tufos vulcânicos. A floresta apresenta três estratos bem diferenciados, sendo que o superior apresenta em torno de 20 – 30m de altura. Dentre as espécies características desta floresta estão: *Araucaria angustifolia*, *Podocarpus selowii* e *Nectandra sp.* (RODRIGUES, 1984, citado por MORAES, 2003).

No Brasil, os campos altimontanos ocorrem em altitudes acima de 1.000m, e caracteriza-se por apresentar uma cobertura herbácea, muitas vezes contínua, na qual podem ocorrer alguns arbustos isolados. Os campos do maciço alcalino de Poços de Caldas são encontrados em altitudes superiores a 1.500m, sobre solos sílico-argilosos. Dentre as espécies podem ser citadas a *Aristida sp.* e a *Miconia sp.* (RODRIGUES, 1984, citado por MORAES, 2003).

3.2. Trabalhos avaliados

São apresentados resumidamente três trabalhos realizados com a finalidade de identificar bioindicadores de áreas ecológicamente restaurada, mineradas ou não e discutir o seu potencial quanto a sua utilização como bioindicadores no programa de monitoramento ambiental nas áreas recuperadas da Alcoa S./A. – Poços de Caldas.

Os três trabalhos são dissertação de Mestrado, sendo dois deles realizados na mesma área (Retiro Branco) e outro fora dos limites da cidade de Poços de Caldas.

O primeiro trabalho apresentado foi defendido pela Fernanda Tonizza Moraes, na Universidade de São Paulo (USP), no ano de 2003, sobre: Heterogeneidade ambiental e lepidópteros frugívoros (Lepidoptera: Nymphalidae) como bioindicadores em áreas reflorestadas após mineração de bauxita em Poços de Caldas, MG. Este trabalho foi realizado na área da Alcoa S/A em Poços de Caldas, MG.

O segundo trabalho apresentado foi defendido pela Cidália Gabriela Santos Marinho, na Universidade Federal de Lavras (UFLA), no ano de 2001, sobre: Efeito da idade do sub-bosque de eucaliptais sobre a comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae). Este trabalho foi realizado fora dos limites da cidade de Poços de Caldas em Bom Despacho, MG, em cultura de eucalipto e de vegetação nativa.

O terceiro trabalho apresentado foi defendido por Mauro Eloi Nappo, na Universidade Federal de Lavras (UFLA), no ano de 1999, sobre: Inventário Florístico e Estrutural da Regeneração Natural no Sub-bosque de Povoamentos Homogêneos de *Mimosa scabrella* Bentham, Implantados em Áreas Mineradas, em Poços de Caldas, Minas Gerais. Este trabalho foi realizado na área da Alcoa S/A em Poços de Caldas, MG.

4. RESULTADOS

4.1. Heterogeneidade ambiental e lepidópteros frugívoros (Lepidóptera: Nymphalidae) como bioindicadores em áreas reflorestadas após mineração de bauxita em Poços de Caldas, MG.

Nesse trabalho, Moraes (2003) teve como objetivo avaliar a estrutura da comunidade de lepidópteros frugívoros quanto a diversidade, número de espécies e abundância de indivíduos em áreas fragmentadas e heterogêneas considerando a fitofisionomia dominante, após extração de bauxita em Poços de Caldas, MG. A partir de sua avaliação o autor discutiu a utilização destes insetos como indicadores ecológicos para o monitoramento de áreas degradadas, através da identificação de relações possíveis entre os lepidópteros e seu habitat.

O trabalho foi realizado no Retiro Branco (propriedade da Alcoa), uma área de 203 *ha*, localizada na porção Nordeste do município e que apresenta o maior número de corpos de minério. Na área, há diversas categorias de vegetação, sendo algumas naturais e outras de origem antrópica, formando um mosaico com áreas de vegetação distintas bem delimitadas e fragmentadas, resultantes das diversas etapas de revegetação e espécies adotadas pelos proprietários rurais e pela empresa ao longo do tempo. Além de existirem alguns remanescentes de mata nativa, existindo três tipos principais de biótopos artificiais introduzidos por atividades de revegetação da Alcoa predominante no Retiro Branco: florestas de *Eucalyptus sp.*, florestas de Bracatinga e áreas que foram revegetadas como “coquetel” de nativas (MORAES, 2003).

A autora considerou como controle, uma vegetação secundária, por ter se estabelecido naturalmente há mais tempo e não por processos antrópicos. Esta fitofisionomia será tratada como Mata Nativa neste estudo.

Selecionaram-se onze áreas distintas para amostragem e coleta, a partir das suas características fitofisionômicas e predominância e, também, a partir da data de plantio. As referidas áreas estão apresentadas na tabela 3, onde são relacionados a

área e a categoria de vegetação predominante em cada unidade de amostragem e coleta.

Tabela 3. Características gerais das áreas amostradas.

Área	Tamanho da área	Categoria de Vegetação
I	5,5	Eucalipto (E)
II	4,4	Bracatinga (B)
III	3,87	Bracatinga (B)
IV	8,0 ¹	Mata Nativa (MN)
V	6,6 ²	Mata Nativa (MN)
VI-a	3,85	Plantio de espécies arbóreas nativas (PN)
VI-b	3,85	Plantio de espécies arbóreas nativas (PN)
VII	3 ³	Eucalipto (E)
VIII	7,8 ²	Mata Nativa (MN)
IX	3,5 ³	Eucalipto (E)
X	1,12	Bracatinga (B)

Sendo para: (E) Eucalipto, (B) Bracatinga, (MN) Mata Nativa e (PN) Coquetel de Nativas.

¹ área do fragmento estimada, grande parte está fora da propriedade da Alcoa Alumínio S.A.

² áreas situadas em trechos de preservação permanente, seus tamanhos foram estimados a partir a dimensão das faixas de preservação que as continham.

³ ano do plantio foi estimado por ser anterior à posse da área pela Alcoa Alumínio S./A.

Fonte: Moraes (2003).

A metodologia usada por Moraes (2003), para coleta de borboletas foi armadilhas, utilizando como isca, banana fermentada com caldo de cana, ficando montadas no local por 24 horas uma vez por mês.

A captura de lepidópteros foi extremamente baixa sendo os fatores ambientais, segundo a autora, uns dos principais responsáveis, onde foram coletados um total de 151 indivíduos pertencentes a 32 espécies de seis subfamílias da Família Nymphalidae. Dentre elas, houve predomínio das espécies da Família Nymphalidae sendo tal ocorrência esperada, uma vez que o método de coleta (isca de banana fermentada como atrativo) é bastante seletivo. Por outro lado, é o método adequado neste caso por ser um prático e ter garantia da aleatoriedade dentro desta família quanto ao número de espécies coletadas. Aproximadamente 35% das espécies coletadas apresentaram um único indivíduo.

A subfamília Satyrinae foi a mais abundante, tanto em número de espécies como de indivíduos, onde no total, a espécie *Godartiana muscosa* (Satyrinae) respondeu por aproximadamente 24% do total de indivíduos coletados. Segundo a autora, tal proporção é característica desse grupo, devido sua capacidade de oviposição e desenvolvimento de suas lagartas em gramíneas e bambus, considerando que tais vegetações são extremamente abundantes nas áreas abertas de estudo e na mata nativa utilizada como controle. Daily & Ehrlich (1995), citados por Moraes (2003), defendem a associação das espécies de Satyrinae a ambientes que apresentam um certo nível de impacto ambiental.

De acordo com Moraes (2003) as borboletas são reconhecidas, por diversos autores, como potenciais indicadores de muitos aspectos em paisagens alteradas. Devido à sua rápida reprodução, a estreita associação a fatores físicos específicos e recursos da vegetação, sendo sensível às mudanças do ambiente, e pelas relações ecológicas dos lepidópteros com os diversos ambientes, a autora considerou, no seu estudo, as variações na composição de espécies observadas em cada ambiente.

O acúmulo de espécies exibidas em cada unidade amostral (área) revelou que a área IV, formada por mata nativa, apresenta o maior potencial para acúmulo de espécies, enquanto que a área I, em que a vegetação dominante é o eucalipto, é a que apresenta menor riqueza esperada. O gradiente de potencialidade de acúmulo de lepidópteros encontrado por Moraes (2003) foi: I E < VIII MN < VI (a e b) PN < II B e VII E < III B < IV MN, indicando que não há uma relação direta entre a fitofisionomia predominante e a vantagem da área em acumular espécies.

A área VIII, composta por mata nativa, é a segunda em uma série crescente de acúmulo de espécies sendo superior apenas à área I, formada por eucaliptos. Também representando mata nativa, a área IV é a que apresenta o maior valor de acúmulo de espécies.

No teste realizado com as riquezas de cada área, Moraes (2003) constatou como não sendo um bom indicador das condições ambientais existentes na área.

Na área IV de mata nativa são maiores os índices calculados de diversidade e riqueza de espécies, enquanto a equitabilidade (é uma medida do quanto as espécies

são abundantes por igual) é baixa. Por outro lado os índices de diversidade calculados para as áreas obtiveram valores muito próximos, de forma que não são muito úteis para a comparação das áreas segundo Moraes (2003). Já a área de mata nativa apresentou maior diversidade e menor equitabilidade, mas, devido ao maior número de espécie ocorrente na área, é a mais diversa. A área que apresentou menor riqueza de espécies foi a I-E, onde o autor justificou que a localização geográfica da área sofre com geadas e névoas com maiores intensidades do que das outras áreas. Para o autor, esses fatores dificultam o estabelecimento da vegetação secundária, limitando a oferta de recursos alimentares devido ao ambiente homogêneo do plantio de eucalipto. Todas essas limitações à colonização das borboletas na área resultam numa baixa ocorrência de indivíduos, porém, apresenta uma alta equitabilidade (nove indivíduos em sete espécies) (Tabela 4).

Tabela 4. Equitabilidade, riqueza e número de indivíduos de lepidópteros frugívoros coletados por área amostrada.

Área amostrada	Equitabilidade	Nº de espécies	Nº de indivíduos
I (E)	0,971	7	9
II (B)	0,898	10	21
III (B)	0,885	11	29
IV (MN)	0,853	13	29
VI-a (PN)	0,921	9	12
VI-b (PN)	0,929	9	20
VII (E)	0,903	10	16
VIII (MN)	0,913	8	15

Sendo para: (E) Eucalipto, (B) Bracatinga, (MN) Mata Nativa e (PN) Coquetel de Nativas.
Fonte: Moraes, 2003.

No teste de correlação linear entre o tamanho das áreas amostradas e os valores de riqueza de espécies ou diversidade, os valores obtido pela autora não demonstraram a associação entre a área e os índices de diversidade e riqueza. Segundo Moraes (2003), a área III-B mostrou-se mais equilibrado ambientalmente pela situação que se encontra, refletindo na heterogeneidade da distribuição das guildas de lepidópteros frugívoros entre os ambientes.

Para facilitar o estabelecimento de relações funcionais dos lepidópteros frugívoros e seu habitat, a autora agrupou as espécies em subfamílias. Ela notou a maior ocorrência da subfamília *Satyrinae* nas áreas, conferindo a este grupo uma vantagem quanto a sua utilização como indicadores ambientais, podendo monitorar a sua frequência em relação às mudanças ambientais (positivas ou negativas) em todas as áreas. Já as outras subfamílias não são possível realizar o monitoramento desses grupos, pelo fato de apresentarem uma frequência de ocorrência muito baixa.

Analisando o agrupamento da abundância de indivíduos por subfamílias, o autor verificou que as áreas mais semelhantes não corresponderam aos mesmos tipos de plantio no início da reabilitação, onde a fitofisionomia presente não foi determinante quanto à diversidade de lepidópteros frugívoros ocorrente na área, não podendo as áreas serão agrupadas apenas pelo tipo de vegetação implantada. Porém, foi possível verificar que as áreas mais próximas a um remanescente de mata nativa de grande extensão, eram as mais similares na análise de agrupamento, independente da fitofisionomia (III B e IV MN).

Essa observação da autora é muito importante, visualizando melhor os fatores que vão interferir no monitoramento dessas áreas em seu processo de recuperação.

Moraes (2003) ressaltou que a colonização é um processo determinante da diversidade de lepidópteros frugívoros das áreas em processo de recuperação, onde associou a conectividade a fontes de colonização (metapopulações) e a distância em relação ao local a ser colonizado como um dos principais fatores ambientais que influenciaram positivamente a diversidade de comunidades de lepidópteros. Cita também, a importância da conectividade em ambientes fragmentados e/ou antropizados, o que remete à teoria da “biogeografia insular”, onde descreve detalhadamente em seu trabalho.

A autora diz que a vantagem das áreas III e IV é a sua proximidade à Serra do Selado, que é um contínuo de mata nativa com muitas nascentes, apesar da sua localidade geográfica apresentar, em sua maioria, corpos d’água temporários, principalmente nas partes mais elevadas que é onde se localizam as áreas estudadas.

A Serra do Selado liga-se a Serra de São Domingo, formando um conjunto de serras com vegetação consistente e aparentemente preservada. Desta forma, Moraes (2003) considera importante a Serra de Selado como potencial doador de espécies, e que, o retorno de lepidópteros frugívoros é devido a processos de colonização e migração.

Outra hipótese levantada pela autora é conhecida como “Efeitos da Prioridade” (YOUNG et al., 2001; citado por MORAES, 2003), que se deve ao estabelecimento das primeiras espécies que chegam em um local inabitado, e assim pode estabelecer-se e se tornarem dominantes na comunidade.

Provavelmente o elevado número de espécies coletadas com poucos indivíduos, pode ser a causa desse efeito, onde a alta porcentagem de espécies erráticas (algumas migrantes sazonais enquanto outras mantêm pequenas populações estáveis em alguns fragmentos) (BROWN & FREITAS, 2002; citado por MORAES, 2003) ocorrem no Retiro Branco, notando-se diferença na composição e diversidade de lepidópteros frugívoros entre as áreas.

Ambientes heterogêneos foram formados após a exploração de bauxita, não somente pela implantação de fitofisionomias distintas, mas também pela existência de diversas variáveis de origem natural (não-antrópicas), entre elas a altitude e a qualidade dos ambientes do entorno, imprimindo a cada fragmento reabilitado, características únicas (Moraes, 2003).

Verificando quais fatores ambientais foram mais relevantes para a ocorrência das subfamílias de lepidópteros frugívoros em cada área, analisaram-se as porcentagens de cobertura vegetal do entorno de cada uma das áreas, a altitude e a estrutura da vegetação, ficando evidente a importância do entorno. Tratando-se de um fator ambiental, este pode ser o responsável pela forma de agrupamento exibindo que as áreas geograficamente próximas foram agrupadas devido à similaridade na abundância por subfamílias.

Além desta, a autora correlacionou as principais características dos grupos de lepidópteros frugívoros ao ambiente em que foram coletadas as borboletas e constatou

que as armadilhas foram montadas a 1,5 metro do solo, sendo, dessa forma, representativas do sub-bosque e não do dossel.

O grupo formado pelas subfamílias Brassolinae e Morphinae, apesar de estar associado às condições ambientais mais complexas (preservadas), não pode ser utilizado como um indicador ecológico do processo de sucessão natural no Retiro Branco, uma vez que existe a grande possibilidade de se tratarem de espécies erráticas. Já a subfamília Satyrinae que foi a mais abundante em todas as áreas e no Retiro Branco, é o táxon mais indicado a ser monitorado para o acompanhamento da evolução dos ambientes (MORAES, 2003).

4.2. Efeito da idade do sub-bosque de eucaliptais sobre a comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae)

De acordo com Andesen (1997), citado por Marinho (2001), para facilitar os estudos das formigas, os ecologistas têm classificado as espécies em grupos funcionais que são identificadas a partir de alterações em relação ao clima, solo, vegetação e distúrbios. Estes grupos funcionais têm formado a base global de análises de composição das comunidades.

Marinho (2001) descreve, em seu trabalho, os grupos funcionais e guildas de formigas segundo alguns autores, na qual explica as diferenças entre elas.

A coleta dos dados foi conduzida em áreas de cultura de eucalipto e de vegetação nativa em Bom Despacho, Estado de Minas Gerais, Brasil, sob o domínio de vegetação de cerrado "strito senso". As temperaturas médias variaram de 15,5 a 20,1 °C e os solos dominantes são do tipo latossolo vermelho escuro.

O reflorestamento estudado encontrava-se dividido em talhões em média de 45 ha, separado por estradas de terra, enquanto a vegetação nativa ocupava área de 83,48 ha.

Todos os talhões apresentavam duas espécies de eucalipto associadas, sendo composta por *E. grandis* e outras espécies. Os talhões eram formados por árvores

provenientes de rebrota, onde, junto com o crescimento desta brotação, também foi mantido o crescimento de vegetação nativa sob o eucaliptal, formando, o sub-bosque.

Nestas áreas não houve nenhum tipo de manejo após o corte, exceto o combate localizado de formigas cortadeiras com iscas formicidas uma vez ao ano. Os talhões foram divididos em cinco classes de idade do sub-bosque variando de zero a 10 anos, e uma testemunha de vegetação nativa.

De acordo com Marinho (2001), as formigas foram coletadas utilizando a metodologia do extrator adaptada para coleta de formigas. Em cada ponto foi retirada toda a serrapilheira, numa área de um metro quadrado e depositado posteriormente no interior dos extratores de Winkler.

Os parâmetros considerados foram a fauna dos Formicidae, número de espécies por amostra, diversidade e riqueza de espécies, similaridade entre habitats, índice de dispersão, índice de dominância, espécie bioindicadoras e guildas.

Marinho (2001) identificou 143 espécies de formigas pertencentes a 37 gêneros, 23 tribos e 06 subfamílias coletados ao todo. Entre elas, oito neotropicais, sendo a Myrmicinae (58%) a subfamília de formigas com maior diversidade de espécies nas áreas. De todas as espécies coletadas, 10 foram exclusivas da área de vegetação nativa, sendo duas consideradas raras.

O autor pressupõe que a alta incidência da subfamília Myrmicinae deve-se a sua dieta alimentar variada, por serem típicas de serrapilheira e raramente sobem a superfície.

O combate de formigas cortadeiras *Atta* e *Acromyrmex* (cultivadoras de fungos) uma vez ao ano, pode ter influenciado no elevado número de espécies do gênero *Sericomyrmex* sp. e da espécie *Mycocepurus goeldii* (também cultivadoras de fungo) nas áreas de eucaliptais e menor na área de vegetação nativa. Esta possibilidade é considerada pelo fato da sua ausência, deixando o nicho vazio para estas espécies que são comuns em áreas degradadas e são menos agressivas (MARINHO, 2001).

Com relação ao número de espécies coletadas, a área com vegetação nativa foi superior ao das áreas com eucaliptos, onde Marinho (2001) referencia a similaridade desse resultado com outros trabalhos. Já na área dos eucaliptais, nas classes um (de

um a dois anos de idade) e dois (de dois a quatro anos de idade) apresentaram maior número de espécies do que as áreas três e quatro que, segundo Marinho (2001), são mais antigas. Esse resultado pode ter ocorrido pelo fato do autor ter considerado apenas a idade do sub-bosque como referencial, não considerando o desenvolvimento, entorno e outras variáveis que refletiriam melhor o estágio sucessional da área para ordená-las em classes.

Outro dado analisado foi o índice de diversidade e estimativa de riqueza, onde Marinho (2001), analisando índice de diversidade não, encontrou diferenças significativas entre as áreas. Isto não era esperado, acreditando-se que os ambientes mais estruturados, como a vegetação nativa e o sub-bosque de eucaliptais mais antigos, apresentariam uma maior diversidade. Da mesma forma, a estimativa de riqueza não encontrou diferenças significativas entre as áreas.

Marinho (2001) admitiu que a idade do sub-bosque não fosse o melhor fator para agrupar os talhões estudados, uma vez que foram observados os talhões pela idade com sub-bosque mais desenvolvido do que talhões de classes de idade mais avançadas. O autor sugeriu que fossem realizados novos estudos, utilizando-se a composição de plantas do sub-bosque, peso de serrapilheira, e outros, como variáveis para distinguir áreas.

No requisito similaridade Moraes (2001) verificou uma maior coerência nos resultados analisados considerando dois grupos bem distintos, sendo um grupo formado pela vegetação nativa e o outro pelos talhões de eucalipto. As classes de menor idade apresentaram os índices de forma crescente, quando comparados com as classes de maiores idades e todas separadas da vegetação nativa, a qual apresentou maior índice, evidenciando a diferença estrutural entre os habitats amostrados.

Para a heterogeneidade das áreas amostradas, Marinho (2001) também não detectou efeito de idade do sub-bosque sobre os valores encontrados. Porém, o autor ressaltou a importância desse índice para se determinar o esforço amostral, constatando que o número de amostras necessárias para amostrar a comunidade de formigas da vegetação nativa é menor do que nos talhões de eucalipto.

Dentre todas as áreas amostradas, a *Sericomyrmex sp.1*, foi a espécie dominante com 75% do total coletada. Moraes (2003) justificou que o combate de formigas cortadeiras na área está relacionado com a grande abundância desta espécie.

Para o uso de formigas como bioindicadoras, Marinho (2001) constatou em seu trabalho, que a maioria das formigas coletadas não apresentaram um padrão de ocorrência coerente entre as classes de idades do sub-bosque de eucalipto. Já outras espécies, em menores quantidades, mostraram-se seletivas quanto ao local de ocorrência, podendo estas ser utilizadas como bioindicadoras.

As formigas *Componotus crassus* e *Wasmannia auropunctata* segundo Marinho (2001) podem ser utilizadas como bioindicadoras de ambiente antropizados. Já a *Pheidole fallax* pode ser classificada como formiga indicadora de ambientes mais estruturados e equilibrados, por apresentarem maior frequência na vegetação nativa.

O número de espécies por guilda entre as classes de idade, não apresentou diferença significativa, porém diferenciaram-se quanto a frequência das guildas entre os tratamentos, sendo maiores na área de vegetação nativa de Cerrado comparado às áreas de eucalipto independente da classe de idade. Entretanto, a classe cinco (de oito a dez ano de idade) aproximou-se da área de vegetação nativa.

4. 3. Inventário Florístico e Estrutural da Regeneração Natural no Sub-bosque de Povoamentos Homogêneos de *Mimosa scabrella* Bentham, Implantados em Áreas Mineradas, em Poços de Caldas.

A Companhia Geral de Minas – Poços de Caldas, MG., começou a revegetação visando a recuperação das áreas mineradas a partir de 1978, utilizando-se inicialmente, segundo Nappo (1999), plantios homogêneos de eucaliptos (*Eucalyptus sp.*), pinus (*Pinus sp.*) e bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham), algumas vezes associados a forrageiras.

O estudo de caracterização florística e estrutural atual da regeneração natural destas áreas fornecem conhecimentos básicos para o entendimento do processo de

recuperação, auxiliando programas de monitoramento ambiental que visam buscar indicadores de sustentabilidade destas áreas (NAPPO, 1999).

Nappo (1999) teve por objetivo determinar o tamanho ideal de parcelas para auxiliar no monitoramento da regeneração natural sob os povoamentos homogêneos de bracatinga e levantar a composição florística e a estrutura da comunidade arbórea-arbustiva da regeneração natural do sub-bosque de povoamentos homogêneos de *Mimosa scabrella* Bentham nas áreas da Companhia Geral de Minas.

A área de estudo localiza-se na cidade de Poços de Caldas – MG., nas áreas conhecidas como “Retiro Branco” e “Córrego do Meio”, onde ambas foram mineradas e tiveram as camadas superficiais de solo removidas. As mesmas foram reabilitadas a 16 e 13 anos respectivamente, com a recolocação de uma camada orgânica (top soil) de aproximadamente 30cm, receberam hidro-semeadura com espécies forrageiras e o plantio de bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham) que, segundo Nappo (1999), após as atividades de plantio, estas áreas não sofreram novas intervenções e nem a ação do fogo, permanecendo isoladas de qualquer tipo de uso e exploração.

A bracatinga ocorre naturalmente ao sul do estado de Minas Gerais, sul e centro-sul do Paraná, noroeste do Rio de Janeiro, leste e sul de Santa Catarina e São Paulo (CARVALHO, 1994, citado por NAPPO, 1999). É uma planta semidecídua, pioneira, heliófila, bastante indiferente quanto às condições físicas do solo e se destaca por colonizar terrenos nus via sementes. A bracatinga é comum na vegetação secundária, com grande capacidade de invadir áreas após intervenções antrópicas (Lorenzi, 1992; Carvalho, 1994, citados por NAPPO, 1999).

Para o inventário da regeneração natural utilizou-se o sistema de amostragem casual simples, lançando parcelas de 50m² e subdivididas em parcelas de 1m², sendo sempre o comprimento maior disposto no sentido da declividade dominante. Nappo (1999) considerou como regeneração natural, o conjunto de indivíduos de porte arbustivo e/ou arbóreo com altura mínima de 0,30m e que não tenha sido oriundos do plantio no processo de revegetação das áreas.

Nappo (1999) identificou, nas duas áreas, 69 espécies pertencentes a 30 famílias, sendo o Retiro Branco com 63 espécies pertencentes a 26 famílias e o Córrego de Meio com 34 espécies e 17 famílias.

Analisando a suficiência amostral, Nappo (1999) lançou 19 parcelas no Retiro Branco (área de 6,44ha) e 4 parcelas no Córrego do Meio (área de 1,43ha). A partir da análise de regressão o autor verificou que a intensidade amostral utilizada no Retiro Branco foi além do considerado suficiente e as parcelas lançadas no Córrego do Meio foram insuficientes, servindo apenas como amostra piloto da área. Já para o tamanho da parcela empregada, este superou o tamanho encontrado nas três classes: classe 01 (indivíduos entre 0,30 e 1,50m); classe 02 (indivíduos entre 1,50 e 3,0m); e classe 03 (acima de 3m)., que, por questões de dificuldades operacionais no campo, a adoção de três tamanhos distintos de parcelas, não se mostra viável.

Na identificação florística da regeneração natural, Nappo (1999) levantou 2.437 indivíduos em regeneração natural, sendo 1.946 indivíduos no Retiro Branco e 491 indivíduos no Córrego do Meio, onde as duas áreas apresentaram 28 espécies em comum enquanto 35 espécies foram exclusivas ao Retiro Branco e 6 espécies exclusivas no Córrego do Meio.

Nos parâmetros analisados de diversidade florística, tanto para riqueza quanto para equabilidade, Nappo (1999) encontrou diferenças muito pequenas entre as duas áreas, porém a riqueza tendeu a decrescer da classe um para a três, nas duas áreas de estudo. Nappo (1999) ressaltou que outros autores em trabalhos sob condições semelhantes as das áreas estudadas, encontraram o índice de diversidade superiores ao encontrado no trabalho. Quanto ao requisito equabilidade, o Córrego do Meio apresentou índice de uniformidade na distribuição das espécies muito maior do que a área do Retiro Branco.

Nappo (1999) explica que a análise dos parâmetros quantitativos por espécies e por área de estudo para o cálculo da regeneração natural, deve-se considerar a distribuição e densidade em todas as classes. No entanto, o autor identificou que a *Miconia sellowiana* é a espécie predominante na regeneração natural das duas áreas e

em todas as classes de altura, seguida das *Pyschotria sessilis*, *Leandra melastomoides*, *Clethra scabra* e *Myrsine umbellata* como as mais representativas.

As dez espécies com maiores valores de regeneração natural apresentaram um padrão de distribuição agregado com exceção de uma espécie apenas no Córrego do Meio.

Nappo (1999) destaca, que a combinação entre as características topográficas das áreas, amplos espaçamentos de plantio e a semidecuidade, da pela *Mimosa scabrella* faz com que o dossel permita a entrada de luz direta, dando condições de desenvolvimento para a *Miconia sellowiana*, também das demais espécies, conferindo-as potencial para sua utilização na implantação e enriquecimento de povoamentos florestais mistos visados para a reabilitação de áreas mineradas pela extração de bauxita em Poços de Caldas.

O autor associou o comportamento da *Miconia sellowiana* nos diferentes extratos da regeneração natural das áreas, como espécie com potencial silvicultural para colonização de áreas degradadas e a grande capacidade de dominância às demais espécies, com tendências a formar maciços homogêneos, que segundo referências de outros autores, é típico da família Melastomataceae que são abundantes na região de Poços de Caldas serem encontradas em ambientes naturais e em áreas perturbadas.

As áreas em estudo estão em processo de regeneração secundária inicial, evidenciando-se pelas tentativas de estabelecimento de um grande número de espécies (NAPPO, 1999).

O monitoramento e preservação destas áreas estudadas é uma ferramenta valiosa para o entendimento do processo da reabilitação.

4.2. Discussão

No trabalho de Moraes (2003), com borboletas, a autora buscou encontrar relações entre os lepidópteros frugívoros e o ambiente, que pudessem indicar o sucesso da reabilitação das áreas mineradas, utilizando estes como uma forma de

avaliação dos procedimentos de recuperação de áreas degradadas pela Alcoa Alumínio S/A.

O trabalho não demonstrou a existência de relações diretas entre os tipos de plantio e a diversidade de lepidópteros frugívoros das áreas. Porém, destacou o entorno das áreas como um fator positivo na diversidade de lepidópteros frugívoros nas áreas estudadas, desenvolvendo-se uma pesquisa científica voltada à biologia da conservação. Nesse trabalho, a autora relevou um maior número de variáveis para realizar a análise de índice de diversidade das áreas estudadas, aumentando a sua amplitude para tomada de conclusões, podendo identificar com maior clareza quais intervenções e/ou fatores influenciavam nos resultados.

Já o trabalho realizado por Marinho (2001), utilizando formigas como bioindicadoras, constatou que a maioria das formigas coletadas não apresentaram um padrão de ocorrência coerente entre as classes de idades do sub-bosque de eucalipto, concluindo que apenas a idade do sub-bosque não é suficiente para determinar o grau de restauração da área. Isso se deve ao fato do autor ter utilizado, para análise do ambiente, poucas variáveis, deixando de considerar, como no caso de Moraes (2003), o entorno como um fator determinante na recolonização das áreas estudadas.

Populações de uma espécie podem se tornar extintas numa escala local, e novas populações podem se formar em outras áreas próximas, sendo estas caracterizadas por uma ou mais populações centrais, com densidades razoavelmente estáveis, e várias áreas satélites, com populações flutuantes (BLEICH et al., 1990, citados por PRIMACK & RODRIGUES, 2001). Populações nas áreas satélites podem se tornar extintas em anos desfavoráveis, mas as áreas são recolonizadas por migrantes da população central quando as condições se tornam mais favoráveis. Este sistema de populações temporárias ou flutuantes dependentes de migração é conhecido como metapopulação (PRIMACK & RODRIGUES, 2001). Segundo estes autores, em algumas espécies, toda a população é de vida curta e a distribuição das espécies se altera muito a cada geração.

Nos casos de Marinho (2001) e Moraes (2003) eles realizaram seus estudos num período muito curto, para determinar a veracidade da estabilidade das populações

encontradas nas áreas estudadas, não afirmando se as populações presentes nas áreas eram flutuantes ou centrais,. Sendo que, segundo Moraes (2003) as borboletas são reconhecidas por diversos autores como potenciais indicadores de muitos aspectos em paisagens alteradas. Já Marinho (2001) cita como sendo um bom bioindicador animais que tem vida longa por conseguirem fornecer, em longo prazo, um registro de estresse do meio. Porém, Marinho (2001) confronta a idéia de bioindicador com Moraes (2003) quanto aos ciclos populacionais relativamente curtos, e que, considera as condições ambientais do entorno serem determinantes na diversidade de ninfalídeos frugívoros.

Marinho (2001) também não considerou as condições ambientais do entorno, e não analisou os talhões próximos ao utilizado como testemunha (mata nativa) separadamente, desconsiderando-as como possíveis populações centrais, da onde poderiam estar migrando espécies para os outros talhões.

Moraes (2003) realizou suas coletas, durante o período de outubro de 1999 a setembro de 2000 (com exceção de março); e de novembro de 2001 a janeiro de 2002, sendo que, segundo os dados da Estação Meteorológica da Alcoa Poços, Poços de Caldas sofreu fortes e severas geadas no ano de 2000 com temperaturas mínimas chegando à $-5,1^{\circ}$ Celsius, onde se concentraram os maiores períodos de coleta.

Muitas populações de plantas anuais, de insetos e de anfíbios são altamente variáveis de ano para ano, portanto muitos anos de coleta de dados são necessários para determinar se uma certa espécie está na verdade declinando em abundância ou meramente passando por um número de anos de baixa população, de acordo com o seu padrão regular de variação (PRIMACK & RODRIGUES, 2001). E ressalta ainda, que o desafio maior é entender a mudança em ecossistemas, onde os efeitos podem ser retardados por muitos anos em suas causas iniciais, passando freqüentemente despercebidos por nossa visão em um prazo curto.

A conservação e a manutenção do entorno em boas condições são extremamente importante para o processo de re-colonização e recuperação das áreas degradadas, dispensando intervenções antrópicas durante o processo de recuperação,

desde que, selecione espécies vegetais nativas adequadas e que forneçam recursos alimentares e abrigo para a fauna (MORAES, 2003).

Segundo a autora citada acima, apesar do insucesso da utilização de lepidópteros frugívoros como indicadores de áreas restauradas, o trabalho revelou alguns subsídios importantes para o planejamento ambiental da exploração de bauxita e dos processos de reabilitação de áreas degradadas, porém, o seu trabalho alcançou o objetivo de desenvolver uma pesquisa científica com aplicações práticas voltadas à biologia da conservação.

Marinho (2001) sugeriu que fossem realizados novos estudos, utilizando-se a composição de plantas do sub-bosque, peso de serrapilheira, e outros.

O trabalho de Nappo (1999) vem de frente com o estudo de Moraes (2003), sendo a mesma área estudada (Retiro Branco). Trabalhos voltados à regeneração natural, já vêm sendo usados há muito tempo por diversos autores, sendo esse estudo em áreas mineradas recomendado por Gregory & Bradshaw (1965); Smith & Bradshaw (1970); Griffith & Candido (1981); Smith & Barth (1989) citados por Lorenzo (1991), como uma forma de identificar espécies melhores adaptadas, para serem usadas na recuperação de áreas mineradas. Segundo esse autor, a revegetação é a parte essencial no processo de recuperação de áreas degradadas pela mineração, a qual implica não só o plantio de espécies vegetais, mas também uma seleção adequada dessas espécies e das técnicas de manejo visando acelerar o processo de sucessão que acontece naturalmente.

Nappo (1999), em seu trabalho, estudou áreas mineradas de 16 e 13 anos de reabilitação, identificando a *Miconia sellowiana* como a espécie predominante na regeneração natural das duas áreas e em todas as classes de altura, seguida das espécies: *Pyschotria sessilis*, *Leandra melastomoides*, *Clethra scabra* e *Myrsine umbellata* como as mais representativas, e que, as 10 espécies com maiores valores de regeneração e ressaltou a família Melastomataceae como uma das mais representativas e importantes no processo de regeneração natural. Muito parecido com o trabalho de Lorenzo (1991), o qual também cita a família Melastomataceae e a espécie *Leandra melastomoides* como predominante nas áreas estudadas, indicando-

as como potenciais para utilização no planejamento de recuperação de áreas mineradas por tolerarem as condições adversas de alta temperatura de superfície do solo, à acidez elevada, alto teores de alumínio e a grande deficiência de nutrientes; condições comuns nas áreas recém-mineradas de bauxita.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo realizado por Marinho (2001), não avaliou a influência do entorno no processo de recuperação.

Os resultados dos trabalhos realizados por Moraes (2003) e Marinho (2001), não mostraram-se viáveis para serem aplicados nas áreas da Alcoa Alumínio S./A. na região de Poços de Caldas, por não demonstrarem fidelidade as alterações do ambiente do local de estudo.

O período de avaliação dos estudos de Moraes (2003) e Marinho (2001), não foi suficiente para concluir o potencial destes insetos como indicadores de áreas restauradas, devendo os resultados serem considerados como uma pré-avaliação de viabilidade da utilização desses como bioindicadores.

O trabalho de regeneração natural realizado por Nappo (1999), mostrou-se bastante viável, prático e fiel, em demonstrar as características do ambiente, sendo o mais indicado para ser aplicado em todas as áreas recuperadas pela Alcoa Alumínio S./A. em Poços de Caldas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

CALEGÁRIO, N. **Estudo da regeneração natural visando a recuperação de áreas degradadas e o manejo florestal.** Manejo Florestal (Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” (Especialização) a Distância: Manejo de Florestas Plantadas e Florestas Nativas). Scolforo, José Roberto Soares. Manejo Florestal, Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 438 p

Estação Meteorológica da Alcoa S/A - Poços de Caldas, 2003.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução do CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986, Artigo 1º

GUEDES, Daminhão Maciel; REIS, Jorge Luiz B.C. **Controle Ambiental da Mineração no Brasil.** In: WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS DEGRADADOS PELA MINERAÇÃO, (I. :1995: Brasília, DF). **Anais** WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS DEGRADADOS PELA MINERAÇÃO. Brasília: INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS, 1995. 288p..

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO (IBRAM) **Mineração e meio ambiente: impactos previsíveis e forma de controle.** 2 ed. Rev. Belo Horizonte, 1987.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação. Brasília, 1990.

INTERNATIONAL PRIMARY ALUMINIUM INSTITUTE (IPAI) **Bauxite mine rehabilitation survey (preliminary report).** Ed. Peter Martyn. Londres. 1992.

In: V SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS(5. : 2002 : Belo Horizonte, MG). Anais do V SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS: água e biodiversidade – trabalhos voluntários / Antônio Cláudio Davide, Soraya Alvarenga Botelho, Sebastião Carlos da Silva Rosado. Belo Horizonte: SOBRADE, 2002. 536 p.

____FIGUEIREDO-BARROS, M.P., FONSECA, J.J.L., BOZELLI, R.L. & ESTEVES, F.A. **Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de impacto e recuperação em um igarapé sob influência de mineração de bauxita.** p. 114 – 116.

____COSTA, P., CORREIA, M.E.F., FRANCO, A.A. **Fauna do solo em plantios experimentais de eucalipto e de leguminosas arbóreas utilizados para fins de recuperação de áreas degradadas – II. Distribuição vertical.** p. 158 – 160.

____RÉ, T.M. & da SILVA, C.S. **O uso de formigas no biomonitoramento ambiental: uma proposta metodológica para a avaliação qualitativa de dunas litorâneas reabilitadas.** p. 161 – 163.

____OCAMPO-ALMEIDA, R.O.P. & SÁNCHEZ, L.E. **Indicadores de revegetação de áreas degradadas: ensaio de aplicação para mineração de areia.** p. 416 – 418.

In: RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS. 1998. Editado por Luiz Eduardo Dias, Jaime Wilson Vargas de Mello. – Viçosa: UFV, Departamento de solos; Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998. p. 203 - 215.

____RODRIGUES, R.R. & GANDOLFI, S. **Restauração de florestas tropicais: Subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento.** 1998. p. 203 – 215.

____BRANDT, W. **Avaliação de Cenários Futuros Em Planos De Fechamento De Minas.** 1998. p. 131 - 134.

____DIAS, L.E. & GRIFFITH, J.J. **Conceituação de Caracterização de Áreas Degradadas.** 1998. p. 1 - 7.

____CASTRO, J.P.C. **Reabilitação de áreas degradadas – Aspectos Legais.** 1998. p. 9 - 13.

____CAMPELLO, E.F.C. **Sucessão Vegetal na Recuperação de Áreas Degradadas.** 1998. p. 183 - 195.

____SAUTTER, K. D. **Meso (Acari e Collembola) macrofauna (Oligochaeta) na recuperação de solos degradados.** 1998. p. 197 - 202.

____REINERT, D.J. **Recuperação de solos em sistemas agropastoris.** 1998. p. 163 – 176.

LORENZO, J. S. **Regeneração natural de uma área minerada de bauxita em Poços de Caldas, MG.** 1991. 151 f.. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.

MARINHO, C. G. S. Efeito da idade do sub-bosque de eucaliptais sobre a comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae). **2001. 61f.. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras. MG: UFLA. Lavras, 2001.**

MORAES, F.T. Heterogeneidade ambiental e lepidópteros frugívoros (Lepidoptera: Nymphalidae) como bioindicadores em áreas reflorestadas após mineração de bauxita em Poços de Caldas, MG. **2003. 89 f.. Dissertação (Mestrado em Ecologia - Entomologia) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2003.**

NAPPO, M.E. **Inventário florístico e estrutural da regeneração natural no sub-bosque de povoamentos homogêneos de Mimosa scabrella, implantados em áreas mineradas, em Poços de Caldas, Minas Gerais.** 1999. 87 f.. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal – Manejo Ambiental) – Universidade Federal de Lavras, MG: UFLA. Lavras, 1999.

PRIMACK, Richard B.; RODRIGUES, Efraim. **Biologia da conservação.** Londrina: E. Rodrigues, 2001. 328p.

PULITANO, F.M.; DURIGAN, G. & DIAS, L.E. **Mata ciliar da fazenda Cananéi: O processo de regeneração natural garantindo a sustentabilidade de uma mata ciliar plantada.** p. 172. In: SIMPÓSIO NACIONAL RECUPERAÇÃO de ÁREAS DEGRADADAS (4. : 2000 : Blumenau, SC). Trabalhos voluntários: **Anais: IV SIMPÓSIO NACIONAL RECUPERAÇÃO de ÁREAS DEGRADADAS – Silvicultura Ambiental.** Blumenau: SOBRADE, FURB. – Blumenau: FURB, 2000. 285 p.

ROCHA, V.J.; REIS, N.R.; SEKIAMA, M.L. **Dieta de anta (*Tapirus terrestris*) em um fragmento florestal do norte do Paraná.** Série Técnica IPEF (Resumos dos painéis). v. 12, n. 32, p. 133 – 148, dez. 1998.

RODRIGUES, Ricardo Ribeiro; GANDOLFI, Sérgio. **Conceitos, Tendências e Ações Para a Recuperação de Florestas Ciliares.** Matas Ciliares: Conservação e Recuperação / editores Ricardo Ribeiro Rodrigues, Hermógenes de Freitas Leitão Filho. – 2.ed.– São Paulo : Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp, p. 235 – 247, 2001.

WILLIAMS, D.D. (coord.) **Memorial da Companhia Geral da Minas: seus 65 anos (1935 – 2000) e apontamentos da história da mineração no Planalto de Poços de Caldas.** Poços de Caldas: Alcoa Alumínio S/A, 2001.