

**Universidade do Extremo Sul Catarinense
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais**

**ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO DE CARVÃO NO
SUL DE SANTA CATARINA: VEGETAÇÃO *VERSUS*
SUBSTRATO**

Alecsandro Schardosim Klein

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense para obtenção do Título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientadora:
Profª Drª Vanilde Citadini-Zanette

Co-orientadora
Profª Drª Rosana Peporine Lopes

Criciúma, SC
2006

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO DE CARVÃO NO
SUL DE SANTA CATARINA: VEGETAÇÃO *VERSUS*
SUBSTRATO**

Alecsandro Schardosim Klein

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense para obtenção do Título de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de Concentração:
Ecologia e Gestão de Ambientes Alterados

Orientadora:
Prof^a Dr^a Vanilde Citadini-Zanette

Co-orientadora
Prof^a Dr^a Rosana Peporine Lopes

Criciúma, SC
2006

AGRADECIMENTOS

A Profª Drª Vanilde Citadini-Zanette que, nesses dois anos de mestrado e quase seis anos de orientação e convivência, têm me ajudado de todas as maneiras possíveis, pela sua experiência e amizade, as quais me proporcionaram crescimento profissional e pessoal.

A Profª Drª Rosana Peporine Lopes, pela co-orientação e, sobretudo, pelas importantes sugestões para o presente estudo.

Ao Prof. Dr. Robson dos Santos, pelas valiosas sugestões e principalmente pela amizade.

A Profª M.Sc. Clair Maria Martinello Baillargeon, pelas aulas de cálculos dos parâmetros fitossociológicos.

Aos Botânicos Marcos Sobral, Dr. Jorge Luiz Waechter, Dr. João André Jarenkow, Drª Ilsi Iob Boldrini e Drª Rosana Moreno Senna, pelas identificações e/ou confirmações de diversas entidades taxonômicas.

Aos Profs. Dr. Álvaro José Back, M.Sc. Marcos Back e M.Sc. Roberto Recart dos Santos pelo auxílio na caracterização do solo, metodologia aplicada e análise dos solos construídos.

Aos amigos e colegas Jader Lima Pereira, Biól. Aline C. B. Figueiró Leandro, M.Sc. Rafael Martins, Biól. Thiago de Souza, Biól. Rodrigo Ávila Mendonça, Leonardo Amboni Michels, Múcio Carlos Bratti Junior, Marcelo Cardoso da Cunha, pela colaboração nos trabalhos de campo e de laboratório.

Ao Sindicato da Indústria de Extração de Carvão do Estado de Santa Catarina – (SIECESC), pelo suporte financeiro e logístico representados pela bolsa de mestrado e transporte para o trabalho de campo.

Ao Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas (IPAT/UNESC), por disponibilizar quando necessário transporte para desenvolvimento da pesquisa em campo.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da UNESC, por possibilitar a realização do curso.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da UNESC, pelo agradável convívio.

Aos meus pais e irmãos pela confiança e apoio, em especial a minha esposa Michelle Alano Ramos, pela compreensão e colaboração prestada na fase final da dissertação.

RESUMO

O processo de degradação dos recursos naturais no Sul de Santa Catarina tornou-se crítico, principalmente pelas atividades de extração de carvão mineral, que embora pontual, suprimiu a vegetação florestal original, restando apenas formações secundárias em diferentes estádios sucessionais. A mineração é considerada uma das atividades humanas que mais contribui para a alteração dos ecossistemas, provocando expressivos impactos sobre a água, o ar, o solo, o subsolo e a paisagem como um todo. Diante da preocupação com o futuro das áreas mineradas, o presente estudo objetivou gerar subsídios para recuperação ambiental de áreas degradadas pela mineração de carvão a céu aberto no Sul de Santa Catarina no município de Urussanga, localidade de Rio Carvão Alto (28° 29' 56.2" latitude S e 49° 23' 36.8" longitude W, altitude 250 m). O clima da região é do tipo Cfa, conforme classificação de Koeppen, mesotérmico úmido com verão quente, sem estação seca definida, com temperatura anual entre 4,6 e 42,2 °C e média anual de 19,2 °C, sendo o inverno frio e úmido com geadas ocasionais; as chuvas são bem distribuídas durante as estações do ano, não ocasionando longos períodos de secas e nem inundações frequentes, com precipitação de 1540 mm/ano e umidade relativa do ar de 81,5% em média. O levantamento florístico-fitossociológico foi realizado em quatro zonas distintas: 1- entre pilhas de estéreis da mineração de carvão; 2- em pilhas de estéreis da mineração em contato com rejeitos; 3- em rejeitos originados do beneficiamento de carvão mineral; 4- no topo das pilhas de estéreis da mineração, utilizando-se o método de parcelas. Foram demarcadas 30 parcelas em cada zona, totalizando 120 parcelas de 5 x 5 m, numa área de 3000 m², sendo amostrados além das árvores e arbustos, as trepadeiras herbáceas, as epífitas e as ervas terrícolas. Foram identificadas no levantamento florístico 113 espécies, pertencentes a 43 famílias botânicas. Destas 97 pertencem à Magnoliophyta e 16 à Pteridophyta, totalizando 3067 indivíduos amostrados. No estudo fitossociológico da regeneração foram identificadas para área total, 43 espécies arbustivo-arbóreas, pertencentes a 33 gêneros e 24 famílias botânicas. Este estudo permitiu verificar o processo sucessional da área, após um período de 28 anos. Entre as famílias botânicas registradas, Asteraceae e Poaceae apresentaram a maior riqueza específica, além do maior número de indivíduos, podendo ser consideradas como chave para o processo de recuperação, pois suas espécies são responsáveis pelo impulso inicial, rápido recobrimento do solo e criação das condições para outras espécies se estabelecerem. Observou-se nas diferentes zonas que o desenvolvimento das espécies é fortemente influenciado pelas características que o local oferece e que pequenas alterações relacionadas com as características geológicas e, conseqüentemente as do solo [substrato], podem provocar grande variação de resposta no crescimento dessas espécies. Os resultados do presente estudo poderão ser utilizados como ferramenta para definir quais espécies vegetais poderão ser utilizadas em projetos de recuperação ambiental na região carbonífera sul catarinense.

ABSTRACT

The natural resources degradation process in the South of de Santa Catarina State has become critical, mainly because of the mineral coal extraction, although punctual, it has abolished the original forest vegetation, remaining only the secondary formations in different successional stages. The mining is considered one of the human activities that most contributes for the ecosystems alteration, provoking expressive impacts on water, air, soil, subsoil, and landscape as a whole. Faced with the preoccupation with the mined areas future, the present study aimed creating subsidies for the environmental reclamation of the degraded areas by the open pit coal mining in the South of Santa Catarina State, Urussanga county, in Rio Carvão Alto (28° 29' 56.2" latitude S and 49° 23' 36.8" longitude W, altitude 250 m). The region climate type is Cfa, according to Koeppen's classification, humid mesothermic with a hot summer, without a defined dry season, with an annual temperature between 4,6 and 42,2°C and annual average of 18,2° C, the winter is humid and cold with occasional frost; the rain is well distributed during the seasons of the year, with no long dry periods and no frequent inundations, with an annual precipitation of 1540 mm and the air relative average humidity is 81,5%. The floristic-phytosociological study was carried out in four distinct zones: 1 – among piles of overburden from the open coal pit mining; 2 – in piles of overburden from coal mining in contact with the coal wastes; 3 – in wastes from the mineral coal benefit; 4 – on the top of the piles of overburden from the open pit mining, using the plot method. It was demarcated 30 plots in each zone, making a total of 120 plots with 5 x 5 m, on 3000 m², besides the trees and shrubs it was sampled vines, epiphytes and ground herbs as well. The floristic study identified 113 species, belonging to 43 botanic families. Ninety-seven out of these 113 species belong to Magnoliophyta and 16 to Pteridophyta, making a total of 3067 individuals sampled. The phytosociological study identified 43 species of shrubs and trees, belonging to 33 genera and 24 botanic families. This study allowed being verified the area successional process, after a period of 28 years. Among the botanic families registered, Asteraceae e Poaceae presented the greatest specific richness, as well as the highest number of individuals, they can be considered essential for the reclamation process, because they are responsible for the initial impulse, the quick soil recovering and the conditions criation for other species establishment. It was observed in the different zones that the species development is strongly influenced by local characteristics and that small alterations related to the geological characteristics and, consequently, of the soil [substrate] can provoke a great response variation in the development of those species. The present study results will be able to be used as a tool to define which plant species will be able to be used in environmental reclamation projects in the South of Santa Catarina State coal mining region.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	1
CAPÍTULO 1 – COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA, ASPECTOS ECOLÓGICOS E REPRODUTIVOS DA COMUNIDADE VASCULAR EM ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO DE CARVÃO, URUSSANGA, SANTA CATARINA	7
1 Introdução.....	9
2 Material e métodos	11
2.1 Caracterização da área estudada	11
2.2 Metodologia	13
3 Resultados e discussão	18
4 Conclusões.....	44
5 Referências.....	46
CAPÍTULO 2 – REGENERAÇÃO NATURAL DAS ESPÉCIES ARBUSTIVO-ARBÓREAS EM ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO DE CARVÃO, URUSSANGA, SANTA CATARINA, BRASIL.....	51
1 Introdução.....	53
2 Material e métodos	54
2.1 Caracterização da área estudada	54
2.2 Metodologia	56
3 Resultados e discussão	59
4 Conclusões.....	80
5 Referências.....	81
CONSIDERAÇÕES FINAIS	84
REFERÊNCIAS	85

APRESENTAÇÃO

A mineração é considerada uma das atividades humanas que mais contribui para a alteração da superfície terrestre, provocando expressivos impactos sobre a água, o ar, o solo, o subsolo e a paisagem como um todo. A degradação é um processo inerente à atividade de mineração e sua intensidade depende do volume explotado, do tipo de mineração e dos rejeitos produzidos (GRIFFITH, 1980).

O processo de degradação dos recursos naturais no Sul de Santa Catarina tornou-se alarmante e provavelmente irreversível, já que em algumas regiões a vegetação foi suprimida para extração do carvão mineral e expansão das áreas agrícolas e pecuárias, restando apenas formações secundárias, em diferentes estádios sucessionais (SANTOS, 1997).

A degradação ambiental provocada por todas as etapas envolvidas na extração de carvão, atua negativamente na qualidade do meio ambiente sob diversos aspectos. Os recursos hídricos, o solo, o subsolo e a qualidade do ar sofrem influência direta destas atividades, contribuindo intensamente para o desaparecimento da fauna e flora dos ecossistemas (BORTOT; ZIM-ALEXANDRE, 1995).

No Brasil, a descoberta do carvão mineral data de 1795 e, a partir deste momento, pesquisadores estrangeiros desenvolveram trabalhos analíticos pioneiros sobre o carvão brasileiro, por meio do envio de amostras para o exterior (MÜLLER et al., 1987).

O período anterior a 1ª Guerra Mundial, não representou grande impulso para a mineração de carvão. Somente, após 1939 é que houve uma política voltada à extração de carvão nacional. O carvão assumiu posição de destaque no cenário nacional, em virtude de suas características metalúrgicas, após instalação da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) no ano de 1945. Em 1980 houve incremento significativo na pesquisa relacionada aos diversos programas de desenvolvimento do Setor Carbonífero (MÜLLER et al., 1987).

A mineração não representa grande parcela em extensão, face aos demais agentes degradadores. A lavra é pontual, limitando-se a pequenas áreas, se comparada à agricultura, por exemplo. Entretanto seus efeitos são drásticos ao meio ambiente, por causar grande impacto, devido a movimentação profunda das camadas do solo e subsolo, retirada da vegetação e alteração do regime de

escoamento da água com difusão de poluentes em meio aquoso (KOBAYAMA; MINELLA; FABRIS, 2001).

Segundo Jesus e Rolim (2003) em áreas de mineração, as condições de degradação são diversas, não obstante, ser factível a recuperação numa escala de tempo maior. Ressaltam a necessidade de obras que regularizem a topografia e drenagem, na fase de recuperação edáfica nessas áreas.

Com isso há grande necessidade de trabalhos visando à recuperação das áreas mineradas para extração do carvão, além de estudos da vegetação nas áreas mineradas e arredores, com a finalidade de obter subsídios para sua recuperação. Para o processo de recuperação de áreas degradadas é importante o conhecimento do histórico de perturbações da área de estudo, pois auxilia no delineamento de estratégias. Reis; Nakazono; Matos (1996) ressaltam a tendência em devolver as características ecológicas originais à área degradada, com a utilização de espécies florestais nativas, assim como a reintrodução da fauna.

Os estudos acima fazem-se necessários principalmente quando se pretende recuperar aspectos ambientais e recompor a vegetação mais próxima possível da original.

No Brasil, estudos sobre a vegetação em áreas degradadas pela mineração são ainda poucos. Na região carbonífera de Santa Catarina, alguns trabalhos têm sido desenvolvidos com o intuito de recuperar essas áreas, principalmente aquelas submetidas ao processo de mineração a céu aberto.

Entre os trabalhos realizados sobre vegetação e recuperação ambiental em áreas de mineração de carvão no sul de Santa Catarina destacam-se os de Pfoh e Winkler (1978), Citadini-Zanette (1982), Citadini-Zanette e Boff (1992), Boff et al. (2000), Citadini-Zanette (2000), Santos (2003), Santos et al. (2004), Santo et al. (2004), Remor (2004), Martins (2005) e Klein et al. (2005).

Pfoh e Winkler (1978) estudaram a vegetação em áreas de deposição de rejeitos de mineração em Siderópolis, SC, abordando aspectos do relevo e do solo. Este estudo fornece uma breve lista das espécies encontradas, limitando-se à quantificação do crescimento e do desenvolvimento de *Eucalyptus* spp.

Citadini-Zanette (1999) apresenta histórico da recuperação de áreas degradadas pela mineração de carvão no Sul do estado de Santa Catarina, descrevendo os projetos implementados na região carbonífera e as tendências atuais para recuperação de áreas degradadas.

Segundo a autora op. cit., o processo de extração e uso do carvão mineral em Santa Catarina, segue etapas que contribuem para a degradação ambiental constituídas pelos métodos de lavra, transporte, beneficiamento, disposição final dos rejeitos, uso e transformação do carvão. O carvão pode ser extraído de suas jazidas através de lavra subterrânea ou lavra a céu aberto, sendo a profundidade da camada carbonífera critério para seleção entre um ou outro método de lavra. Em Santa Catarina a lavra subterrânea é utilizada quando a jazida de carvão se encontra em camadas mais profundas (cerca de 30 m até aproximadamente 120 m).

A lavra a céu aberto é utilizada, quando a jazida de carvão se encontra próxima à superfície do solo até, aproximadamente, 30 m de profundidade. Consistia, em épocas passadas, na retirada da vegetação, solo e estéreis da mineração por escavadeiras até encontrar a camada de carvão, formando cavas. Neste material depositado em pilhas geralmente cônicas, de até 20 m de altura, a vegetação e o solo eram depositados na base das pilhas, ficando nas camadas superiores os estéreis da mineração, gerando a conhecida *paisagem lunar*, promovida pela inversão das camadas do solo (CITADINI-ZANETTE, 1999).

Atualmente há separação do solo e substrato rochoso, após a retirada da vegetação, para recolocá-lo sobre os estéreis da mineração, quando concluída a lavra.

Citadini-Zanette (1982) realizou levantamento expedito da vegetação nativa espontânea em áreas mineradas a céu aberto, em Siderópolis, SC. Relacionou 69 espécies, incluindo herbáceas, arbustivas e arbóreas.

Citadini-Zanette e Boff (1992) realizaram estudos florísticos e fitossociológicos em áreas mineradas a céu aberto no município de Siderópolis, SC. Descreveram e ilustraram 97 espécies nativas, seguidas por observações ecológicas, fenológicas e importância econômica, quando conhecida.

Citadini-Zanette (1995) estudou a florística, a fitossociologia e aspectos da dinâmica de um remanescente de mata atlântica na microbacia do rio Novo, Orleans, SC, sendo o primeiro levantamento completo em floresta primária da região, demonstrando a grande diversidade e riqueza específica para a Floresta Ombrófila Densa.

Citadini-Zanette (2000) ressaltou a importância e necessidade de estudos experimentais visando o crescimento e desenvolvimento das espécies. Salienta que, muitas ações foram realizadas para impulsionar a recuperação de áreas

degradadas pela mineração de carvão, principalmente pela lavra a céu aberto. Atualmente, muitos locais iniciaram o processo com a ajuda do homem ou pela própria natureza. No entanto, restam ainda extensas áreas a recuperar que devem ser objeto de planejamento dentro de critérios que contemplem ações imediatas e efetivas que favoreçam a resiliência na área.

Boff et al. (2000) avaliaram as espécies arbóreas introduzidas em blocos experimentais instalados no Projeto **M** - Recuperação Piloto de Áreas Mineradas a Céu Aberto, implementado nos anos de 1981 e 1982 na localidade Alto Rio Fiorita, município de Siderópolis, SC. Este projeto foi à primeira tentativa planejada para recuperar áreas de mineração a céu aberto na região carbonífera, caracterizado como marco inicial do processo para a região.

Visando à reabilitação de ecossistemas degradados pela mineração de carvão a céu aberto em Santa Catarina, Santos (2003) cita 125 espécies de Magnoliophyta arbustivo-arbóreas distribuídas em 94 gêneros e 44 famílias, com indicação das categorias sucessionais, síndrome de polinização e de dispersão, além de informações sobre floração e frutificação das espécies amostradas em dois fragmentos florestais, em estágio médio e avançado de regeneração natural.

Santos (2003) estudou ainda a vegetação espontânea sobre pilhas de estéreis da mineração de carvão a céu aberto na região sul catarinense, onde selecionaram áreas em que ocorreu regeneração, sendo amostradas 83 espécies pertencentes a 28 famílias botânicas.

Santos et al. (2004) ressaltaram a necessidade de intensificar pesquisas aplicadas à reabilitação ambiental na região carbonífera, principalmente na adequação de espécies vegetais aos solos construídos após a mineração.

Remor (2004) avaliou aspectos da regeneração natural que ocorreu sob plantio de *Mimosa scabrella* Benth. (bracatinga), introduzida em blocos experimentais do Projeto M, em áreas de mineração a céu aberto.

Santo et al. (2004) trazem métodos adotados em mapeamento geológico-geotécnico de áreas degradadas pela mineração de carvão, que fornecem um retrato das condições físicas do local e subsídios para proposição de medidas de reabilitação.

Os autores op. cit. consideram o estudo do solo e de suas propriedades físico-químicas, de extrema importância para a caracterização dos processos de degradação atuantes em determinada área, bem como para o reconhecimento dos processos de regeneração da vegetação. Com base no princípio da similaridade do

comportamento dos solos é possível estabelecer uma divisão do local pesquisado em diferentes sistemas. Esses sistemas estabelecem zonas homólogas de origem geomorfológica e litológica comum, definindo condições ambientais diferentes entre si.

Lopes et al. (2004) demonstraram que o processo de contaminação de solos, devido à degradação ambiental em áreas de mineração a céu aberto para extração de carvão é, sem dúvida, um sério problema na região da Depressão Carbonífera Catarinense. A mitigação destes impactos depende da efetividade das medidas de reabilitação implantadas nessas áreas, as quais, por sua vez, devem ser propostas com base em diagnóstico ambiental preciso que possibilite o entendimento dos processos geoquímicos atuantes e a caracterização estrutural do local pesquisado.

Estudos sobre regeneração também fazem-se necessários para caracterizar o desenvolvimento de espécies vegetais em áreas degradadas pela mineração de carvão.

Martins (2005) realizou estudo florístico e fitossociológico em um remanescente florestal periférico a áreas mineradas, enfatizando a probabilidade de encontros interespecíficos, para gerar subsídios à recuperação ambiental de áreas degradadas pela mineração de carvão a céu aberto no sul do Estado de Santa Catarina.

Para a recuperação de áreas degradadas é fundamental conhecer as interações entre plantas e animais das espécies a serem utilizadas. A importância do processo de polinização e dispersão de sementes, realizados principalmente por animais, influenciam o estabelecimento das espécies de diferentes estádios sucessionais e a presença destas populações nas áreas a serem estudadas (ALMEIDA, 2000).

Uma forma de facilitar a escolha de tantas espécies em atividades de recuperação é organizá-las em grupos ecológicos da sucessão secundária (FERRETTI, 2002).

Martins et al. (2004) abordaram aspectos sucessionais, polinização e dispersão das espécies amostradas em um remanescente de Floresta Ombrófila Densa, no Sul de Santa Catarina, visando à recuperação de áreas degradadas pela mineração de carvão, que auxiliarão a indicação dessas espécies para recuperar áreas degradadas na região.

Segundo Jesus (1994 apud JESUS; ROLIM, 2003) não existem áreas degradadas irre recuperáveis e sim áreas com maior ou menor custo de recuperação, pois essas técnicas variam de acordo com os níveis de degradação encontrados, com as características intrínsecas da área, com a velocidade que se quer dar à prática e com o objetivo da recuperação.

Nos ecossistemas degradados pela mineração de carvão a céu aberto o termo Restauração não é adequado, pois há alteração profunda na geomorfologia e na estruturação do solo, dificultando as espécies do ecossistema original de colonizem naturalmente a área naquelas condições (SANTOS, 2003).

Pelo exposto, o presente trabalho teve por objetivo realizar levantamento das espécies da comunidade vegetal vascular em áreas abandonadas pós-mineração de carvão a céu aberto, com vestígios de solo remanescente, que possibilitou a formação de vegetação secundária.

As informações obtidas a partir deste estudo serão importantes para a indicação de espécies de diferentes formas de crescimento e de grupos ecológicos para recuperação de áreas degradadas pela mineração a céu aberto na região carbonífera.

Os resultados da presente dissertação são apresentados na forma de dois capítulos:

Capítulo 1 – Composição florística, aspectos ecológicos e reprodutivos da comunidade vascular em áreas de mineração de carvão a céu aberto, Urussanga, Santa Catarina.

Capítulo 2 – Regeneração natural das espécies arbustivo-arbóreas em áreas de mineração de carvão a céu aberto, Urussanga, Santa Catarina, Brasil.

As ilustrações e tabelas, quando indicadas no texto, foram colocadas nos respectivos capítulos.

CAPÍTULO 1 – COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA, ASPECTOS ECOLÓGICOS E REPRODUTIVOS DA COMUNIDADE VASCULAR EM ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO DE CARVÃO, URUSSANGA, SANTA CATARINA

Alecsandro Schardosim Klein

Vanilde Citadini-Zanette

Rosana Peporine Lopes

Resumo

As atividades de mineração de carvão alteram os ecossistemas naturais acarretando perdas ambientais, algumas vezes irreversíveis. No sul de Santa Catarina o passivo ambiental deixado pela exploração do carvão mineral é uma realidade que precisa ser revertida. Diante deste fato, o presente estudo foi realizado em área de mineração de carvão a céu aberto, no Sul de Santa Catarina no município de Urussanga, localidade de Rio Carvão Alto (28° 29' 56.2" latitude S e 49° 23' 36.8" longitude W, altitude 250 m), onde em épocas passadas foi minerado a céu aberto, pela Carbonífera Treviso dentro da Concessão Santana. A lavra na área foi iniciada em 1968 perdurando até 1978. Visando a recuperação das áreas degradadas pela mineração de carvão a céu aberto no sul de Santa Catarina, os objetivos deste estudo foram estudar a composição florística e abundância da comunidade vascular, identificando as formas biológicas presentes, bem como as adaptações ambientais, categorias sucessionais, síndromes de polinização e de dispersão das espécies amostradas em áreas abandonadas há 28 anos pela mineração de carvão. O estudo florístico foi realizado em quatro zonas distintas: 1- entre pilhas de estéreis da mineração de carvão; 2- em pilhas de estéreis da mineração em contato com rejeitos; 3- em rejeitos originado do beneficiamento de carvão mineral; 4- no topo das pilhas de estéreis da mineração. Utilizou-se o método de parcelas, sendo demarcadas 30 em cada zona, totalizando 120 parcelas de 5 x 5 m, numa área total de 3000 m², onde foram amostrados além das árvores e arbustos, as trepadeiras herbáceas, as epífitas e as ervas terrícolas. Na área amostral foram identificados 3067 indivíduos, pertencentes a 113 espécies e a 39 famílias botânicas. Nas quatro zonas selecionadas, Asteraceae e Poaceae foram as famílias mais bem representadas, evidenciando o caráter pioneiro da comunidade que está se instalando no local. *Eucalyptus saligna* foi a espécie mais abundante com 351 indivíduos, seguida por *Myrsine coriacea* com 301 e *Clethra scabra* com 278 indivíduos. Quanto as categorias sucessionais, 78% das espécies pertencem ao grupo ecológico das pioneiras, 9% das secundárias iniciais, 5% das secundárias tardias e 8% são climácicas. Do total de espécies, 81% apresentaram polinização por animais enquanto 19% pelo vento. Quanto à dispersão, 43% são dispersas por animais, 55% pelo vento e 2% apresentam autocoria. Das espécies encontradas, as heliófitas foram as que apresentaram maior número nesta adaptação, reafirmando a condição pioneira que caracteriza o início da sucessão ecológica secundária,

seguida pelas heliófitas/esciófitas que evidencia a dinâmica sucessional já em fase de transição.

Palavras-chave: Composição florística, grupos ecológicos, recuperação de áreas degradadas, mineração de carvão.

Abstract

The coal mining activities change the natural ecosystems bringing environmental loss, sometimes they are unchangeable. In the South of de Santa Catarina State the environmental passive left by the mineral coal exploitation is a reality that needs to be changed. Facing this, the present study was carried out in an open pit coal mining area, in the South of de Santa Catarina State, Urussanga county, in Rio Carvão Alto (28° 29' 56.2" latitude S and 49° 23' 36.8" longitude W, altitude 250 m), where it was open pit mined in the past, by Carbonífera Treviso, in Concessão Santana. The extraction in the area started in 1968 going up to 1978. Aiming the degraded areas reclamation by open pit coal mining in the South of de Santa Catarina, this study goals were to study the floristic composition and the abundance of the vascular community, Identifying the life forms, as well as environmental adaptations, sucessional categories, pollination syndromes and dispersion of the species in abandoned areas after the open pit coal extraction, where soil traces remained making the secondary vegetation development possible, and to characterize the substrata in which the sampled plant species established themselves after 28 years of abandon. The floristic study was carried out in four distinct zones: 1 – among piles of overburden from the open coal pit mining; 2 – in piles of overburden from coal mining in contact with the coal waste; 3 – in waste from the mineral coal benefit; 4 – on the top of the piles of overburden from the open pit mining. It was used the plot method, it was demarcated 30 plots in each zone, making a total of 120 plots with 5 X 5 m, on 3000 m², where besides the trees and shrubs it was sampled vines, epiphytes and ground herbs as well. It was identified 3067 individuals in the sampled area, belonging to 113 species and 39 botanic families, characterizing the vascular community flora found, as belonging to the abandoned areas by the open pit coal mining. In the four selected zones, Asteraceae and Poaceae were the best represented ones, showing the pioneer character of the community that is establishing itself in the local. *Eucalyptus saligna* was the most frequent ones with 351 individuals, followed by *Myrsine coriacea* with 301 and *Clethra scabra* with 278. In relation to the sucessional categories, 78% of the species belong to the ecological groups of the pioneer ones, 9% of the early secondary ones, 5% of the late secondary ones and 8% are climax. From the total of the species 81% presented animal pollination, and 19% wind pollination. In relation to the dispersion, 43% have animals as dispersors, 55% wind and 2% are autochorous. From the found species, the heliophytes presented the highest number in this adaptation, reaffirming the pioneer condition that characterizes the beginning of the secondary ecological succession, followed by heliophytes/shade's plants that show the sucessional dynamic in transitional phase.

Keywords: Floristic composition, ecologic groups, degraded areas reclamation, coal mining.

1 Introdução

A bacia carbonífera catarinense constitui uma faixa de aproximadamente 100 km de comprimento e largura média de 20 km, entre a Serra Geral a oeste e o maciço granítico da Serra do Mar a leste, onde se desenvolveram importantes centros de mineração de carvão, especialmente nos municípios de Criciúma, Forquilha, Içara, Lauro Müller, Maracajá, Morro da Fumaça, Siderópolis, Treviso e Urussanga (BELOLLI et al., 2002).

O Município de Urussanga, assim como outros municípios da região carbonífera, realizaram em épocas passadas a mineração de carvão a céu aberto em grande escala, que se caracterizou por ser um processo altamente impactante.

Citadini-Zanette (1999) ressalta que devido às atividades de mineração de carvão a céu aberto, a vegetação era suprimida, o banco de sementes do solo destruído e todos os horizontes do solo descaracterizado pela inversão de suas camadas.

Scheibe (2002) informa ainda, que as principais consequências ambientais da mineração de carvão estão ligadas aos métodos de exploração e processamento utilizados, bem como às próprias características das camadas de carvão, com reduzida espessura, muitas intercalações de folhelhos, alto teor de cinzas, baixo poder calorífico e alto teor de enxofre, na forma de pirita (FeS_2), presentes em diferentes tipos de sulfetos.

Os processos operacionais também são atividades que na mineração implicam diferentes formas de degradação do meio ambiente. As mais comuns estão associadas à retirada da vegetação, o descarte da camada fértil do solo, estabilização de áreas circunvizinhas, situação que se agrava quando há o eventual abandono das cavas ou bacias de disposição formadas durante a vida útil da mina (ALMEIDA, 2002).

Em áreas degradadas por mineração, onde os horizontes superficiais foram removidos (justamente a porção do solo que contém a maior concentração de nutrientes, matéria orgânica e microrganismos), nota-se grandes limitações no substrato, principalmente devido à compactação dos solos e ao baixo teor de nutrientes. Em alguns casos específicos existem, também nestas condições, problemas relativos à drenagem ácida e contaminação por metais pesados (ALMEIDA, 2000).

No caso da mineração de carvão a céu aberto, equipamentos gigantescos foram utilizados para a remoção da cobertura e inversão das camadas, geralmente construídas em sua parte superior por solos e folhelhos, e na parte inferior, por arenitos intensamente silicificados ou não, de difícil decomposição, resultando na inversão total da cobertura (SCHEIBE, 2002), e disposição desordenada das camadas rochosas.

Com o avanço do conhecimento em recuperação de áreas degradadas, muitos pesquisadores elaboraram terminologias próprias para caracterizar ações corretivas em tais áreas, o que gerou uma série de discussões no meio científico, pois na maioria das vezes não se leva em consideração às particularidades de cada área.

Kageyama; Gandara; Borges, (1997) definem recuperação como o retorno de uma área degradada, a uma condição novamente aproveitável a uma determinada função e restauração quando se pretende reconstruir novamente o ecossistema com todas as suas funções e formas.

Segundo Santos (2003), na recuperação de áreas degradadas pela mineração de carvão a céu aberto o termo restauração não se aplica, devido à alteração profunda na geomorfologia e na estruturação do solo, dificultando que as espécies do ecossistema original, naturalmente, colonizem a área naquelas condições.

Em geral, considera-se recuperação a revegetação da área, ou seja, fazer crescer plantas em local desnudo ou degradado. A revegetação representa o primeiro passo no processo de recuperação, mas não se resume a isso. O plantio bem sucedido de uma espécie não indica que a área esteja recuperada. A recuperação somente se processará com o restabelecimento da resiliência, que é obtida pela interação entre todos os elementos físicos, químicos e biológicos do meio (RODRIGUES; LEITÃO FILHO, 2000) e estabelecimento de um equilíbrio dinâmico.

O objetivo maior da recuperação ambiental deve ser o de buscar restabelecer as estruturas e as funções ecológicas que havia no ecossistema, antes da degradação (AUMOND, 2003).

Já Reis; Schlee; Espindola, (2000) salienta que na maioria das propostas de recuperação, a idéia é de um plantio estático, ou seja, colocar espécies vegetais para que haja apenas uma revegetação da área.

Para isso torna-se necessário a compreensão de conceitos relativamente novos como resiliência e estabilidade (PIMM, 1991). Para este autor resiliência é a velocidade com que as variáveis de um sistema retornam ao equilíbrio depois de um distúrbio e a estabilidade a capacidade de todas as variáveis de um sistema retornarem ao equilíbrio inicial após a ocorrência de um distúrbio.

Deste modo, a resiliência e a estabilidade, devem ser encaradas como restauração, pois está ajudando a natureza a refazer um ecossistema, seja ele semelhante ou não ao anterior, uma vez que sua fitofisionomia final deverá ser muito semelhante, já que as condições climáticas tendem a manter-se dentro de uma escala temporal mais longa (REIS; SCHLEE; ESPINDOLA, 2000).

O autor op. cit. ressalta ainda que, Restauração, portanto dentro do próprio conceito de estabilidade de PIMM (1991), representa uma área com forte dinamismo sucessional do solo, da flora, da fauna e da micota local e outros microorganismos. Os processos sucessionais têm como base níveis intensos de interações através da predação, da polinização, da dispersão de decomposição e da dinâmica.

Em áreas fortemente degradadas, como na mineração de carvão, que perderam a capacidade de regeneração natural das espécies, há necessidade de intervenção antrópica a fim de estabilizar e reverter os processos de degradação, acelerando e direcionando a sucessão natural. Esta intervenção pode ocorrer sob diferentes abordagens, com objetivos e resultados distintos (ENGEL; PARROTA, 2003).

Assim, este trabalho teve como objetivos: estudar a composição florística e abundância da comunidade vascular, identificando as formas biológicas presentes, bem como as adaptações ambientais, categorias sucessionais, síndromes de polinização e de dispersão das espécies amostradas em áreas abandonadas há 28 anos pela mineração de carvão a céu aberto, visando à recuperação de áreas degradadas.

2 Material e métodos

2.1 Caracterização da área estudada

A área de estudo está localizada no Sul de Santa Catarina no município de Urussanga, localidade de Rio Carvão Alto, na latitude de 28° 29' 56.2" S e longitude de 49° 23' 36.8" W, altitude de 250 metros (Figura 1).



Figura 1: Localização da área de estudo no município de Urussanga (28° 29' 56.2" Latitude Sul 49° 23' 36.8" Longitude Oeste, altitude de 250 m). Fonte: Cartografia IPAT/UNESC (2005) – modificado.

Em Urussanga, segundo a classificação climática de Koeppen, predomina o clima mesotérmico úmido com verão quente (Cfa), sem estação seca definida. As temperaturas variam de 42,2 °C (máxima) e 4,6 °C (mínima), com média anual de 19,2 °C. O inverno é frio e úmido com geadas ocasionais. As chuvas são bem distribuídas durante as estações do ano, não ocasionando longos períodos de secas e nem inundações frequentes. O índice pluviométrico é de 1.540 mm/ano e a

umidade relativa do ar é de 81,5 % em média. A velocidade média do vento é de 2,0 m/s (SANTA CATARINA, 1991).

O local, em épocas passadas, foi minerado a céu aberto pela Carbonífera Treviso dentro da Concessão Santana. A lavra na área foi iniciada em 1968 perdurando até 1978. No total foram minerados 2.279.490 m² de área, tendo um volume de rochas removidas de 35.568.586 m³, com produção de *run of mine* (ROM – carvão bruto) igual a 4.967.146 t e de carvão pré-lavado CPL (produção líquida) igual a 1.537.421 t (MÜLLER et al., 1987).

O método consistia na remoção da cobertura vegetal, do solo e do material estéril, até atingir a camada de carvão (MÜLLER et al., 1987). Com o processo de lavra a céu aberto os solos anteriormente existentes acabavam sendo descaracterizados, restando no local uma mistura dos horizontes do solo com os estéreis da mineração (SANTOS, 2003).

A área de estudo é formada principalmente por pilhas de estéril da mineração do carvão mineral ou depósitos de rejeitos do beneficiamento do carvão mineral.

Abrão; Oliveira (1998) define estéril como rocha ou solo que ocorre dentro de um corpo de minério ou externamente ao mesmo, sem valor econômico, que é extraído na operação de lavra para o aproveitamento do minério e rejeitos como matérias que resultam no processo de concentração mineral sem valor econômico.

Em termos gerais, nas áreas abandonadas pela mineração de carvão a céu aberto, a vegetação que se estabelece espontaneamente, é constituída, basicamente, por plantas pioneiras e ruderais, pouco exigentes em fertilidade do solo, resistentes a estiagens prolongadas e com grande capacidade de competição e adaptação (CITADINI-ZANETTE; BOFF, 1992).

Na região de estudo, a vegetação é representada pela Floresta Ombrófila Densa Submontana, apresentando-se nos mais diferentes graus de desenvolvimento, evidenciado pelos diferentes estádios.

2.2 Metodologia

O processo de lavra de carvão a céu aberto descaracterizou os solos anteriormente existentes, restando no local mistura dos horizontes do solo com a rocha matriz e outros materiais inertes e não inertes existentes sobre a camada de carvão.

Em função deste processo, na área estudada são encontradas várias zonas representadas por distintos substratos oriundos da atividade extrativa. Para este

estudo foram selecionadas quatro zonas distintas. A identificação espacial destas zonas foi realizada a partir da interpretação de fotografias aéreas coloridas, escala 1:5000, obtidas em aerolevanteamento em 2002, as quais foram compiladas por profissionais do SIECESC (Sindicato da Indústria da Extração de Carvão do Estado de Santa Catarina) em uma única carta geo-referenciada. As quatro zonas selecionadas foram: 1- entre pilhas de estéreis da mineração de carvão; 2- em pilhas de estéreis da mineração em contato com rejeito; 3- em rejeito originado do beneficiamento de carvão mineral; 4- no topo das pilhas de estéreis da mineração (Figura 2).

As zonas 1, 2 e 4 são formadas principalmente por associação de arenitos, siltitos e folhelhos. Na área de estudo, esta associação litológica está disposta em montes com até 20 metros de altura, topos alongados com inclinação entre 30° e 50° com predomínio de material silte-argiloso o que proporciona a formação de solo que permite o aparecimento de vegetação.

Já a zona 3, é formada principalmente por um antigo depósito de rejeitos, provenientes de processos de beneficiamento de carvão mineral, que estão depositados na área de estudo, em antigas estradas, em pequenas pilhas espalhadas pela área, no entorno de pequenos córregos e acessos principais. Os rejeitos de carvão desta zona são constituídos por folhelho carbonoso, carvão e pirita, com coloração de cinza-escuro a preta.

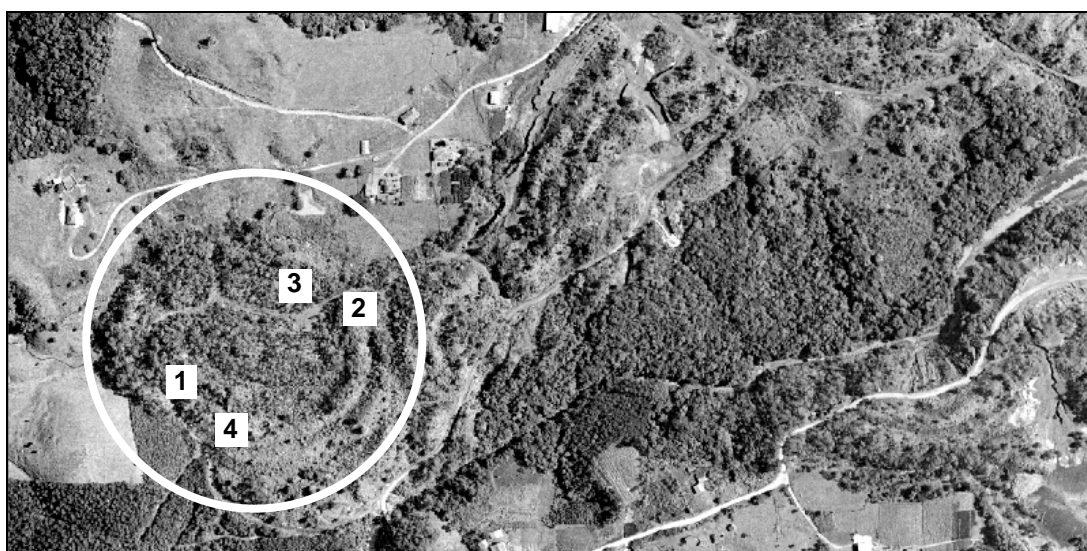


Figura 2: Aspecto geral do local estudado. Os números 1 a 4 correspondem as quatro zonas onde foram realizados os estudos florístico – fitossociológicos na localidade de Rio Carvão Alto, Urussanga, SC (28° 29' 56.2" Latitude Sul 49° 23' 36.8" Longitude Oeste, altitude de 250 m).

Para o levantamento florístico da comunidade vascular utilizou-se o método de parcelas (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974), demarcando-se 30 parcelas em cada zona totalizando 120 parcelas de 5 x 5 m, numa área de 3000 m², sendo amostrados além das árvores e arbustos, as trepadeiras herbáceas, os epífitos e as ervas terrícolas.

Para o presente estudo as espécies cespitosas foram consideradas como um indivíduo, pela dificuldade em separá-las.

Reuniu-se numa tabela dados referentes às formas biológicas, onde consideram-se: árvore (A) – planta lenhosa, não ramificada na base; arbusto (Arb) – planta lenhosa, ramificada próximo à base; subarbusto (Sar) – planta lenhosa ou não, ramificada desde a base; erva terrícola (ET) – toda a planta herbácea, autotrófica, mecanicamente independente; trepadeira herbácea (TH) – planta herbácea, que utiliza suporte para sustentação, apoiante; epífita (Ep) – planta que vive sobre outra sem retirar nutrientes (CITADINI-ZANETTE; BOFF 1992, modificado).

Com relação às adaptações ambientais as espécies foram divididas em 4 grupos: heliófita - plantas adaptadas ao crescimento em ambiente aberto ou exposto à luz direta; esciófita - plantas adaptadas a se desenvolver na sombra; higrófitas - plantas adaptadas a lugares úmidos e mesófitas - plantas adaptadas a viver em ambiente com mediana disponibilidade de água no solo (FONT QUER, 1985).

Foram abordados aspectos da comunidade vascular referentes à inclusão das espécies nas categorias sucessionais segundo Budowski (1965, 1970), considerando os quatro grupos ecológicos: pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e climáticas que possibilitará a indicação das espécies nativas encontradas, por grupos ecológicos para recuperar áreas degradadas na região carbonífera de Santa Catarina.

A classificação das espécies de acordo com suas síndromes de polinização e de dispersão foram baseadas principalmente em Van Der Pijl (1972) e Faegri e Van Der Pijl (1979).

As tabelas 1 e 2 apresentam as adaptações das plantas em relação às suas síndromes de polinização e de dispersão que direcionaram a sugestão de possíveis agentes polinizadores das espécies estudadas. Para o cálculo dos percentuais das síndromes de polinização e de dispersão excluíram-se 16 espécies por pertencerem à Divisão Pteridophyta.

Tabela 1: Adaptação das plantas em relação as suas síndromes de polinização. Fonte: FAEGRI; VAN DER PIJL (1979).

Síndromes	Adaptação geral da planta
Anemofilia	<p>Flores de pequeno porte;</p> <p>Perianto nulo ou quase nulo (reduzido, ausente ou decíduo);</p> <p>Sem aroma, cor e néctar;</p> <p>Anteras bem expostas ao ar sobre filetes longos, finos e flexíveis;</p> <p>Pólen em grande quantidade;</p> <p>Grãos pequenos, lisos e leves (se grandes, possuem pouquíssima densidade – sacos aeríferos), formato aerodinâmico;</p> <p>Grãos secos que não se aderem uns aos outros, lançados em pequenos grupos;</p> <p>Estigma em geral plumoso, de grande superfície;</p> <p>Brácteas e perianto geralmente verde, ou marrom escuro para avermelhado.</p>
Zoofilia	<p>Flores vistosas;</p> <p>Perianto com forma bizarra, ou apropriada para pouso;</p> <p>Presença de glândulas e nectários que elaboram essências aromáticas e substâncias açucaradas.</p>

Tabela 2: Adaptação morfológico-estrutural das plantas de acordo com suas síndromes de dispersão. Fonte: VAN DER PIJL (1972).

Síndromes	Adaptação geral
Abiótica	
Anemocoria	<p>Sementes: tamanho reduzido, muitas vezes semelhantes a pó; milhões/planta; alta relação superfície/volume; presença de asas, plumas, balões; flores aclamídeas.</p>
Autocoria	<p>Frutos geralmente do tipo cápsula explosiva (Obs: transporte secundário comum; associada a outras síndromes).</p>
Hidrocoria	<p>Frutos e sementes leves, adaptados para flutuação;</p> <p>Aparelhos flutuadores especiais (tecido esponjoso, saco aerífero);</p> <p>Cutícula impermeável, óleo;</p> <p>Resistência ao apodrecimento; Pré-Germinação;</p>

Síndromes	Adaptação geral	
Biótica		
Zoocoria	Ictiocoria	Frutos carnosos (bagas, drupas, sementes ariladas);
	Saurocoria	Frutos com cheiro forte, carnosos, sem pericarpo, lignificado; Caulicarpia e basicaulicarpia
	Ornitocoria	Frutos com: Porção atrativa comestível; Proteção para não ser comido antes de amadurecer (taninos, ácidos); Proteção nas sementes contra sua digestibilidade (caroço, tegumento, substâncias químicas); Sinalização de maturidade (coloração diferenciada); Não necessariamente odoríferos, sendo, não prejudicam a procura; Não apresentam posição específica no caule ou copa da planta; Não apresentam casca muito lignificada; em frutos com casca dura, as sementes podem estar expostas e apresentar grande atração; Sementes miméticas (parecem arilos).
	Mamalocoria	Muitos sinais coevolutivos semelhantes aos frutos ornitocóricos; Caroços e sementes pequenas, frutos odoríferos; Há transporte de sementes e sua estocagem.
	Epizoocoria	Sementes e frutos com material viscoso, sementes ariladas, capazes de se aderir ao corpo do animal.

Foram realizadas comparações florísticas entre os dados levantados no presente trabalho, com os de Citadini-Zanette; Boff (1992) e de Santos (2003), por serem os estudos mais completos realizados na região e localizarem-se próximo à área estudada, utilizando-se o Índice de Similaridade de Sorensen (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974), apresentado pela fórmula:

$$ISs = \frac{2c}{a + b + 2c} \times 100$$

onde:

a = número de espécies restritas à área a;

b = número de espécies restritas à área b;

c = número de espécies comuns às áreas a e b.

Para a análise de heterogeneidade florística da área estudada foram utilizados os índices de Shannon (H') para obtenção da diversidade específica e de equabilidade (E), de acordo com Magurran (1988) e Pielou (1975), respectivamente, que são baseados na abundância proporcional das espécies, cujas fórmulas são descritas a seguir:

Índice de Shannon: $H' = - \sum p_i \cdot \ln \cdot p_i$

Equabilidade: $E = H'/H_{max}$

onde:

H' = índice de Shannon;

$p_i = n_i/N$;

n_i = número de indivíduos da espécie i;

N = número total de indivíduos;

ln = logaritmo neperiano;

E = equabilidade;

Hmax = logaritmo neperiano do número total de espécies amostradas.

A caracterização dos substratos das quatro zonas amostradas foi realizada a partir do reconhecimento dos tipos de materiais rochosos, granulometria e do tipo de solo em desenvolvimento ou gerado.

O material coletado como testemunho foi incorporado ao Herbário Pe. Dr. Raulino Reitz (CRI) da Universidade do Extremo Sul Catarinense. A identificação das espécies foi feita através de comparações ao material do referido herbário, consultas à literaturas e auxílio de especialistas. Para as delimitações de famílias seguiu-se o Tryon e Tryon (1982) para Pteridophyta e APG II para Magnoliophyta.

3 Resultados e discussão

Na área amostral de 3000 m² foram identificados 3067 indivíduos, pertencentes a 113 espécies e a 39 famílias botânicas (Tabela 3). Nesta é apresentado ainda à relação da comunidade vascular amostrada, com suas respectivas formas biológicas, adaptações ambientais, grupos ecológicos, síndromes de polinização e de dispersão.

Quanto à identificação do material botânico, seis táxons foram identificados somente ao nível de gênero.

Tabela 3: Relação das espécies vasculares amostradas no levantamento florístico no município de Urussanga, SC, em quatro zonas, onde: 1 – entre pilhas de estéreis da mineração de carvão; 2 – em pilhas de estéreis da mineração em contato com rejeito; 3 – em rejeito originado do beneficiamento de carvão mineral; 4 – no topo das pilhas de estéreis da mineração, de acordo com suas formas biológicas (FB) onde: A – árvore, Arb – arbusto, Sarb – subarbusto, ET – erva terrícola, TH – trepadeira herbácea e Ep – epífita. Adaptações ambientais (AA) onde: Escio – Esciófita, Helio – Heliófita, Higró – Higrófitas e Meso – Mesófitas. Grupo ecológico (GE) onde: Pio – pioneira, Sin – secundária inicial, Sta – secundária tardia, Cli – climática. Síndrome (Sín) de polinização (Pol) onde: Ane – anemófila, Zof – zoófila e de dispersão (Dis) onde: Aut – Autocórica, Zoc – Zoocórica, Ane – Anemocórica.

Família/Nome científico	Nome popular	Zona	FB	AA	GE	Sín	
						Pol	Dis
PTERIDOPHYTA							
Cyatheaceae							
<i>Cyathea atrovirens</i> (Langsd. & Fisch.) Domin.	Samambaia	1, 2	A	Helio/Escio	Pio	-	-
<i>C. delgadii</i> Sternb.	Xaxim	1	A	Escio/Higró	Cli	-	-
Dryopteridaceae							
<i>Rumohra adiantiformis</i> (G.Forst.) Ching		4	ET	Helio	Pio	-	-
Elaphoglossaceae							
<i>Elaphoglossum</i> cf. <i>burchellii</i> (Bak.) C. Chr.		4	ET	Helio/Escio	Pio	-	-
<i>Elaphoglossum</i> sp.		4	ET	Helio/Escio	Pio	-	-
Gleicheniaceae							
<i>Dicranopteris flexuosa</i> (Schrader) Underwood	Gleiquênia-tortuosa	1	ET	Helio	Pio	-	-
Lycopodiaceae							
<i>Lycopodium clavatum</i> L.	Licopódio	1, 2, 4	ET	Helio	Pio	-	-
<i>L. complanatum</i> L.	Licopódio	1, 2, 4	ET	Helio	Pio	-	-
Polypodiaceae							
<i>Microgramma squamulosa</i> (Kaulf.) de la Sota	Samambaia	1, 4	Ep	Escio	Cli	-	-

Família/Nome científico	Nome popular	Zona	FB	AA	GE	Sín	
						Pol	Dis
<i>Polypodium catharinae</i> Langsd. & Fisch.	Samambaia	1	Ep	Escio	Cli	-	-
<i>P. hirsutissimum</i> Raddi	Samambaia	1	Ep	Escio	Cli	-	-
<i>P. lepidopteris</i> Sod.	Samambaia	1	ET	Helio	Pio	-	-
<i>Pleopeltis angusta</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Samambaia	2, 4	Ep	Escio	Cli	-	-
Pteridaceae							
<i>Pityrogramma calomelanos</i> (Linn.) Kuhn	Samambaia	2, 4	ET	Helio	Pio	-	-
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	Samambaia-das-taperas	4	ET	Helio	Pio	-	-
PINOPHYTA							
Pinaceae							
<i>Pinus elliottii</i> Engelm.	Pinus*	1, 4	A	Helio	Pio	Ane	Ane
MAGNOLIOPHYTA							
Acanthaceae							
<i>Blechnum</i> sp.		1	ET	Helio/Escio	Pio	-	-
Annonaceae							
<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.	Pindaíba	1	A	Helio/Escio	Sta	Zof	Zoc
Apiaceae							
<i>Centella biflora</i> Nannf.	Pé-de-cavalo	1, 4	ET	Helio/Meso	Pio	Zof	Ane
Apocynaceae							
<i>Ditassa subulata</i> J.R.Johnston	Erva-de-rato	2	TH	Helio/Escio	Pio	Zof	Ane
<i>M. urophylla</i> (Hook. F.) Woodson	Jalapa-silvestre	2	TH	Helio/Escio	Pio	Zof	Ane
<i>Mandevilla atrovioleacea</i> (Stadelm.) R. E. Woodson	Jalapa-silvestre	3	TH	Helio/Escio	Pio	Zof	Ane
<i>Orthosia urceolata</i> E.Fourn.		1, 2, 4	TH	Helio/Escio	Pio	Zof	Ane
<i>Oxypetalum wightianum</i> Hook. & Arn.	Cipó-de-leite	4	TH	Helio	Pio	Zof	Ane
Arecaceae							
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	Palmito	1	A	Higro/Meso/Escio	Cli	Zof	Zoc
Asteraceae							
<i>Achyrocline satureioides</i> Gardn.	Marcela	1, 2, 4	Sarb	Helio	Pio	Zof	Ane
<i>Baccharis brachylaenoides</i> DC.	Vassoura	1	Arb	Helio	Pio	Zof	Ane
<i>B. dracunculifolia</i> DC.	Vassourinha	4	Arb	Helio	Pio	Zof	Ane
<i>B. gaudichaudiana</i> DC.	Carqueja	1, 4	Sarb	Helio	Pio	Zof	Ane
<i>B. punctulata</i> DC.	Vassoura	4	Arb	Helio	Pio	Zof	Ane
<i>B. trimera</i> DC.	Carqueja	1, 2, 4	Sarb	Helio	Pio	Zof	Ane
<i>Erechtites valerianaefolia</i>	Caruru-	3	ET	Helio	Pio	Zof	Ane

Família/Nome científico	Nome popular	Zona	FB	AA	GE	Sín	
						Pol	Dis
DC.	amargoso						
<i>Eupatorium bupleurifolium</i> DC.	Vassoura-do-campo	1	Sarb	Helio/Escio/Higro	Pio	Zof	Ane
<i>E. intermedium</i> DC.	Eupatório	1, 2, 4	Sarb	Helio/Escio/Higro	Pio	Zof	Ane
<i>E. laevigatum</i> Lam.	Cambará-falso	1	Sarb	Helio/Higro	Pio	Zof	Ane
<i>E. vauthierianum</i> DC.	Eupatório	1, 3, 4	Sarb	Helio/Escio	Pio	Zof	Ane
<i>Mikania laevigata</i> Ach. Bip. Ex Baker	Guaco	1, 2	TH	Escio	Pio	Zof	Ane
<i>M. paranensis</i> Dusén	Micânia	1, 2, 3, 4	TH	Helio/Escio/Higro	Pio	Zof	Ane
<i>Piptocarpha tomentosa</i> Baker	Pau-toucinho	1, 2, 3	A	Helio/Higro/Meso	Pio	Zof	Ane
<i>Vernonia discolor</i> (Spreng.) Lees.	Vassourão-preto	1, 2, 3	A	Helio/Higro	Pio	Zof	Ane
<i>V. scorpioides</i> (Lamarck) Persoon	Erva-são-simão	1, 2, 4	TH	Helio/Higro	Pio	Zof	Ane
<i>V. tweedieana</i> Baker	Assa-peixe	2	Arb	Helio/Higro	Pio	Zof	Ane
Bignoniaceae							
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	Caroba	1	A	Helio/Higro/Meso	Pio	Zof	Ane
Bromeliaceae							
<i>Tillandsia</i> sp.	Cravo-do-mato	1, 4	Ep	Helio/Escio	Pio	Zof	Ane
<i>T. malleontii</i> Glaz. ex Mez	Cravo-do-mato	3	Ep	Helio/Escio	Pio	Zof	Ane
<i>T. recurvata</i> (Linnaeus) Linnaeus	Cravo-do-mato	1	Ep	Helio/Escio	Pio	Zof	Ane
<i>T. stricta</i> Lindl.	Cravo-do-mato	1, 2, 3, 4	Ep	Helio/Escio	Pio	Zof	Ane
<i>T. tenuifolia</i> L.	Cravo-do-mato	1, 2, 4	Ep	Helio/Escio	Pio	Zof	Ane
<i>T. usneoides</i> L.	Barba-de-velho	1, 2, 4	Ep	Helio/Escio	Pio	Zof	Ane
<i>Vriesea gigantea</i> Gaudichaud	Gravatá	4	Ep	Helio/Escio	Pio	Zof	Ane
<i>V. rodigasiana</i> E. Morren	Gravatá	1, 4	Ep	Helio/Escio	Pio	Zof	Ane
<i>V. vagans</i> (L. B. Smit) L. B. Smith	Gravatá	1, 2, 3, 4	Ep	Helio	Pio	Zof	Ane
Cannabaceae							
<i>Trema micrantha</i> Blume	Grandiúva	2	A	Helio	Pio	Zof	Zoc
Clethraceae							
<i>Clethra scabra</i> Pers.	Carne-de-vaca	1, 2, 3, 4	A	Helio	Pio	Zof	Ane
Clusiaceae							
<i>Clusia parviflora</i> (Sald.) Engl.	Criúva	1, 2, 4	A	Helio	Sta	Zof	Zoc
Cunoniaceae							
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	Carne-de-vaca	1, 2	A	Helio	Pio	Zof	Ane
Erythroxylaceae							

Família/Nome científico	Nome popular	Zona	FB	AA	GE	Sín	
						Pol	Dis
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.Hil.	Cocão	2	A	Helio	Pio	Zof	Zoc
Euphorbiaceae							
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Muell. Arg.	Tanheiro	1, 2, 3	A	Helio/Escio	Sin	Zof	Zoc
<i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Poepp. & Endl.	Cruzeiro	1	A	Helio/Escio	Sin	Ane	Zoc
Fabaceae							
<i>Desmodium adscendens</i> DC.	Pega-pega	1, 2, 3, 4	ET	Helio/Escio	Pio	Zof	Zoc
<i>D. canum</i> Schinz & Thell.	Pega-pega	2	ET	Helio	Pio	Zof	Zoc
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) O. Kuntze	Maricá	1, 2	A	Helio/Higro	Pio	Zof	Aut
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	Pau-de-cigarra	2	A	Helio	Pio	Zof	Ane
Lamiaceae							
<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	Gaioleiro	2	A	Helio	Sin	Zof	Ane
Lauraceae							
<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.	Canela	1	A	Higro/Meso /Escio	Cli	Zof	Zoc
<i>N. oppositifolia</i> Nees et Martius ex Ness	Canela- amarela	1, 2	A	Helio	Sta	Zof	Zoc
<i>Ocotea puberula</i> Ness	Canela-de- corvo	1	A	Helio	Cli	Zof	Zoc
Melastomataceae							
<i>Leandra australis</i> Cogn.	Pixirica	2	ET	Helio	Pio	Zof	Zoc
<i>Miconia cabucu</i> Hoehne	Pixiricão	1, 2	A	Helio/Escio	Pio	Zof	Zoc
<i>Ossaea amygdaloides</i> (DC.) Triana		1, 2, 3, 4	TH	Helio/Escio	Pio	Zof	Zoc
<i>Tibouchina ramboi</i> Brade	Quaresmeira	1, 2, 4	A	Helio	Sin	Zof	Ane
<i>T. sellowiana</i> Cogn.	Quaresmeira	1, 2, 3,	A	Helio/Escio	Sin	Zof	Ane
<i>T. urvilleana</i> Cogn.	Quaresmeira	4	A	Helio/Escio	Pio	Zof	Ane
<i>T. versicolor</i> Cogn.	Quaresmeira	1	ET	Helio/Escio	Pio	Zof	Ane
Meliaceae							
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Canjerana	1, 2	A	Helio	Sta	Zof	Zoc
Myrsinaceae							
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br.	Capororoca	1, 2, 3, 4	A	Helio/Higro	Sin	Ane	Zoc
<i>M. umbellata</i> (Mart. ex A. DC.) Mez	Capororocão	1, 2	A	Helio	Sin	Ane	Zoc
Myrtaceae							
<i>E. saligna</i> Sm.	Eucalipto	1, 2, 3, 4	A	Helio	Pio	Zof	Ane
<i>Eucalyptus citriodora</i> Hook.	Eucalipto- limão*	3, 4	A	Helio	Pio	Zof	Ane
<i>Myrcia fallax</i> DC.	Guamirim-de-	2	A	Helio/Higro	Sin	Zof	Zoc

Família/Nome científico	Nome popular	Zona	FB	AA	GE	Sín	
						Pol	Dis
	folha-miuda						
<i>Psidium cattleianum</i> Weinw.	Araçazeiro-amarelo	2	A	Helio/Higro	Sta	Zof	Zoc
Orchidaceae							
<i>Capanemia</i> sp.	Orquídea	2	Ep	Escio	Pio	Zof	Ane
<i>Epidendrum fulgens</i> A. Brongn.	Orquídea	2	ET	Helio/Escio	Pio	Zof	Ane
<i>Liparis nervosa</i> (Thunb.) Lindl.	Orquídea	1	ET	Helio/Escio	Pio	Zof	Ane
<i>Oncidium varicosum</i> Lindl.	Chuva-de-ouro	2	Ep	Escio	Pio	Zof	Ane
<i>Phymatidium myrtophilum</i> Barb.Rodr.	Orquídea	1, 2, 4	Ep	Escio	Pio	Zof	Ane
<i>Zygopetalum</i> sp.	Orquídea	3, 4	ET	Helio/Escio	Pio	Zof	Ane
Piperaceae							
<i>Piper gaudichaudianum</i> Kunth	Pariparoba	2	Arb	Helio/Higro	Sin	Zof	Zoc
Poaceae							
<i>Andropogon bicornis</i> L.	Capim-rabo-de-burro	1, 2, 3, 4	ET	Helio	Pio	Ane	Ane
<i>A. leucostachyus</i> H.B. & K.	Capim-colchão	1, 3, 4	ET	Helio	Pio	Ane	Ane
<i>Axonopus</i> sp.	Grama	4	ET	Helio	Pio	Ane	Zoc
<i>Axonopus</i> sp. 1	Grama	3	ET	Helio	Pio	Ane	Zoc
<i>A. obtusifolius</i> Chase	Grama-de-folha-larga	1	ET	Helio	Pio	Ane	Zoc
<i>Ichnanthus pallens</i> Munro ex Benth.	Capim-domato	1	ET	Escio/Higro	Cli	Ane	Zoc
<i>Merostachys</i> sp.	Taquara	1	Arb	Helio	Pio	Ane	Zoc
<i>Panicum sabulorum</i> Lam.	Capim-alastrador	4	ET	Escio/Helio	Pio	Ane	Zoc
<i>P. schwackeanum</i> Mez	Capim-do-banhado	2	ET	Helio/Escio/Higro	Pio	Ane	Zoc
<i>Paspalum</i> sp.	Capim	1, 2	ET	Helio	Pio	Ane	Zoc
<i>P. paniculatum</i> L.	Capim-vassoura	1	ET	Helio	Pio	Ane	Zoc
<i>P. polyphyllum</i> Nees ex Trin.	Capim-lanoso	1, 4	ET	Helio/Higro	Pio	Ane	Zoc
<i>P. mandiocanum</i> Trin.	Grama-de-macaé	1, 2	ET	Escio/Helio/Higro	Pio	Ane	Zoc
<i>Schizachyrium microstachyum</i> (Ham.) Roseng. B.R.Arill. & Izag.	Rabo-de-burro	4	ET	Helio	Pio	Ane	Ane
Rubiaceae							
<i>Coccocypselum lanceolatum</i> Pers.	Piririca	4	ET	Escio/Helio/Higro	Pio	Zof	Zoc
<i>Psychothrya longipes</i> Müll. Arg.	Erva-de-rato-de-folhas-	2	A	Helio/Higro	Sta	Zof	Zoc

Família/Nome científico	Nome popular	Zona	FB	AA	GE	Sín	
						Pol	Dis
	estreitas						
<i>Relbunium hypocarpium</i> Hemsl.	Saco-de-touro	2	ET	Helio	Pio	Zof	Zoc
Salicaceae							
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Chá-de-bugre	1, 2	A	Helio/Higro/Meso	Sin	Zof	Zoc
Sapindaceae							
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Camboatá	2	A	Higro/Meso	Pio	Zof	Zoc
<i>M. guianensis</i> Aubl.	Camboatá	1	A	Helio/Higro	Pio	Zof	Zoc
<i>Paullinia tragonia</i> Vell.	Cipó-timbó	1, 2	TH	Helio/Higro	Pio	Zof	Zoc
Solanaceae							
<i>Solanum variabile</i> Mart.	Jurubeba-velame	2	Arb	Helio/Higro	Pio	Zof	Zoc
Symplocaceae							
<i>Symplocus tenuifolia</i> Brand	Orelha-de-gato	1, 2, 3	A	Helio	Pio	Zof	Aut
Theaceae							
<i>Laplacea acutifolia</i> (Wawra) Kobuski		4	A	Helio	Pio	Zof	Zoc
Zingiberaceae							
<i>Hedychium coronarium</i> Koen.	Lírio-do-brejo*	1	ET	Escio/Helio/Higro	Pio	Zof	Zoc

*Espécie exótica

Nas quatro zonas selecionadas, Asteraceae foi mais bem representada com 17 espécies, correspondendo a 15% do número total de espécies encontradas e Poaceae com 14 espécies (12% do total), evidenciando o caráter pioneiro da comunidade que está se instalando no local e a capacidade destas espécies em colonizar ambientes alterados.

As demais famílias encontradas obedecem à seguinte ordem: Bromeliaceae com nove espécies (8% do total), Melastomataceae com sete espécies (6%), Orchidaceae com seis (5%), Polypodiaceae e Apocynaceae com cinco (4,5%) e Myrtaceae e Fabaceae, com quatro (3,5%). Do total de famílias encontradas, 42 (38% do total) estão representadas por apenas uma, duas ou três espécies (Figura 3).

As pteridófitas estavam representadas por 16 espécies, correspondendo a 14% do número total de espécies encontradas para comunidade vascular. Esse grupo mostrou-se importante para a área de estudo, por possuírem esporos que quando maduros são liberados e dispersos pelo vento, que encontrando condições

favoráveis germinm e cobrem grande parte da área. Tal foi o caso de *Lycopodium clavatum* e *L. complanatum*.

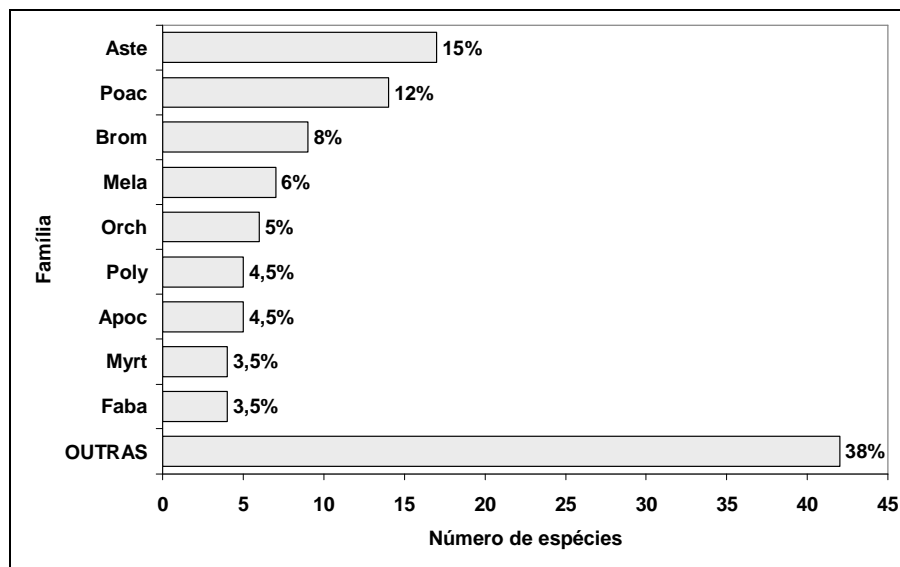


Figura 3: Distribuição do número total de espécies por família. Os nomes completos das famílias estão relacionados na Tabela 3, onde consta a comunidade vascular do levantamento florístico realizado em Rio Carvão Alto, Urussanga, SC.

Pela análise da tabela 3 que relaciona todas as espécies amostradas e figura 3, que apresenta o número de espécies por família, observa-se que a flora da comunidade vascular estudada, é característica de áreas mineradas a céu aberto para exploração de carvão e não recuperadas, conforme já registrado por Citadini-Zanette e Boff (1992), Santos (2003) e Remor (2004).

A tabela 4 apresenta os trabalhos realizados na região carbonífera sul-catarinense em áreas degradadas e evidencia que a vegetação espontânea sobre os estéreis da mineração a céu aberto, tem predomínio de espécies herbáceas terrícolas, sendo Asteraceae e Poaceae as que apresentaram maior número de espécies nos estudos realizados.

Tabela 4: Relação dos trabalhos realizados em áreas degradadas pela mineração de carvão no Sul de SC, com indicação do número de família e de espécies e o percentual das espécies de Asteraceae e Poaceae, famílias botânicas mais bem representadas nas áreas.

	Citadini-Zanette e Boff (1992)	Santos (2003)	Remor (2004)	Este estudo
Nº de Famílias	33	28	39	39
Nº de Espécies	97	83	108	113
Asteraceae (%)	22 (22,5%)	30 (36%)	16 (15%)	17 (15%)
Poaceae (%)	22 (22,5%)	10 (12%)	12 (11%)	14 (12%)

Nas quatro zonas selecionadas, dentre as dez famílias mais abundantes, Asteraceae apresentou o maior número de indivíduos (880) correspondendo a 30% do número total encontrado, seguida por Myrtaceae com 376 (10%), Melastomataceae com 309 (10%), Myrsinaceae com 303 (10%), Clethraceae com 278 (9%), Bromeliaceae com 217 (7%), Apocynaceae com 132 (4%), Fabaceae com 101 (3%), Poaceae com 97 (3%) e Orchidaceae com 84 (3%). Do total de indivíduos encontrados 290 (9% do total) estão representados por 33 famílias (Figura 4).

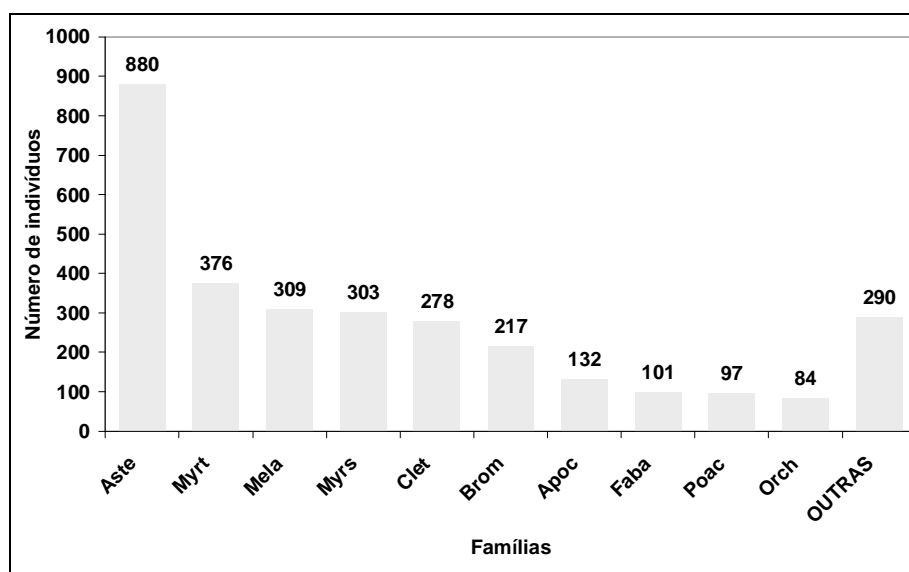


Figura 4: Distribuição do número de indivíduos amostrados nas dez famílias mais abundantes. Os nomes completos das famílias estão relacionados na tabela 3, onde consta a comunidade vascular do levantamento florístico realizado em Rio Carvão Alto, Urussanga, SC.

Das árvores, Myrtaceae apresentou maior abundância com 376 indivíduos, no entanto apenas duas espécies nativas foram encontradas na área e com sete indivíduos; os demais pertenciam a *Eucalyptus saligna* com 351 indivíduos e *E. citriodora* com 18, evidenciando baixa diversidade de espécies nativas desta família em áreas degradadas. Mantovani (1993), Citadini-Zanette (1995), Santos (2003) e Martins (2005), relataram que em áreas bem preservadas Myrtaceae encontra-se entre as mais representadas em número de espécies, o que caracteriza, em termos de riqueza florística, a degradação da área estudada.

Citadini-Zanette et al., (2002) ressaltam ainda a importância da família Myrtaceae para recuperação de áreas degradadas ao abordarem aspectos florísticos e fitossociológicos das espécies que ocorrem na região carbonífera no sul de Santa Catarina.

Os gêneros mais representativos da comunidade vascular foram *Tillandsia* com seis espécies (5,3% do total), *Baccharis* com cinco (3,8%), *Eupatorium* e *Paspalum* com quatro (3,5%) (Tabela 3).

Nos estudos realizados por Citadini-Zanette e Boff (1992) e Santos (2003) em estéreis da mineração de carvão no Sul de Santa Catarina, os gêneros *Baccharis*, *Eupatorium* e *Paspalum* também apareceram como predominantes dentre os demais, podendo representar um padrão para áreas degradadas pela mineração de carvão a céu aberto, na escala sucessional.

O grupo das espécies pioneiras é considerado como chave para o processo de recuperação, pois estas espécies são responsáveis pelo impulso inicial, rápido recobrimento do solo e por criar condições para outras espécies se estabelecerem.

Na zona 1, entre as pilhas de estéreis da mineração, obteve-se maior número de espécies (70) correspondendo a 35% do número total registrados para o local de estudo. As espécies encontravam-se desenvolvendo em pilhas compostas por associação de blocos e matacões de arenito friável, seixos e grânulos de siltito e folhelho alterados, dando origem ao desenvolvimento de solo silte-argiloso cinza-amarelado, com partículas de rejeitos de mais ou menos 1 cm (pouco), alterados, com pirita bem alterada e formação de minerais secundários como sulfetos verde-amarelados e presença de galhos e folhas, formando um pequeno acúmulo de serrapilheira

A zona 2, em pilhas de estéreis em contato com rejeito, apresentou 60 espécies, correspondendo a 30% do número total de espécies encontradas. Nesta situação o substrato era composto por uma associação de partículas de rejeito (grânulos), folhelho cinza e siltito, com presença de raízes, galhos e folhas; solo em desenvolvimento, com tonalidade cinza.

Na zona 3, em rejeito originado do beneficiamento de carvão mineral, obteve-se menor número de espécies (21), correspondendo a 11% do número total de espécies encontradas, que estavam desenvolvendo-se em substrato rochoso, composto essencialmente por grânulos e seixos de rejeito de carvão mineral alterado, com presença de poucas folhas de *Eucalyptus*.

Na zona 4, no topo das pilhas de estéreis da mineração, foram registradas 48 espécies, correspondendo a 24% do número total de espécies encontradas. Neste local o substrato estava formado por blocos de arenito branco com manchas laranjas, oriundas de precipitados de oxi-hidróxido de ferro, associados à seixos e

grânulos de siltito; solo em desenvolvimento com tonalidade ocre, com presença de poucas raízes e folhas.

Sintetizando, em termos de riqueza florística por zona amostrada, destaca-se a zona 1 com 70 (35%) espécies, seguida pelas zonas 2 com 60 ou 30%, 4 com 48 ou 24% e zona 3 com 21 espécies ou 11% do total.

Comparando floristicamente este estudo com os realizados por Citadini-Zanette e Boff (1992) e Santos (2003) sobre estéreis da mineração de carvão, obteve-se pelo índice qualitativo de Sorensen, para o primeiro 33,33% e para o segundo o percentual de 39,21%, não havendo similaridade entre as áreas estudadas.

Esta dissimilaridade pode ser atribuída:

- a) Ao tempo de abandono das áreas que poderia ser um fator determinante; no entanto, observa-se que áreas mais antigas podem apresentar menor diversidade específica (nem sempre em áreas mineradas mais antigas, a sucessão secundária está mais adiantada e com maior número de espécies).
- b) A maior retenção de água no substrato, bem como, ao grau de inclinação e exposição das encostas.
- c) As condições diferenciadas de substrato (os demais trabalhos não contemplaram áreas com rejeitos e os vales entre pilhas de estéreis);
- d) Ao menor aporte de propágulos de remanescentes florestais próximos, diferentemente das áreas estudadas pelos outros autores, que contribuíram com maior número de espécies encontradas na área de estudo (Tabela 5).

O valor do Índice de Diversidade de Shannon (H'), obtido para o presente estudo foi de 3,47 nats e a equabilidade (E) foi de 0,73, com riqueza específica igual a 113.

Esses valores são muito próximos aos obtidos por Santos (2003) que registrou $H' = 3,1$ nats e $E = 0,69$ para equabilidade, com riqueza igual a 83 espécies.

Tabela 5: Relação das espécies arbóreas, arbustivas, ervas terrícolas e trepadeiras herbáceas, amostradas em levantamentos florísticos realizados em pilhas de estereis da mineração na região carbonífera Sul Catarinense, onde: **1** - Citadini-Zanette e Boff (1992), **2** - Santos (2003) e **3** - Este estudo.

FAMÍLIA/Nome científico	Nome popular	1	2	3
PTERIDOPHYTA				
CYATHEACEAE				
<i>Cyathea atrovirens</i> (Langsd. & Fisch.) Domin.				x
<i>C. delgadii</i> Sternb.	Samambaia			x
DRYOPTERIDACEAE				
<i>Elaphoglossum</i> cf. <i>burchellii</i> (Bak.) C. Chr.				x
<i>Rumohra adiantiformis</i> (G.Forst.) Ching			x	x
GLEICHENIACEAE				
<i>Dicranopteris flexuosa</i> (Schrader) Underwood	Gleiquênia-tortuosa			x
<i>Gleichenia flexuosa</i> (Schrader) Mett.		x	x	
LYCOPODIACEAE				
<i>Lycopodium cernuum</i> L.		x	x	
<i>L. clavatum</i> L.	Licopódio		x	x
<i>L. complanatum</i> L.	Licopódio			x
POLYPODIACEAE				
<i>Niphidium rufosquamatum</i> Lellinger			x	
<i>Polypodium lepidopteris</i> Sod.	Samambaia		x	x
PTERIDACEAE				
<i>Pityrogramma calomelanos</i> (Linn.) Kuhn	Samambaia	x	x	x
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	Samambaia-das-taperas	x	x	x
PINOPHYTA				
PINACEAE				
<i>Pinus elliottii</i> Engelm.	Pinus			x
MAGNOLIOPHYTA				
ACANTHACEAE				
<i>Blechnum glandulosum</i> Link	Blecno, samambaia	x	x	
ANNONACEAE				
<i>Annona cacans</i> Warm.	Cortição		x	
<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.	Pindaíba			x
APIACEAE				
<i>Centella asiatica</i> (Linn.) Urban	Pé-de-cavalo	x	x	x
APOCYNACEAE				
<i>Ditassa subulata</i> J.R.Johnston	Erva-de-rato			x
<i>Mandevilla atrovioleacea</i> (Stadelm.) R. E. Woodson	jalapa-silvestre			x
<i>Mandevilla urophylla</i> (Hook. F.) Woodson	jalapa-silvestre			x
<i>Orthosia urceolata</i> E.Fourn.				x
<i>Oxypetalum wightianum</i> Hook. & Arn.	Cipó-de-leite			x
ARECACEAE				
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	Palmito			x

FAMÍLIA/Nome científico	Nome popular	1	2	3
ASTERACEAE				
<i>Achyrocline satureioides</i> Gardn.	Marcela	x	x	x
<i>Ageratum conyzoides</i> L.		x		
<i>Baccharidastrum triplinervium</i> (Less.) Cabr.	Erva-santa		x	
<i>Baccharis anomala</i> DC.			x	
<i>B. brachylaenoides</i> DC.	Vassoura			x
<i>B. dracunculifolia</i> DC.	Vassourinha	x	x	x
<i>B. gaudichaudiana</i> DC.	Carqueja			x
<i>B. leucopappa</i> DC.		x		
<i>B. punctulata</i> DC.	Vassoura	x	x	x
<i>B. semiserrata</i> G.M. Barroso			x	
<i>B. spicata</i> (Lam.) Baill.			x	
<i>B. trimera</i> (Less.) DC.	Carqueja	x	x	x
<i>B. uncinella</i> DC.			x	
<i>Elephantopus mollis</i> HBK		x		
<i>Emilia coccinea</i> (Sims) Sweet		x		
<i>Erechtites valerianaefolia</i> DC.	Caruru-amargoso	x	x	x
<i>Eupatorium inulaefolium</i> H. B. K.	Cambará		x	
<i>E. bupleurifolium</i> DC.	Vassoura-do-campo			x
<i>E. gaudichaudianum</i> DC.	Eupatório		x	
<i>E. intermedium</i> DC.	Eupatório		x	x
<i>E. inulaefolium</i> HBK	Cambará	x		
<i>E. laevigatum</i> Lam.	Cambará-falso		x	x
<i>E. vauthierianum</i> DC.	Eupatório			x
<i>E. verbenaceum</i> DC.	Cambará		x	
<i>Gamochaeta spicata</i> (Lam.) Cabr.			x	
<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less) Cabr.	Cambará	x		
<i>Mikania glomerata</i> Sprengel	Guaco		x	
<i>M. hirsutissima</i> DC.	Guaco-cabeludo		x	
<i>M. laevigata</i> Ach. Bip. Ex Baker	Guaco			x
<i>M. paranensis</i> Dusén	Micânia		x	x
<i>M. trinervis</i> Hook. & Arn.	Guaco		x	
<i>Piptocarpha tomentosa</i> Baker	Pau-toucinho			x
<i>Pterocaulon rugosum</i> Malme			x	
<i>Senecio brasiliensis</i> (Spreng.) Less	Flor-das-almas	x	x	
<i>Solidago chilensis</i> Meyen	Erva-lanceta	x	x	
<i>Symphypappus casarettoi</i> B.L.Rob.	Vassoura-do-campo		x	
<i>Vernonia discolor</i> (Spreng.) Lees.	Vassourão-preto		x	x
<i>V. pinguis</i> Griseb.		x		
<i>V. puberula</i> Less.	Vassourão-do-brejo		x	
<i>V. scorpioides</i> (Lamarck) Persoon	Erva-são-simão		x	x
<i>V. tweedieana</i> Baker	Assa-peixe	x	x	x

FAMÍLIA/Nome científico	Nome popular	1	2	3
BEGONIACEAE				
<i>Begonia cucullata</i> Willd.	Begonia-do-brejo		x	
BIGNONIACEAE				
<i>Pyrostegia venusta</i> (Ker-Gawl) Miers	Cipó-de-são-joão	x		
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	Caroba			x
CANNABACEAE				
<i>Trema micrantha</i> Blume	Grandiúva	x	x	x
CLETHRACEAE				
<i>Clethra scabra</i> Pers.	Carne-de-vaca	x	x	x
CLUSIACEAE				
<i>Clusia parviflora</i> (Sald.) Engl.	Criúva			x
CONVOLVULACEAE				
<i>Merremia dissecta</i> (Jacq.) Hallier		x		
CUNONIACEAE				
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	Carne-de-vaca		x	x
<i>Weinmannia paulliniifolia</i> Pohl. ex Ser.	Gramimunha		x	
ERYTHROXYLACEAE				
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.Hil.	Cocão			x
EUPHORBIACEAE				
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Muell. Arg.	Tanheiro	x		x
<i>Croton celtidifolius</i> Baill.	Sangue-de-drago	x	x	
<i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Poepp. & Endl.	Cruzeiro			x
FABACEAE				
<i>Desmodium adscendens</i> DC.	Pega-pega	x	x	x
<i>D. canum</i> Schinz & Thell.	Pega-pega			x
<i>D. incanum</i> DC.	Pega-pega	x		
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) O. Kuntze	Maricá	x	x	x
<i>M. scabrella</i> Benth.	Bracatinga		x	
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	Pau-de-cigarra	x		x
HYPOXIDACEAE				
<i>Hypoxis decumbens</i> L.			x	
LAMIACEAE				
<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	Gaioleiro		x	x
LAURACEAE				
<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.	Canela			x
<i>N. oppositifolia</i> Nees et Martius ex Ness	Canela-amarela			x
<i>Ocotea puberula</i> Ness	Canela-de-corvo			x
MALVACEAE				
<i>Sida rhombifolia</i> L.	Guanxuma	x		
MELASTOMATACEAE				
<i>Leandra australis</i> Cogn.	pixirica	x	x	x
<i>Miconia cabucu</i> Hoehne	Pixiricão			x

FAMÍLIA/Nome científico	Nome popular	1	2	3
<i>M. ligustroides</i> (DC.) Naudin	Jacatirão-do-brejo		x	
<i>Ossaea amygdaloides</i> (DC.) Triana			x	x
<i>Tibouchina ramboi</i> Brade	Quaresmeira	x	x	x
<i>T. sellowiana</i> Cogn.	Quaresmeira	x	x	x
<i>T. urvilleana</i> Cogn.	Quaresmeira			x
<i>T. versicolor</i> Cogn.			x	x
MELIACEAE				
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Canjerana			x
MYRSINACEAE				
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br.	Capororoca	x	x	x
<i>M. umbellata</i> (Mart. ex A. DC.) Mez	Capororocão			x
MYRTACEAE				
<i>Eucalyptus citriodora</i> Hook.	Eucalipto-limão			x
<i>E. saligna</i> Sm.	Eucalipto-azul-de-sidney			x
<i>Myrcia fallax</i> DC.	Guamirim-de-folha-miuda		x	x
<i>Psidium cattleianum</i> Weinw.	Araçazeiro-amarelo			x
ORCHIDACEAE				
<i>Epidendrum fulgens</i> A.Brongn.	Orquídea			x
<i>Liparis nervosa</i> (Thunb.) Lindl.	Orquídea		x	x
PASSIFLORACEAE				
<i>Passiflora alata</i> Dryander	Maracujá	x		
PIPERACEAE				
<i>Piper gaudichaudianum</i> Kunth	Pariparoba			x
POACEAE				
<i>Andropogon bicornis</i> L.	Capim-rabo-de-burro	x	x	x
<i>A. leucostachyus</i> H.B. & K.	Capim-colchão		x	x
<i>Axonopus fissifolius</i> (Raddi)	Gramma-missioneira	x	x	
<i>A. obtusifolius</i> Chase	Gramma-de-folha-larga			x
<i>Cortaderia selloana</i> (Schult.) A & G.	Capim-dos-pampas	x	x	
<i>Ichnanthus pallens</i> Munro ex Benth.	Capim-do-mato			x
<i>Panicum gouinii</i> Fournier	Gramma-portuguesa		x	
<i>P. helobium</i> Mez ex Henrard	Capim-do-banhado	x		
<i>P. sabulorum</i> Lam.	Capim-alastrador	x		x
<i>P. schwackeanum</i> Mez	Capim-do-banhado			x
<i>P. superatum</i> Hack.			x	
<i>P. trichantum</i> Nees	Capim-mimoso	x		
<i>Paspalum conjugatum</i> Bergius	Gramma-comum	x		
<i>P. mandiocanum</i> Trin.	Gramma-de-macaé	x		x
<i>P. paniculatum</i> L.	Capim-vassoura	x		x
<i>P. polyphyllum</i> Nees ex Trin.	Capim-lanoso			x
<i>P. pumilum</i> Nees	Gramma-kikuio		x	
<i>P. urvillei</i> Steudel	Capim-das-estradas	x		

FAMÍLIA/Nome científico	Nome popular	1	2	3
<i>Rhynchelytrum repens</i> (Willd.)	Capim-gafanhoto	x		
<i>Schizachyrium microstachyum</i> (Ham.) Roseng. , B.R.Arill. & Izag.	Rabo-de-burro		x	x
ROSACEAE				
<i>Rubus erithrocladus</i> Mart.	Amora-branca	x		
RUBIACEAE				
<i>Coccocypselum cf. condalia</i> Pers.			x	
<i>C. lanceolatum</i> Pers.				x
<i>Diodia alata</i> Nees et Mart.	Erva-de-lagarto	x		
<i>D. radula</i> Cham. et Schlecht		x	x	
<i>Psychothrya longipes</i> Müll. Arg.				x
<i>Relbunium hypocarpium</i> Hemsl.	Saco-de-touro		x	x
SALICACEAE				
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Chá-de-bugre			x
SAPINDACEAE				
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Camboatá			x
<i>M. guianensis</i> Aubl.	Camboatá			x
<i>Paullinia trigonia</i> Vell.	Cipó-timbó			x
SCROPHULARIACEAE				
<i>Scoparia dulcis</i> L.	Tupiçaba, vassourinha		x	
SOLANACEAE				
<i>Solanum erianthum</i> D. Don.	Fumo-bravo	x		
<i>S. lacerdae</i> Dusén	Uva-do-mato	x		
<i>S. variabile</i> Mart.	Jurubeba-velame	x		x
SYMPLOCACEAE				
<i>Symplocus tenuifolia</i> Brand	Orelha-de-gato		x	x
THEACEAE				
<i>Gordonia acutifolia</i> (Wawra) Kobuski				x
ZINGIBERACEAE				
<i>Hedychium coronarium</i> Koen.	Lírio-do-brejo			x

As espécies amostradas no presente estudo, e as relacionadas na Tabela 5, pela condição em que se desenvolvem, refletem ampla tolerância a variações ambientais extremas.

Quanto à forma biológica foram registrados para a comunidade vascular estudada 38 árvores (34% do total), 35 ervas terrícolas (31%), 16 epífitas (14%), 10 trepadeiras herbáceas (9%) e sete arbustos e subarbustos ambos com 6%.

Das 113 espécies encontradas na comunidade vascular, *Eucalyptus saligna* foi mais abundante com 351 indivíduos, seguida por *Myrsine coriacea* com 301 e *Clethra scabra* com 278 indivíduos. O uso de espécies exóticas como *Eucalyptus* e

Pinus nos processos de recuperação das áreas mineradas e entorno podem comprometer a dinâmica sucessional da vegetação (Figura 5).

De acordo com Ziller (2001), a contaminação biológica se expande pela adaptação e naturalização das espécies exóticas introduzidas, alterando a fisionomia e a função dos ecossistemas, podendo levar ao declínio populações de plantas nativas, diminuindo a variabilidade genética e comprometendo a resiliência da área.

Em áreas de mineração a céu aberto pode ser observado a regeneração natural dessas espécies, principalmente de *Eucalyptus saligna* por ser pioneira, mais resistente, com dispersão anemocórica a grande distância e com baixa dependência de polinizadores. No entanto, a maioria dessas áreas são cobertas por vegetação herbácea terrícola que, segundo Citadini-Zanette (1984) e Citadini-Zanette; Baptista (1989), constituem um grupo ainda pouco estudado para ecossistemas florestais e para esta condição (CITADINI-ZANETTE; BOFF, 1992; SANTOS, 2003). Na área a espécie herbácea terrícola com maior número de indivíduos foi *Andropogon bicornis* (47), seguida por *Lycopodium clavatum* (39), *Desmodium adscendens* com 35 indivíduos (Figura 5).

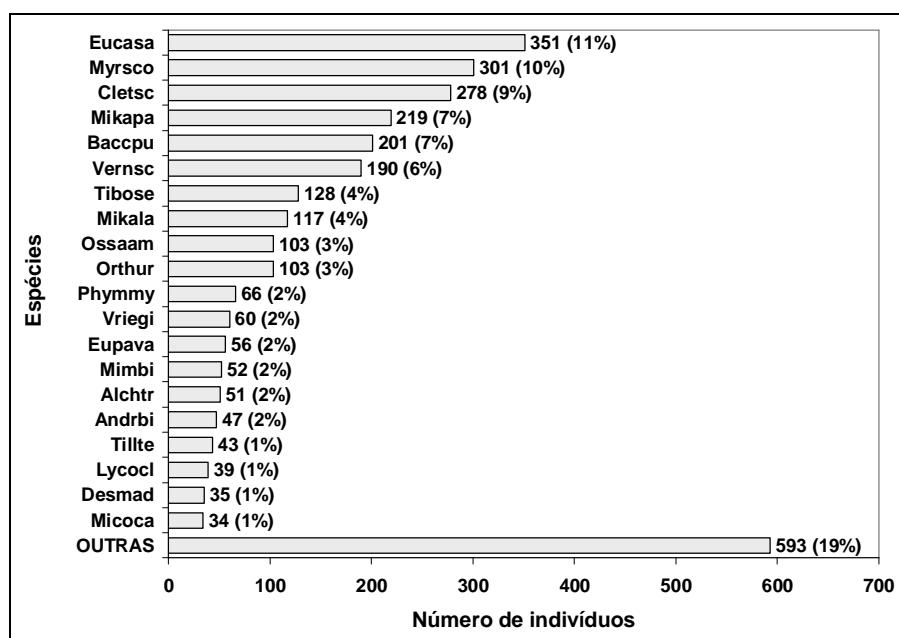


Figura 5: Distribuição do número de indivíduos amostrados das 20 espécies mais abundantes do levantamento florístico da comunidade vascular. Os nomes completos das espécies estão relacionados na Tabela 3, Rio Carvão Alto, Urussanga, SC.

Waechter (1992) faz ampla abordagem sobre a importância ecológica do epifitismo nas comunidades florestais, caracterizadas pelo grande número de epífitos. No presente estudo, Bromeliaceae e Orchidaceae apresentaram maior número de espécies corroborando com estudos realizados em formações florestais mais preservadas (Brasil, 1994), embora a área estudada apresenta-se fortemente degradada. Foram registradas com maior número de indivíduos *Phymatidium myrtophilum* (66), e *Vriesea gigantea* (59) estando a maioria dos indivíduos desenvolvendo-se sobre *Clethra scabra* (54% e 39% respectivamente) (Figura 6).

As espécies epífíticas encontradas na área de estudo são mencionadas como de ocorrência em estádios iniciais de ambientes alterados, de acordo com Gonçalves; Waechter (2002). O predomínio de espécies epífíticas pioneiras pode ser atribuída a uma série de fatores, entre eles produção de grande quantidade de diásporos e a resistência às condições de maior insolação encontrada em árvores menores, conferindo-lhes a capacidade de colonizar rapidamente os forófitos jovens.

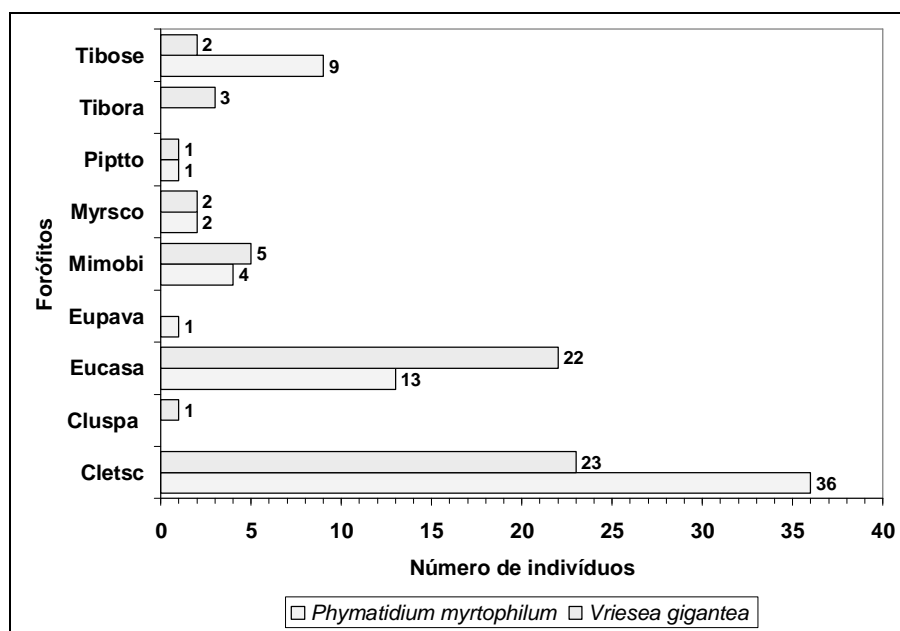


Figura 6: Distribuição do número de indivíduos amostrados de *Phymatidium myrtophilum* e *Vriesea gigantea* em nove árvores hospedeiras (forófitos) no levantamento florístico da comunidade vascular. Os nomes completos das espécies estão relacionados na Tabela 3. Rio Carvão Alto, Urussanga, SC.

Já em relação as lianas Mueller-Dombois; Ellenberg, (1974) consideraram como plantas que germinam no solo, mantêm-se enraizadas durante toda a vida e escalam um suporte.

Putz (1984) define as lianas como diferentes tipos de plantas escandentes, herbáceas ou lenhosas. Crescem em locais com exigência de luz abundante e pequena competição por parte das árvores, condições estas que refletem habitats com distúrbios causados por agentes naturais ou antropogênicos, como na mineração de carvão a céu aberto (PUTZ, 1984; HORA; SOARES, 2002).

Segundo Gentry (1991) 26 famílias de angiospermas incluem 85% de todas as lianas do Novo Mundo e as mais ricas em espécies são Apocynaceae, Convolvulaceae, Leguminosae, Asteraceae, Bignoniaceae, Malpighiaceae, Sapindaceae, Passifloraceae e Cucurbitaceae. Dessas dez famílias mais representativas, somente quatro são encontradas no presente estudo e com baixa diversidade (Tabela 3).

Além de árvores, arbustos e herbáceas terrícolas, o recrutamento de outras formas de vida, como lianas, é essencial para criação de uma estrutura semelhante à encontrada nas florestas tropicais (TUCKER; MURPHY, 1997).

Hora e Soares (2002), relatam que lianas herbáceas ocorrem geralmente em baixa densidade em áreas degradadas. No presente estudo foram registradas como trepadeiras herbáceas 10 espécies, com 778 indivíduos (Figura 7). Segundo Font Quer (1985), as trepadeiras herbáceas são plantas volúveis ou não, a maioria com caules sarmentosos, que sobem até a copa das árvores em busca de luz produzindo folhas e flores.

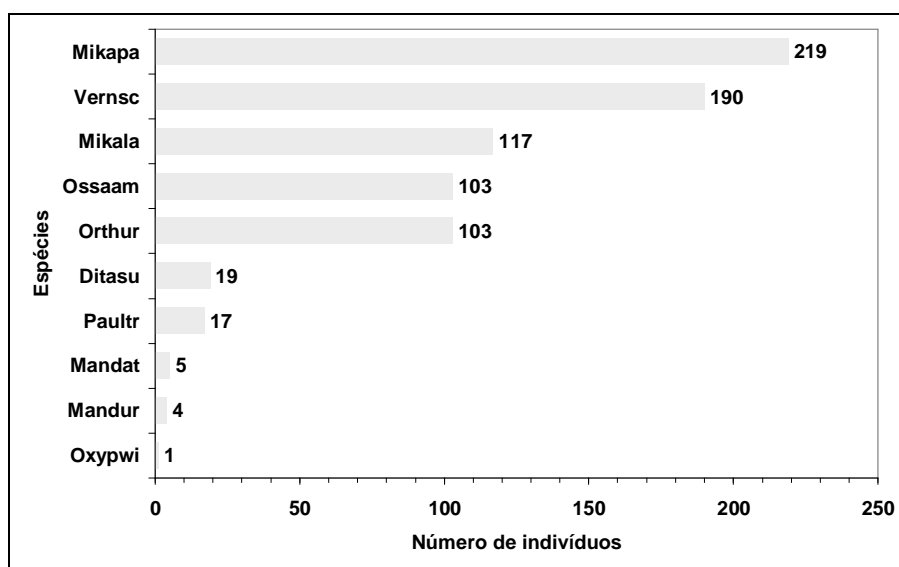


Figura 7: Distribuição número de indivíduos amostrados das 10 espécies trepadeiras herbáceas no levantamento florístico da comunidade vascular. Os nomes completos das espécies estão relacionados na Tabela 3. Rio Carvão Alto, Urussanga, SC.

Com relação às adaptações ambientais as espécies encontradas foram enquadradas nos quatro grupos consideradas: heliófita, esciófita, higrófitas e mesófitas. Observou-se que uma mesma espécie pode apresentar mais de um tipo de adaptação ambiental, citando-se como exemplo *Mikania paranensis*, que é ao mesmo tempo heliófita, esciófita e higrófitas, entre outras espécies (Tabela 3 e Figura 8). Das espécies encontradas as heliófitas foram as que apresentaram maior número, reafirmando a condição pioneira que caracteriza o início da sucessão ecológica secundária, seguida pelas heliófitas/esciófitas que evidencia a dinâmica sucessional já em fase de transição.

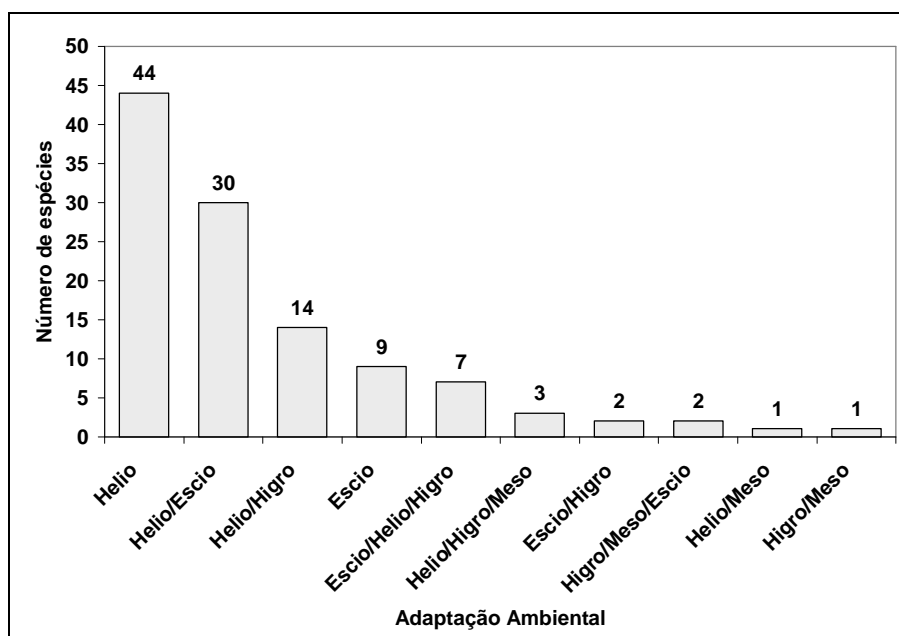


Figura 8: Distribuição do número de espécies amostradas no levantamento florístico da comunidade vascular com suas respectivas adaptações ambientais. Rio Carvão Alto, Urussanga, SC.

De acordo com a classificação de Budowski (1965, 1970) as espécies encontradas foram agrupadas como pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e climáticas. Das 113 espécies registradas, 78% corresponderam às pioneiras, 9% às secundárias iniciais, 5% às secundárias tardias e 8% às espécies climáticas (Tabela 3 e Figura 9).

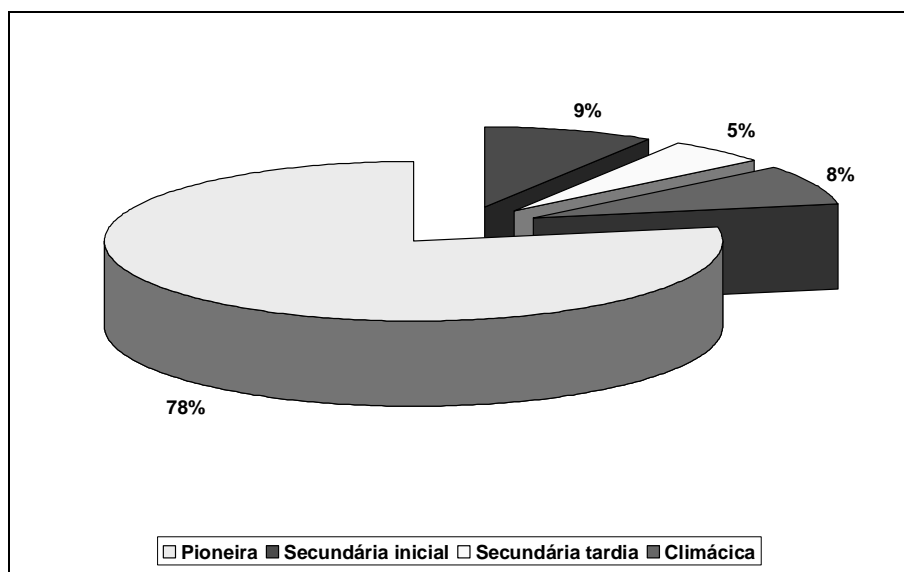


Figura 9: Distribuição dos grupos ecológicos (%) das espécies encontradas no levantamento florístico da comunidade vascular. Rio Carvão Alto, Urussanga, SC.

Os grupos ecológicos sucessionais tem sido o ponto focal para a construção de modelos de associação de espécies na recuperação de áreas degradadas, visando criar novos ecossistemas que permitam não só o desenvolvimento das espécies vegetais estabelecidas, mas também dos seus organismos associados, tanto de vegetais como animais, além de microorganismos (KAGEYAMA; GANDARA, 2003).

Carpanezzi et al. (1990) ressaltam a importância das espécies pioneiras nativas, principalmente as herbáceas e arbustos ruderais da região, para recuperação de áreas degradadas, que potencialmente garantirão as etapas seguintes do processo sucessional e conseqüente recuperação da área.

No entanto, em áreas de mineração de carvão a sucessão natural demonstra resultado limitado na recuperação, quando não há intervenção do homem no processo. Um dos fatores que limitam a sucessão é o fato das áreas degradadas apresentarem topografia desfavorável, geralmente em pilhas de estéreis que dificulta a colonização da vegetação, apenas espécies bem adaptadas são capazes de se propagar nestes locais (PRACH *et al.*, 1999).

Os autores op. cit. ressaltam ainda que a vegetação espontânea mesmo em pilhas de estéreis contribuem para a estabilização de substratos, além de promover refúgio para muitos organismos.

Nos municípios de Lauro Müller, Treviso e Urussanga ainda são praticadas mineração de carvão a céu aberto. Neste tipo de extração ocorre a retirada de toda a vegetação, sendo necessária à recuperação imediata ou simultânea das áreas

atingidas. Quando não recuperada, a vegetação que surge espontaneamente nestas áreas é constituída por plantas pioneiras e ruderais (CITADINI-ZANETTE; BOFF, 1992).

A maioria das espécies arbóreas amostradas são pioneiras, de crescimento rápido e ocorrem no âmbito da Floresta Atlântica (KLEIN, 1980; FALKENBERG, 1999) e por esse motivo são recomendadas em projetos de recuperação ambiental, principalmente em áreas mineradas a céu aberto.

A ocorrência de grande número de indivíduos e espécies do grupo ecológico das pioneiras são características da sucessão inicial em áreas degradadas pela mineração de carvão a céu aberto, melhorando as condições ambientais do local e favorecendo na sucessão ecológica secundária.

Em todas as quatro zonas o maior número de espécies foi representado pelas pioneiras, seguido pelas secundárias iniciais, que segundo Whitmore (1978) e Gómez-Pompa; Vasquez-Yanes (1981) desempenham alto valor ecológico na comunidade durante o processo sucessional, pelo fato de se desenvolverem em áreas degradadas, apresentam rápido crescimento, curto ciclo de vida, com produção de muitas sementes dispersas por agentes generalistas e formam o banco de sementes com viabilidade por longo período (Tabela 3 e Figura 10).

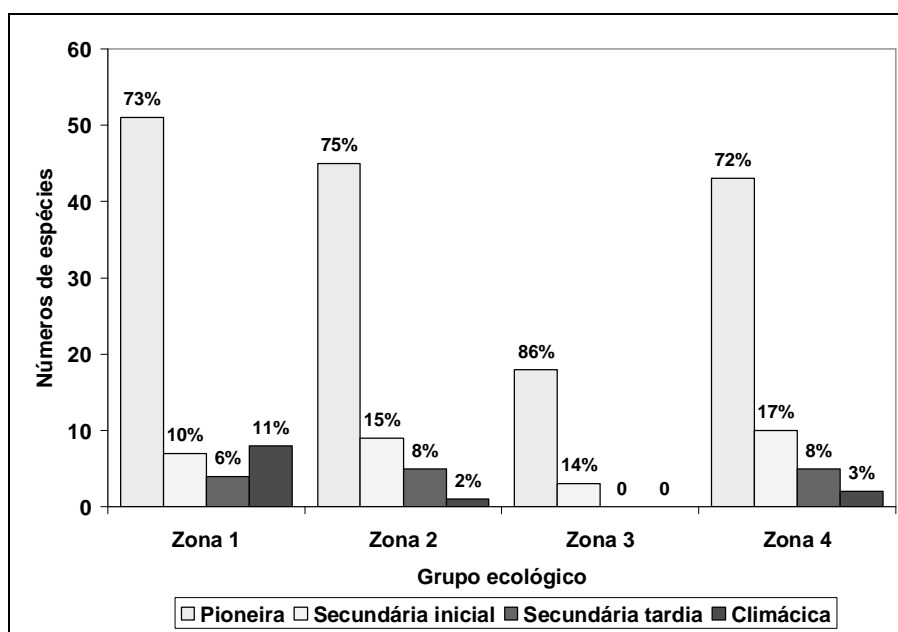


Figura 10: Distribuição dos grupos ecológicos (%) das espécies encontradas nas quatro zonas amostradas no levantamento florístico da comunidade vascular. Rio Carvão Alto, Urussanga, SC.

A área estudada localiza-se em região altamente degradada pela mineração de carvão a céu aberto, onde grande parte dos recursos florestais estão esgotados, o que pode comprometer e/ou interromper o processo sucessional natural na região. Neste contexto, a fauna associada à vegetação pode ser considerada componente chave para a manutenção do processo dinâmico-sucessional nas formações florestais secundárias, onde entre essas interações destacam-se a polinização e a dispersão (GUEVARA et al. 1986; GUEVARA; LABORDE 1993; MCCLANAHAN; WOLFE 1993; ROBINSON; HANDEL 1993; WUNDERLE JR. 1997; REIS; KAGEYAMA, 2003, MARTINS, 2005).

Outro fator relacionado à polinização é a fragmentação de habitats que nossas formações florestais vêm sofrendo nas últimas décadas, estendendo seus efeitos sobre os polinizadores e conseqüentemente sobre as plantas, sendo objeto de estudo de diversos autores, que buscam estabelecer a susceptibilidade dos polinizadores e das plantas com o quadro de fragmentação existente hoje (MAWDSLEY et al. 1998).

Muitas populações de plantas nativas e seus polinizadores estão diminuindo devido ao aumento da fragmentação florestal e de áreas degradadas, prevendo-se que aproximadamente 20.000 espécies de plantas dentro das próximas décadas terão declínio em suas populações devido à relação de interdependência com seus polinizadores (ALLEN-WARDELL et al., 1998).

Em função da fragmentação decorrente da mineração de carvão, diversos autores têm buscado entender as interações dos polinizadores e dispersores das plantas no Sul de Santa Catarina (CITADINI-ZANETTE, 1995; ZOUCAS, 2002; SANTOS, 2003; REMOR, 2004; MARTINS, 2005). Dados encontrados por esses autores e do presente estudo encontram-se na Tabela 6. Na área estudada, a polinização zoofílica abrangeu 79 espécies (81%) seguida pela anemofílica com 18 (19%) (Tabela 6).

Tabela 6: Relação dos trabalhos realizados em áreas degradadas pela mineração de carvão no Sul de Santa Catarina, com dados sobre síndromes de polinização e dispersão, onde: 1=Orleans, SC (28° 21' S, 49° 17' W, altitude de 285 m); 2=Sul do Estado de SC (28° 30' e 29° 20' S e 48° 30' e 50° 10' W); 3=Siderópolis, SC (28° 35' 52" S e 49° 25' 28" W); 4=Siderópolis, SC, Projeto M (28° 34' S e 49° 24' W); 5=Siderópolis, SC (28° 35' 52" S e 49° 25' 28" W) e 6=Este estudo. Hábito (Háb.) onde: árvore (A); arbusto (Arb) e todos os hábitos (Todos). Síndrome de polinização onde: Zof – zoófila, Ane – anemófila e de dispersão onde: Zoc – Zoocórica, Ane – Anemocórica, Aut – Autocórica e Hid – hidrocórica.

Autores	Local*	Háb.	N° spp.	Síndromes					
				Polinização (%)		Dispersão (%)			
				Zof	Ane	Zoc	Ane	Aut	Hid
Citadini-Zanette (1995)	1	A/Arb	118	-	-	106 (89,4)	8 (6,8)	4 (3,4)	-
Zoucas (2002)	2	Todos	981	920 (93,8)	61 (6,2)	630 (64)	245 (25)	90 (9)	16 (2)
Santos (2003) Fragmento 1	3	A/Arb	85	81 (95,3)	4 (4,7)	79 (92,9)	3 (3,5)	3 (3,5)	-
Santos (2003) Fragmento 2	3	A/Arb	81	71 (93,4)	5 (6,6)	60 (78,9)	11 (14,5)	5 (6,6)	-
Remor (2004)	4	Todos	108	88 (84)	17 (16)	65 (62)	36 (34)	4 (4)	-
Martins (2005)	5	A	109	103 (94,5)	6 (5,5)	89 (81,7)	5 (4,6)	15 (13,8)	-
Este estudo	6	Todos	113	79 (81)	18 (19)	42 (39)	53 (55)	2 (2)	-

Alves-dos-Santos (1998), informa que milhares de plantas nativas e boa parte das plantas cultivadas são polinizadas por abelhas, ou seja, dependem do serviço das abelhas para formação de sementes e frutos. Acrescenta que a perda dos polinizadores pode causar desde a redução da produção de sementes e frutos, até em ultima instância, a extinção da planta.

Mais de 90% das espécies de plantas que produzem flores nas florestas tropicais são polinizadas por animais, principalmente insetos. As abelhas em geral provavelmente polinizam o maior número de espécies, principalmente entre as árvores do estrato superior da floresta. Borboletas, mariposas, besouros, vespas e moscas são outros grupos importantes (BAWA, 1990).

Em uma associação entre polinizador-planta existe um “jogo de interesses” entre os organismos envolvidos. Para a planta é interessante realizar a fecundação cruzada, ou seja, transferir o gameta masculino para os estigmas das flores de outros indivíduos. O agente polinizador geralmente busca na flor, na maioria das vezes, o alimento, ou ainda recursos para a construção do ninho, local para dormir ou para acasalar (ALVES-DOS-SANTOS, 1998).

Em relação às síndromes de polinização em todas as quatro zonas o maior número de espécies foi zoofílica, sendo a zona 2 com maior número de espécies (50 ou 89%), seguida pela zona 1, com 48 ou 79%; zona 4, com 31 ou 79% e zona 3, com o menor número – 17 ou 81%. Já as espécies anemofílicas para as quatro zonas consideradas apresentaram valores que variaram entre 11 e 21% (Tabela 3 e Figura 11).

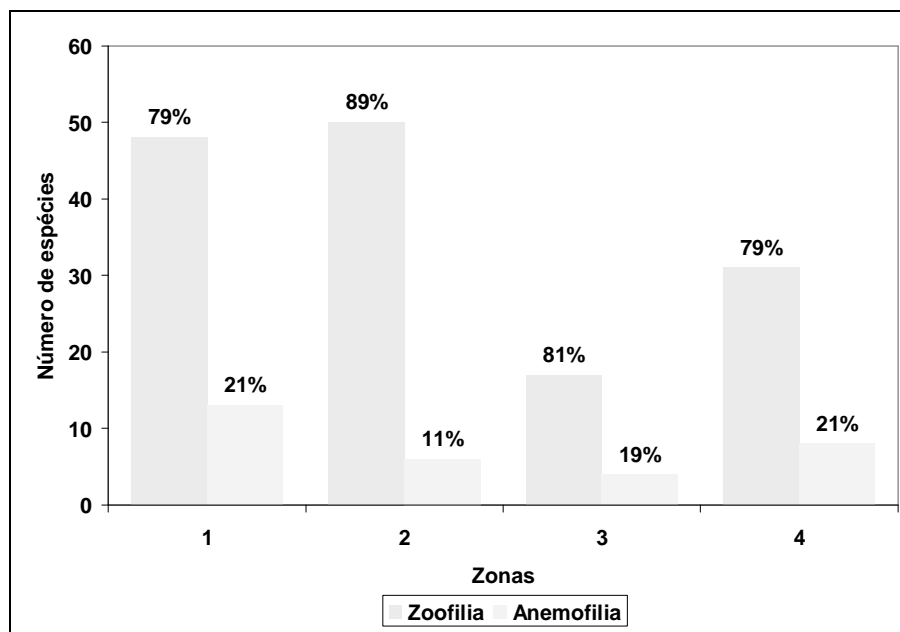


Figura 11: Distribuição das síndromes de polinização (%) das espécies encontradas nas quatro zonas amostradas no levantamento florístico da comunidade vascular. Rio Carvão Alto, Urussanga, SC.

A dispersão de sementes está diretamente associada às questões de restauração/regeneração, pois basicamente constitui-se no restabelecimento ou retorno da vegetação numa área alterada ou sem sua vegetação original, seja a partir de sementes ou de mudas que foram plantadas nessa área (SILVA, 2003). Segundo Tabarelli e Peres (2002), a dispersão de sementes constitui um mecanismo essencial para a dinâmica da floresta, conseqüentemente influenciando na regeneração natural das populações.

Wunderle (1997) ressalta ainda que a dispersão das sementes está estreitamente relacionada aos processos de recuperação de áreas degradadas, onde os dispersores atuam como catalisadores sucessionais, acelerando o recobrimento da vegetação nativa.

Os atrativos para pássaros também podem ser técnicas úteis por assegurar uma alta abundância e diversidade de sementes em áreas degradadas (MCCLANAHAN; WOLFE, 1993).

Nas florestas tropicais cerca de 50 a 90% das espécies de árvores são dispersas por animais (HOWE; SMALLWOOD, 1982). Na área de estudo, por estar alterada pela mineração de carvão a céu aberto, somente 42 espécies (43%) das 113 espécies encontradas são zoocóricas.

Neste contexto, as aves e os morcegos destacam-se por serem freqüentadores habituais de clareiras e áreas abertas, transportando centenas de sementes que são incorporadas ao banco de sementes do solo ou, como no presente estudo, no substrato formado. Muitas dessas sementes são de espécies pioneiras oriundas de ambientes semelhantes, bordas de matas ou outras clareiras já em processo de cicatrização pela sucessão secundária. Como exemplo citam-se os gêneros *Alchornea*, *Leandra*, *Miconia*, *Myrsine*, *Psidium*, *Piper*, *Solanum*, *Trema* e *Aegiphyla*, encontrados no presente estudo, cujas espécies são disseminadas pelas fezes de aves e morcegos (Silva, 2003), além de outras espécies pioneiras com dispersão zoocórica (Tabela 3).

Em relação às síndromes de dispersão em todas as quatro zonas o maior número de espécies foi anemocórica, sendo a zona 1 a que apresentou maior número de espécies – 34 ou 56%, seguida pela zona 4, com 30 ou 77%, zona 2, com 29 ou 51% e zona 3, com menor número – 15 ou 71%. Quanto às espécies zoocóricas, as zonas 1 e 2 apresentaram o mesmo número de espécies (25) representando 41% e 45% do total amostrado para essas zonas, respectivamente, seguida pela zona 3 com cinco espécies ou 24% e zona 4 com nove ou 23%. As espécies com dispersão autocórica apresentaram valores que variaram entre um e dois por cento para as zonas 1, 2 e 3 (Tabela 3 e Figura 12).

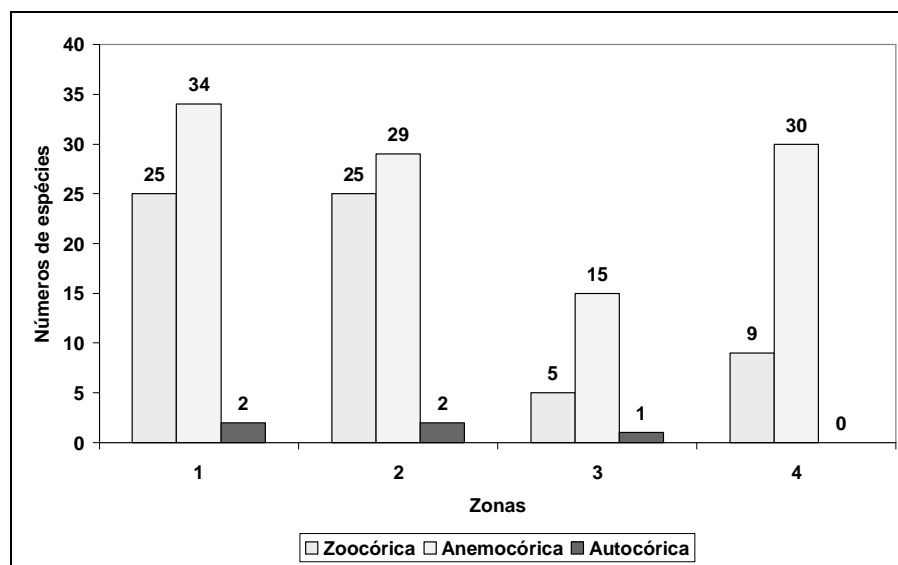


Figura 12: Distribuição das síndromes de dispersão (%) das espécies encontradas nas quatro zonas amostradas no levantamento florístico da comunidade vascular. Rio Carvão Alto, Urussanga, SC.

No presente estudo, considerando a área total amostrada, a dispersão anemocórica abrangeu 53 espécies (55%), seguida pela zoocórica com 42 (43%) e autocórica com duas espécies (2%) (Tabela 6).

Na Mata Atlântica, de 60 a 90% das espécies são zoocóricas (TALORA; MORELATO, 2000; CARMO; MORELLATO, 2001). Diversas plantas arbustivas e arbóreas pioneiras produzem frutos pequenos (até 5 cm de diâmetro), em geral de cor vermelha ou preta e rica em açúcares, o que os torna muito cobiçados por passarinhos. Estas aves geralmente são indiferentes ao estado de preservação de seu hábitat, o que é importante sob o ponto de vista da sua capacidade de dispersão de sementes em áreas degradadas (TABARELLI; MANTOVANI, 1999).

Na área de estudo *Myrsine coriacea* é certamente uma das espécies mais importante, pois seus frutos são consumidos por cerca de 30 espécies de pássaros (SANCHOTENE, 1985; LORENZI, 1992; BACKES; IRGANG, 2002, 2004).

4 Conclusões

No levantamento florístico realizado sobre estéreis da mineração de carvão a céu aberto e rejeitos do beneficiamento do carvão, foram registrados em 3000 m², após 28 anos de abandono, uma abundância de 3067 indivíduos, pertencentes a 113 espécies e a 39 famílias botânicas.

As espécies encontradas nas quatro zonas selecionadas são características da flora que compõe a comunidade vascular, pertencente à áreas abandonadas

pela mineração de carvão a céu aberto, conforme estudos já realizados na região carbonífera catarinense. Asteraceae com 17 espécies ou 15 % do total amostrado e Poaceae com 14 ou 12 % do total são as mais bem representadas, evidenciando o caráter pioneiro da comunidade que está se instalando no local. Quanto à forma biológica, das 113 espécies encontradas, 35 % são árvores, 30 % ervas terrícolas, 14 % epífitas, 9 % trepadeiras herbáceas, estando os arbustos e subarbustos, com 6% cada.

As espécies com esporos no presente neste estudo mostraram-se importante, uma vez que esse grupo (pteridófitas) foi representado por 16 espécies, correspondendo a 14% do número total de espécies encontradas, cobrindo grande parte da superfície da área.

Em relação às síndromes de polinização em todas as quatro zonas o maior número de espécies foi polinizado por animais (zoofílica), ressaltando a importância da fauna polinizadora na área; já com relação às síndromes de dispersão o maior número de espécies foi dispersa pelo vento (anemocórica), evidenciando o caráter pioneiro da comunidade.

Nessas zonas, a vegetação apresentou-se com poucas espécies, mas com grande número de indivíduos. Das espécies nativas *Myrsine coriacea* destacou-se com 301 indivíduos, seguida por *Clethra scabra* com 278. A espécie mais abundante foi *Eucalyptus saligna* com 351 indivíduos.

Das 113 espécies amostradas, 78 % foram agrupadas como pioneiras com características da sucessão inicial, o que corrobora com o maior número de espécies heliófitas encontradas, quando consideradas as adaptações ambientais no presente estudo. Por esse motivo estas espécies podem ser recomendadas em projetos de recuperação ambiental, principalmente em áreas de mineração a céu aberto.

A escolha de espécies pioneiras para a recuperação de áreas degradadas tem na natureza o melhor laboratório. Ervas e arbustos ruderais são indicados como potenciais para trabalhos de reconstituição de uma vegetação pioneira, base para garantir os processos sucessionais posteriores, que garantirão a recuperação ambiental (CARPANEZZI et al., 1990). Estas espécies contribuem para a estabilização de substratos, como no caso da mineração de carvão a céu aberto, além de promover refúgio para muitos organismos.

5 Referências

- ABRÃO, P. C.; OLIVEIRA, S. L. Mineração. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (Ed.) **Geologia de Engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia. 1998. p. 431-438.
- ALLEN-WARDELL, G.; BERNHARDT, P.; BITNER, R.; BURQUEZ, A.; BUCHMANN, S.; CANE, J.; COX, P. A.; DALTON, V.; FEINSINGER, P.; INGRAM, M.; INOUE, D.; JONES, C. E.; KENNEDY, K.; KEVAN, P.; KOPOWITZ, H.; MEDELLIN, R.; MEDELLIN-MORALES, S.; NABHAN, G. P. The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. **Conservation Biology**, v. 12, n. 1, p. 8-17, 1998.
- ALMEIDA, D. S. **Recuperação Ambiental da Mata Atlântica**. Ilhéus: Editus, 2000. 130p.
- ALMEIDA, R. O. P. O. **Revegetação de áreas mineradas: Estudo dos procedimentos aplicados em minerações de areia**. 2002. 160f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo; Departamento de Engenharia de Minas de Petróleo, São Paulo, 2002.
- ALVES-DOS-SANTOS, I. A importância das abelhas na polinização e manutenção da diversidade dos recursos naturais. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 3., 1998, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto, 1998. p. 101-106.
- APG II (The Angiosperm Phylogeny Group). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 141, p. 399-436. 2003.
- AUMOND, J. J. Teoria dos Sistemas: uma nova abordagem para recuperação e restauração ambiental. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AMBIENTAL, 2. 2003, Itajaí. **Anais...** Itajaí, UNIVALI, 2003. p. 10-16.
- BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do Sul: guia de identificação & interesse ecológico**. [S.l]: Instituto Souza Cruz, 2002. 325p.
- BACKES, P.; IRGANG, B. **Mata Atlântica: as árvores e a paisagem**. Porto Alegre: Paisagem do Sul, 2004. 393p.
- BAWA, K. S. Plant-pollinator interactions in tropical rain forest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.21, p.399-422, 1990.
- BELLOLI, M.; QUADROS, J.; GUIDI, A. **A história do carvão de Santa Catarina**. Criciúma: Imprensa Oficial do Estado de Santa Catarina, 2002. 296 p.
- BRASIL. Ministério. CONAMA. Resolução do CONAMA n. 004, de 4 de maio de 1994. Define vegetação primária e secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica, a fim de orientar os procedimentos de licenciamento de atividades florestais em Santa Catarina. **Coleção de leis [do] Ministério do Meio Ambiente**. Disponível em: Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano1>> Acesso em: 6 nov. 2005.
- BUDOWSKI, G. The choice and classification of natural habitats in need of preservation in Central America. **Turrialba**, v. 15 n. 3, p. 238-246, 1965.

- BUDOWSKI, G. The distinction between old secondary and climax species in tropical Central American lowland forest. **Journal of Tropical Ecology**, v. 11, p. 44-48, 1970.
- CARMO, M. R. B.; MORELLATO, L. P. C. Fenologia de árvores e arbustos das Matas Ciliares da Bacia do Rio Tibagi, PR, Brasil. In: RODRIGUES, R.; LEITÃO-FILHO. **Mata ciliar: conservação e recuperação**. São Paulo: Edusp. 2000. p. 125-142.
- CARPANEZZI, A. A.; COSTA, L. G. S.; KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, C. F. A. Espécies pioneiras para recuperação de áreas degradadas. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990. Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990. p. 216-221.
- CITADINI-ZANETTE, V. Composição florística e fitossociologia da vegetação da vegetação herbácea terrícola de uma mata de Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**. Sér. Bot., Porto Alegre, **32**: 23-62, 1984.
- CITADINI-ZANETTE, V. Diagnóstico ambiental da região carbonífera no Sul de Santa Catarina: Recuperação de áreas degradadas pela mineração de carvão. **Rev. Tecnol. Ambiente**, Criciúma, v. 5, n. 2, p. 51-62, 1999.
- CITADINI-ZANETTE, V. **Florística, fitossociologia e aspectos da dinâmica de um remanescente de mata atlântica na microbacia do rio Novo, Orleans, SC**. 1995. 249f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – PPGERN, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1995.
- CITADINI-ZANETTE, V.; BAPTISTA, L. R. M. Vegetação herbácea terrícola de uma comunidade florestal em Limoeiro, município de Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. **B. Inst. Bioc.**, **45**: 1-87. 1989.
- CITADINI-ZANETTE, V.; BOFF, V. P. **Levantamento florístico em áreas mineradas a céu aberto na região carbonífera de Santa Catarina, Brasil**. Florianópolis: Secretaria de Estado da Tecnologia. Energia e Meio Ambiente, 1992. 160p.
- CITADINI-ZANETTE, V.; SANTOS, R.; KLEIN, A. S.; MARTINS, R.; REMOR, R. Composição florística e estrutura fitossociológica do componente arbustivo-arbóreo de um remanescente de Floresta Ombrófila Densa, Siderópolis, Santa Catarina. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADAS, 5., 2002, Belo Horizonte. **Anais...** 2002. p. 117-118.
- ENGEL, V. L.; PARROTA, J. A. Definindo a Restauração Ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003. p. 3-26.
- FAEGRI, K.; VAN DER PIJL, L. **The principles of pollination ecology**. 3. ed. Oxford: Pergamon Press, 1979. 244p.
- FALKENBERG, D. B. Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, Sul do Brasil. **Insula**, n. 30. 1999. p.1-30.
- FONT QUER, P. **Dicionário de Botânica**. Barcelona: Labor, 1985. 1294 p.
- GENTRY, A. H. The distribution and evolution of climbing plants. In: PUTZ, E.; MOONEY H. A. (Eds.). **The biology of vines**, Cambridge, Cambridge Niversity Press. 1991. p. 3-49.

- GÓMEZ-POMPA, A.; VÁSQUEZ-YANEZ, C. Successional studies of a rain forest in Mexico. In: WEST, D.C.; SHUGART, H.H.; BOTKIN, D.B. (Eds.). **Forest Succession: concepts and application**. New York, Springer-Verlag Press, 1981. p. 247-66.
- GONÇALVES, C. N. ; WAECHTER, J. L. . Epífitos vasculares sobre espécimes de *Ficus organensis* isolados no norte da planície costeira do Rio Grande do Sul: padrões de abundância e distribuição. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 16, n. 4, p. 429-441, 2002.
- GUEVARA, S.; LABORDE, J. Monitoring seed dispersal at isolated standing trees in tropical pastures: consequences for local species availability. **Vegetatio**, v.107/108, p. 319-338. 1993.
- GUEVARA, S.; PURATA, S. E.; MAAREL, E. van der The role of remnant forest trees in tropical secondary succession. **Vegetatio**, v. 66, p. 77-84. 1986.
- HORA, R.C.; SOARES, J.J. Estrutura fitossociológica da comunidade de lianas em uma floresta estacional semidecidual na Fazenda Canchim, São Carlos, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 323-329. 2002.
- HOWE, H. F.; SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 13, p. 201-228. 1982.
- KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. B. Restauração e conservação de ecossistemas tropicais. In: CULLEN JR, L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PÁDUA, C. (Org.). **Métodos de estudos em biologia da conservação & manejo da vida silvestre**. Curitiba: Ed. da UFPR; Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2003. p.383-394.
- KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.; BORGES, A. Pesquisa e recuperação de áreas degradadas na mata atlântica. In: CONSELHO NACIONAL DA BIOSFERA DA MATA ATLÂNTICA. **Recuperação de Áreas Degradadas na Mata Atlântica: Catálogo Bibliográfico**, Conselho Nacional da Biosfera da Mata Atlântica, 1997. p.11-16.
- KLEIN, R. M. Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí. **Sellowia**, n. 32, p. 65-389, 1980.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil, 1**. Nova Odessa (SP): Plantarum, 1992. 352 p.
- MAGURRAN, A.E. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton, Princeton University Press, 1988. 179p.
- MANTOVANI, W. **Estrutura e Dinâmica da Floresta Atlântica na Juréia, Iguape, SP**. 1993. 123 f. Tese (Livre Docência) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.
- MARTINS, R. **Florística, estrutura fitossociológica e interações interespecíficas de um remanescente de Floresta Ombrófila Densa como subsídio para recuperação de áreas degradadas pela mineração de carvão, Siderópolis, SC**. 2005. 101f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.
- MAWDSLEY, N. A.; COMPTON, S. G.; WHITTAKER, R. J. Population persistence, pollination mutualisms, and figs in fragmented tropical landscapes. **Conservation Biology**, v. 12, n. 6, p. 1416-1420. 1998.

McCLANAHAN, T. R.; WOLFE, R. W. Accelerating Forest Sucession in a Fragment Landscape: The Role of Birds and Perches. **Conservation Biology**, v. 7, p. 279-288. 1993.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: Wiley, 1974. 547p.

MÜLLER, A. A.; SANTOS, H. M.; SCHMITT, J. C. C.; MACIEL, L. A. C.; BERTOL, M. A.; CÉSAR, S. B. **Perfil analítico do carvão**. 2. ed. (revista e atualizada). Porto Alegre: DNPM, n. 6, 1987. 140p,

PIELOU, E.C. **Ecological diversity**. New York, Wiley-Interscience, 1975. 165p.

PIMM, S.L. **The balance of nature? Ecological issues in the conservation of species and communities**. Chicago: The University Chicago Press, 1991. 434p.

PRACH, K.; PYŠEK, P.; ŠMILAUER, P. Prediction of vegetation sucession in human-disturbed habitats using an expert system. **Restoration Ecology**, v. 7, n. 1, p. 15-23. 1999.

PUTZ, F.E. The natural history of lianas on Barro Colorado Island, Panama. **Ecology**, v. 65, n. 6, p. 1713-1724. 1984.

REIS, A.; KAGEYAMA, P. Y. Restauração de Áreas Degradadas Utilizando Interações Interespecíficas. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003. p. 91-110.

REIS, A.; SCHLEE, J. M.; ESPINDOLA, M. B. Restauração de áreas degradadas: tirando lições da própria natureza. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 4., 2000, Blumenau (SC). **Anais...** Blumenau (SC): SOBRAGE, 2000. 1 CD-ROM.

REMOR, R. **Regeneração Natural em Blocos Experimentais de *Mimosa scabrella* Benth. (Bracatinga): Subsídios para recuperação de áreas degradadas pela mineração de carvão a céu aberto no sul do estado de Santa Catarina, Brasil**. 2004. 109f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2004.

ROBINSON, G. R.; HANDEL, S. N. Forest restoration on a closed landfill: rapid addition of new species by bird dispersal. **Conservation Biology**, v.7, n. 2, p. 271-278, 1993.

RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H.F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Edusp/FAPESP. 2000. p. 249-269.

SANCHOTENE, M. C. C. **Frutíferas nativas úteis à fauna na arborização urbana**. Ed. FEPLAM, Porto Alegre, 1985. 311p.

SANTA CATARINA (Estado). Secretaria de Estado de Coordenação Geral e Planejamento. Subsecretaria de Estudos Geográficos e Estatísticos. **Atlas escolar de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro/IOESC, 1991. 136 p.

SANTOS, R. dos. **Reabilitação de ecossistemas degradados pela mineração de carvão a céu aberto em Santa Catarina, Brasil**. 2003. 115f. Tese (Doutorado em Engenharia Mineral) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Minas e Petróleo, São Paulo, 2003.

SCHEIBE, L. F. O carvão de Santa Catarina: mineração e consequências ambientais. In: TEIXEIRA, E. C. (Coord.) **Meio Ambiente e Carvão Impactos da**

- exploração e utilização.** Porto Alegre: FINEP/ CAPES/ PADCT/ GTM/ PUCRS/ UFSC/ FEPAM, 2002. 498p. (Cadernos de Planejamento e Gestão Ambiental; 2)
- SCHNITZER, S. A., DALLING, J. W.; CARSON, W. P. The impact of lianas on tree regeneration in tropical forest canopy gaps: evidence for an alternative pathway of gap-phase regeneration. **Journal of Ecology**, v. 88, p. 655-666. 2000.
- SILVA, W. R. A importância das interações planta-animal nos processos de restauração. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E. de; MORAES, L. F. D.de; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais.** Botucatu: FEPAF, 2003. p. 79-88.
- TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. A regeneração de uma floresta tropical montana após corte e queima (São Paulo – Brasil). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, p. 239-250, 1999.
- TABARELLI, M.; PERES, C. A. Abiotic and vertebrate seed dispersal in the Brazilian Atlantic Forest: implications for forest regeneration. **Biological Conservation**, v. 106, p. 165-176, 2002.
- TAROLA, D. C.; MORRELATO, P. C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, p. 13-26, 2000.
- TRYON, R. M.; TRYON, A. F. **Ferns and allied plants: with special reference to tropical America.** New York, Springer Verlag, 1982. 654 p.
- TUCKER, N.I.J.; MURPHY, T.M. The effects of ecological rehabilitation on vegetation recruitment: some observations from the wet tropics of north queensland. **Florest Ecology and Management**, v.99, p. 133-152, 1997.
- VAN DER PIJL, L. **Principles of dispersal in higher plants.** 2.ed. Berlin: Springer, 1972. 162p.
- WAECHTER, J. L. **O epifitismo vascular na planície costeira do Rio Grande do Sul.** São Carlos, 1992. 163p. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) PPGERN, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1992.
- WHITMORE, T.C. Gaps in the forest canopy. In: TOMLINSON, P.B. & ZIMMERMANN, M.H. (Eds.) **Tropical trees as living systems.** Cambridge, Cambridge University Press, 1978. p. 639-655.
- WUNDERLE JR., J. M. The role of animal seed dispersal in accelerating native forest regeneration on degraded tropical lands. **Forestry Ecology and Management**, v. 99, p. 223-235. 1997.
- ZILLER, S. R. Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica. **Ciência Hoje**, São Paulo, v. 30, n. 178, p. 77-79, 2001.
- ZOUCAS, B.C. **Subsídios para restauração de áreas degradadas: banco de dados e análise das espécies vegetais de ocorrência no sul de Santa Catarina.** 2002. 132f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

CAPÍTULO 2 – REGENERAÇÃO NATURAL DAS ESPÉCIES ARBUSTIVO-ARBÓREAS EM ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO DE CARVÃO, URUSSANGA, SANTA CATARINA, BRASIL

Alecsandro Schardosim Klein

Vanilde Citadini-Zanette

Rosana Peporine Lopes

Resumo

Pelo histórico da mineração de carvão no sul de Santa Catarina em épocas passadas, a situação ambiental na região apresenta-se comprometida quanto à disponibilidade e qualidade dos recursos naturais. O presente estudo teve como objetivos estudar a estrutura comunitária da regeneração natural em áreas abandonadas pela mineração de carvão a céu aberto, onde restaram vestígios de solo que possibilitou o desenvolvimento de vegetação secundária e caracterizar o substrato em que desenvolviam as espécies vegetais amostradas, após 28 anos de abandono. Este estudo foi realizado em área de mineração a céu aberto, no Sul de Santa Catarina no município de Urussanga, localidade de Rio Carvão Alto (28° 29' 56.2" latitude S e 49° 23' 36.8" longitude W, altitude 250 m), o local em épocas passadas foi minerado a céu aberto, pela Carbonífera Treviso dentro da Concessão Santana. A lavra na área foi iniciada em 1968 perdurando até 1978. Para este estudo foram selecionadas quatro zonas distintas: 1- entre pilhas de estéreis da mineração de carvão; 2- em pilhas de estéreis da mineração em contato com rejeitos; 3- em rejeitos originados do beneficiamento de carvão mineral; 4- no topo das pilhas de estéreis da mineração. Definiram-se três classes de altura para os indivíduos arbustivo-arbóreos: classe 1 – indivíduos com altura entre 0,20 a 0,50 m; classe 2 – indivíduos com altura entre 0,51 a 1,50 m e classe 3 – indivíduos com altura > 1,50 m e DAP < 5 cm. Os indivíduos da classe 1 foram amostrados em 30 parcelas de 1 X 1 m (30 m²), da classe 2, em 30 parcelas de 2 X 2 m (120 m²) e da classe 3, em 30 parcelas de 5 X 5 m (750 m²), em cada uma das quatro zonas consideradas. Para os parâmetros fitossociológicos, foram estimadas as densidades e as freqüências absolutas e relativas de cada espécie em cada classe de altura. Em seguida, estimou-se a regeneração natural por classe de altura dos indivíduos, somando-se os valores parciais de freqüência e densidade relativas da regeneração natural, por classe de altura das espécies estudadas. Adicionalmente foi realizada caracterização dos substratos das quatro zonas amostradas, a partir do reconhecimento dos tipos de materiais rochosos, granulometria e tipo de solo em desenvolvimento ou gerado. Foram identificadas para área total, 43 espécies arbustivo-arbóreas, pertencentes a 33 gêneros e a 24 famílias botânicas. Entre as famílias botânicas registradas, Asteraceae foi a mais bem representada neste estudo com nove espécies, correspondendo a 21% do número total de espécies encontradas, evidenciando o caráter pioneiro da comunidade que está se instalando no local. *Clethra scabra*, *Myrsine coriacea*, *Miconia cabucu* e *Eucalyptus saligna* foram encontradas em todas as zonas amostradas, indicando que são

capazes de se desenvolverem em diferentes tipos de substrato, mesmo que haja variações significativas de granulometria, pH e nutrientes. Entre as pilhas de estéreis da mineração, pelas rugosidades apresentadas, ocorreu maior número de espécies na comunidade vascular com melhor desenvolvimento, favorecendo o surgimento de outras espécies e ampliando assim as interações ecológicas.

Palavras-chave: Regeneração natural, recuperação de áreas degradadas, mineração de carvão, estado de Santa Catarina, Brasil.

Abstract

According to the coal mining history in the South of Santa Catarina State in the past, the environmental situation in the region is damaged in relation to the natural resources qualities and availability. The present study had as goals to study the communitary structure of the natural regeneration in abandoned areas by the open pit coal mining, where soil traces remained making the secondary vegetation development possible and to characterize the substrate in which the sampled plant species develop ed themselves after 28 years of abandon. This study was carried out in an open pit coal mining, in the South of Santa Catarina, Urussanga county, in Rio Carvão Alto (28° 29' 56.2" latitude S and 49° 23' 36.8" longitude W, altitude 250 m), the local was open pit mined in the past, by Carbonífera Treviso, in Concessão Santana. The extraction in the area started in 1968 going up to 1978. It was selected four distinct zones: 1- among piles of overburden from the open coal pit mining; 2 – in piles of overburden from the open coal pit mining in contact with the coal waste; 3 – in waste from the mineral coal benefit; 4- on the top of the piles of overburden from the open coal pit mining. It was shown three classes of height for the shrubs and trees individuals: class 1 – individuals with between 0,20 and 0,50 m height; class 2 – individuals with between 0,51 and 1,50 m height; class 3 – individuals > 1,50 m height and DAP <5,00 cm. The individuals from class 1 were sampled in 30 plots with 1 x 1 m (30 m²), from class 2 in 30 plots with 2 x 2 m (120 m²), and from class 3 in 30 plots with 5 x 5 m (750 m²), in four different zones. For the phytosociological parameters, it was estimated the relative and the absolute frequencies and density of each species in each height class. Next, it was estimated the natural regeneration through the individuals height class, adding the relative density and frequency partial values of the natural regeneration, through the height class of fthe studied species. In addition, it was carried out the substrates characterization of the four zones sampled, from recognizing the rock materials types, granularity, and the soil type in development and created. It was identified 43 species of shrubs and trees, belonging to 33 genera and 24 botanic families. Among the botanic families registered, Asteraceae was the best represented in this study with nine species, corresponding to 21% of the total number of species found, showing the pioneer character of the community that is establishing itself in the local. *Clethra scabra*, *Myrsine coriacea*, *Miconia cabucu* and *Eucalyptus saligna* were found in all sampled zones, showing that they are able to develop themselves in different types of substrate, even there are significant variations of granularity, pH and nutrients. Among the piles of overburden from the open mining pit, by rugosities presented, occurred the highest number of species in the vascular community with the best development stimulating the appearance of other species, therefore it increases the ecological interactions.

Keywords: Natural regeneration, degraded areas reclamation, coal mining, Santa Catarina State, Brazil.

1 Introdução

Os remanescentes de Mata Atlântica, via de regra, encontram-se em estágio de sucessão secundária, alterados e empobrecidos em sua composição florística original. Mesmo nestas condições, esses povoamentos florestais nativos constituem valioso recurso natural renovável, passível de utilização pelas gerações presentes e futuras. Entretanto, a renovabilidade deste recurso depende do grau, do tipo e da intensidade de sua utilização (SOUZA et al., 2002).

O processo evolutivo da vegetação até a formação de uma floresta semelhante à primária, após o desmatamento parcial ou total de uma área, recebe o nome de regeneração natural, e este processo pode durar até um século (POGGIANI, 1989).

O entendimento de regeneração natural, segundo Volpato (1993), é possível por meio do estudo de fatores ambientais que afetam o crescimento e o desenvolvimento das plantas em regeneração, sendo a topografia do terreno um dos fatores que promovem variabilidade na estrutura da vegetação, principalmente pelo efeito de inclinação e exposição das encostas.

A presença e distribuição de bancos de sementes é outro fator que possibilita a aceleração dos processos sucessionais, incorporando maior quantidade e variabilidade de propágulos de diferentes espécies (NEPPEL, 2003).

Para Finol (1971) a regeneração natural é definida como sendo todos os descendentes de plantas arbóreas que se encontram entre 0,10 m de altura até o limite de diâmetro à altura do peito (DAP), estabelecido para inclusão da amostra no levantamento estrutural.

O autor op. cit. informa ainda que a regeneração natural é uma fase importante para sobrevivência, desenvolvimento e manutenção do ecossistema florestal, uma vez que representa um conjunto de indivíduos capazes de serem recrutados para os estádios posteriores, constituindo uma fonte aliada na recuperação de áreas degradadas.

O processo de regeneração natural de uma espécie pode ser considerado como uma série de fases consecutivas, as quais afetam o seu êxito final. A fenologia, sua estratégia de polinização, sistema de cruzamento e dispersão de frutos e sementes, são fundamentais neste processo (NEGRELLE, 1995). No entanto, a ocorrência dos distúrbios naturais ou antrópicos cria habitats altamente heterogêneos no ambiente, proporcionando o recrutamento de diferentes espécies de plantas exibindo cenários diferentes de regeneração.

Alguns autores têm dedicado especial atenção aos estudos de regeneração natural de espécies nativas ou introduzidas. Dentre estes destacam-se Sartori (2001) que avaliou a variação espacial da regeneração natural das espécies nativas no sub-bosque de um povoamento de *Eucalyptus saligna* Smith localizado no município de Itatinga, São Paulo.

Citadini-Zanette (1995) com a finalidade de auxiliar na compreensão da dinâmica florestal e verificar quais as espécies que melhor conseguiam estabelecer-se na floresta, visando recomposição de áreas degradadas, estudou a regeneração natural num fragmento de Floresta Ombrófila Densa Submontana em Orleans, Santa Catarina e Remor (2004) que avaliou alguns aspectos da regeneração natural que ocorreu sob plantio de *Mimosa scabrella* Benth. (bracatinga), introduzida em blocos experimentais em áreas mineradas a céu aberto na região Sul do estado de Santa Catarina, visando subsidiar a recuperação de áreas degradadas pela mineração de carvão.

Neste contexto a identificação e mensuração de variáveis ambientais e do histórico da área são peças importantes para entendimento dos processos de dinâmica de povoamentos e, em particular, para os ocorridos em áreas degradadas em fase de reabilitação por meio de revegetação e condução da regeneração natural (NAPPO; OLIVEIRA FILHO; MARTINS, 2000).

Assim, este trabalho teve como objetivos, estudar a estrutura comunitária da regeneração natural em áreas abandonadas pela mineração de carvão a céu aberto, onde restaram vestígios de solo que possibilitou o desenvolvimento de vegetação secundária e caracterizar o substrato em que desenvolviam-se as espécies vegetais amostradas.

2 Material e métodos

2.1 Caracterização da área estudada

A área de estudo está localizada no Sul de Santa Catarina no município de Urussanga, na latitude de 28° 29' 50" S e longitude de 49° 23' 39" W, altitude de 250 metros (Figura 1).

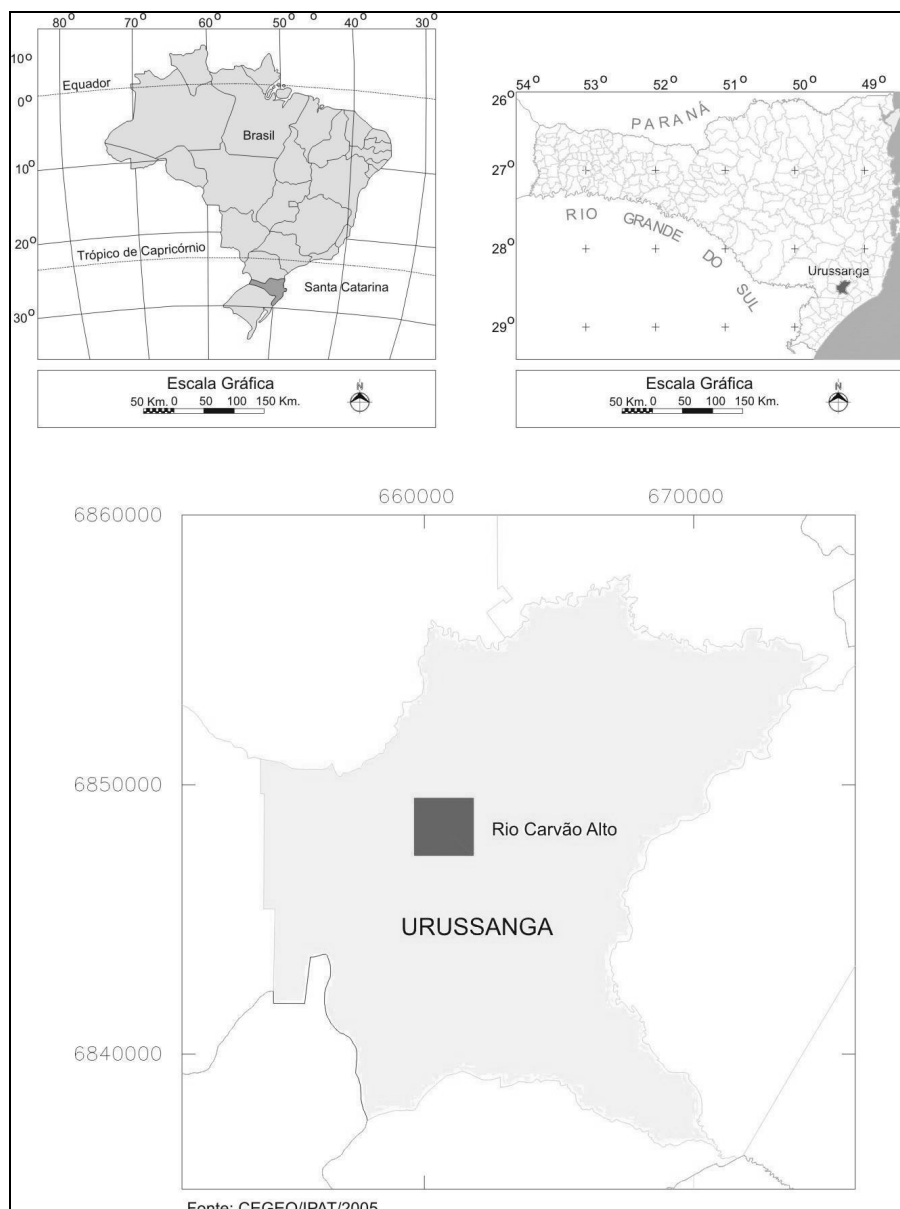


Figura 1: Localização da área de estudo no município de Urussanga (28° 29' 56.2" Latitude Sul 49° 23' 36.8" Longitude Oeste, altitude de 250 m). Fonte: Cartografia IPAT/UNESC (2005) – modificado.

Em Urussanga, segundo a classificação climática de Koeppen, predomina o clima mesotérmico úmido com verão quente (Cfa), sem estação seca definida. As temperaturas variam de 42,2 °C (máxima) e 4,6 °C (mínima), com média anual de 19,2 °C. O inverno é frio e úmido com geadas ocasionais. As chuvas são bem distribuídas durante as estações do ano, não ocasionando longos períodos de secas e nem inundações freqüentes. O índice pluviométrico é de 1.540 mm/ano e a umidade relativa do ar é de 81,5 % em média. A velocidade média do vento é de 2,0 m/s (SANTA CATARINA, 1991).

Na região de estudo, em épocas passadas, foi praticada a mineração a céu aberto pela Carbonífera Treviso dentro da Concessão Santana. A lavra na área foi iniciada em 1968 perdurando até 1978. No total foram minerados 2.279.490 m² de área, tendo um volume de rochas removidas de 35.568.586 m³, com produção de “*run of mine*” (R.O.M.–carvão bruto) igual a 4.967.146 t e de CPL (produção líquida) igual a 1.537.421 t (MÜLLER et al., 1987).

O método consistia na remoção da cobertura vegetal, do solo e do material estéril, até atingir a camada de carvão (MÜLLER et al., 1987).

Em termos gerais, nas áreas abandonadas pela mineração de carvão a céu aberto, a vegetação que se estabelece espontaneamente, é constituída, basicamente, por plantas pioneiras e ruderais, pouco exigentes em fertilidade do solo, resistentes à estiagens prolongadas e com grande capacidade de competição e adaptação (CITADINI-ZANETTE; BOFF, 1992).

Na região de estudo, a vegetação secundária é representada pela Floresta Ombrófila Densa Submontana, apresentando-se nos mais diferentes graus de desenvolvimento, evidenciando os estádios sucessionais pelos quais tem que passar.

2.2 Metodologia

No local estudado, o solo está descaracterizado pela lavra de carvão a céu aberto, constituindo uma mistura dos horizontes do solo com a rocha matriz e outros materiais inertes existentes sobre a camada de carvão. Em função desta atividade pretérita, na área estudada são encontradas várias zonas representadas por distintos substratos resultantes do processo de exploração do carvão.

Para este estudo foram selecionadas quatro zonas distintas. A identificação espacial destas zonas foi realizada a partir da interpretação de fotografias aéreas coloridas, escala 1:5000, obtidas em aerolevanteamento em 2002, compiladas por profissionais do SIECESC (Sindicato da Indústria da Extração de Carvão do Estado de Santa Catarina) em uma única carta geo-referenciada. As quatro zonas selecionadas foram: 1- entre pilhas de estéreis da mineração de carvão; 2- em pilhas de estéreis da mineração em contato com rejeitos; 3- em rejeitos originados do beneficiamento de carvão mineral; 4- no topo das pilhas de estéreis da mineração (Figura 2).

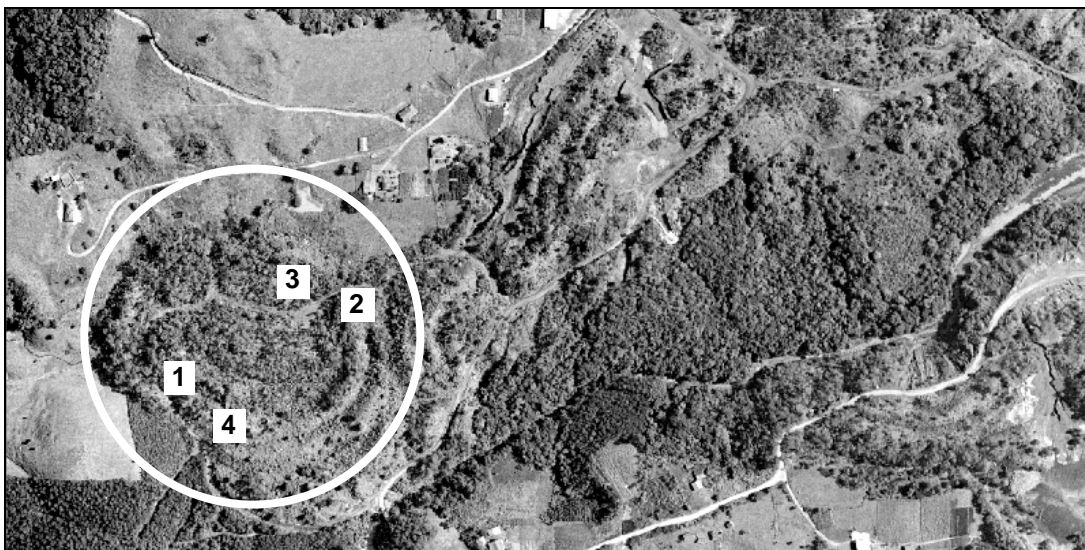


Figura 2: Aspecto geral do local estudado. Os números 1 a 4 correspondem as quatro zonas onde foram realizados os estudos fitossociológicos da regeneração natural na localidade de Rio Carvão Alto, Urussanga, SC (28° 29' 56.2" Latitude Sul 49° 23' 36.8" Longitude Oeste, altitude de 250 m).

Para o levantamento florístico da regeneração natural das espécies arbustivo-arbóreas utilizou-se o método de parcelas (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974).

Utilizando-se a metodologia empregada por Finol (1971), modificada por Volpato (1994), pode-se obter a estimativa da regeneração natural baseada em valores de frequência, densidade e classe de tamanho em seus valores absolutos e relativos. Com base nessa metodologia, foram definidas três classes de altura para os indivíduos arbustivo-arbóreos, como segue: classe 1 – indivíduos com altura de 0,20 a 0,50 m; classe 2 – indivíduos com altura de 0,51 a 1,50 m e classe 3 – indivíduos com altura >1,50 m e DAP <5 cm.

Os indivíduos da classe 1 foram amostrados em 30 parcelas de 1 X 1 m (30 m²), da classe 2 em 30 parcelas de 2 X 2 m (120 m²) e da classe 3 em 30 parcelas de 5 X 5 m (750 m²), em cada uma das quatro zonas consideradas.

Para os parâmetros fitossociológicos, foram estimadas as densidades e as frequências absolutas e relativas de cada espécie em cada classe de altura; para as densidades e frequências relativas, o denominador foi constituído pela soma das densidades absolutas (DA) e frequências absolutas (FA) de todas as espécies, em todas as classes de altura. Em seguida, estimou-se a regeneração natural por classe de altura dos indivíduos, somando-se os valores parciais de frequência e densidade relativas da regeneração natural, por classe de altura da espécie estudada, combinando-os como segue (Volpato, 1994; Citadini-Zanette, 1995):

$$RNC_{it} = (DR_{it} + FR_{it})/2$$

onde: RNC_{it} = estimativa da regeneração natural da espécie i , na t classe em altura, em percentagem;

DR_{it} = densidade relativa para a espécie i , na t classe de altura de regeneração natural;

FR_{it} = frequência relativa da espécie i , na t classe de regeneração natural;

$i = 1, 2, 3, \dots$, espécie amostrada;

$t = 1, 2$ e 3 (classes de altura).

Com este procedimento, obteve-se, para cada espécie, um índice de regeneração natural por classe de altura das populações. A seguir, estimou-se a regeneração natural total por espécie, somando-se os índices de regeneração natural por classe de altura, como segue:

$$RNT_i = \sum_{t=1}^3 RNC_{it}$$

onde: RNT_i = estimativa da regeneração natural total da espécie i , expresso em percentagem;

RNT_{it} = estimativa da regeneração natural da espécie i , na classe de altura t ;

$i = 1, 2, 3, \dots$, espécie amostrada;

$t = 1, 2$ e 3 (classes de altura).

A soma dos RNT de todas as espécies, conforme foi calculada acima, equivale a 100.

Elaboraram-se gráficos do número cumulativo de espécies por unidades amostrais, levantadas nas classes de altura 1, 2, e 3, para avaliar a suficiência amostral e/ou representatividade florística. Os parâmetros de regressão para ajuste das curvas aos pontos observados foram determinados utilizando o modelo ajustado de raiz quadrada, para cada classe, pela equação:

$$y = b\sqrt{X} + cX$$

Onde: b = coeficiente da raiz quadrada

c = coeficiente linear

X = número de unidades amostrais.

A caracterização dos substratos das quatro zonas amostradas foi realizada a partir do reconhecimento dos tipos de materiais rochosos, granulometria e do tipo de solo em desenvolvimento ou gerado.

Foram coletadas amostras do solo construído (substrato) utilizando-se trado holandês, ao longo de cada zona, em intervalos regulares e com profundidades de 20 cm para posterior análise (EMBRAPA, 1988), que recomenda um mínimo de 8 amostras por área (definida em função da topografia, geologia, classe de solo, entre outras características).

Foram coletadas 10 amostras do substrato em cada uma das quatro zonas previamente definidas. Posteriormente, as coletas foram homogeneizadas extraindo-se, então, uma única amostra representativa para cada zona.

Os substratos identificados foram coletados e encaminhados para análises físicas e químicas no laboratório da Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina – CIDASC.

O material coletado como testemunho foi incorporado ao Herbário Pe. Dr. Raulino Reitz (CRI) da Universidade do Extremo Sul Catarinense. A identificação das espécies foi feita através de comparações ao material do referido herbário, consultas à literaturas e auxílio de especialistas. Para as delimitações de famílias seguiu-se o Tryon e Tryon (1982) para Pteridophyta e APG II para Magnoliophyta.

3 Resultados e discussão

Foram identificadas para área total, 43 espécies arbustivo-arbóreas, pertencentes a 33 gêneros e 24 famílias botânicas (Tabela 1).

Tabela 1 – Relação das espécies arbustivo-arbóreas amostradas em quatro diferentes zonas, onde: 1- entre as pilhas de estéreis da mineração; 2- em pilhas de estéreis em contato com rejeito; 3- em rejeitos originados do beneficiamento de carvão mineral; 4- no topo das pilhas de estéreis da mineração. Rio Carvão Alto, Urussanga, SC.

Família	Nome científico	Nome popular	ZONAS			
			1	2	3	4
PINOPHYTA						
Pinaceae	<i>Pinus elliottii</i> Engelm.	Pinus*				X
MAGNOLIOPHYTA						
Annonaceae	<i>Xylopiá brasiliensis</i> Spreng.	Pindaíba	X			
Arecaceae	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	Palmito	X			
Asteraceae	<i>Achyrocline satureioides</i> Gardn.	Marcela	X			
	<i>Baccharis brachylaenoides</i> DC.	Vassoura	X			
	<i>B. dracunculifolia</i> DC.	Vassourinha				X

Família	Nome científico	Nome popular	ZONAS			
			1	2	3	4
	<i>Eupatorium</i> sp.	Eupatório				X
	<i>E. intermedium</i> DC.	Eupatório	X	X		X
	<i>E. vauthierianum</i> DC.	Eupatório	X	X	X	X
	<i>Piptocarpha tomentosa</i> Baker	Pau-toucinho	X	X	X	
	<i>Vernonia discolor</i> (Spreng.) Lees.	Vassourão-preto	X	X	X	
	<i>V. tweedieana</i> Baker	Assa-peixe		X		
Bignoniaceae	<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	Caroba	X			
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> Blume	Grandiúva		X		
Clethraceae	<i>Clethra scabra</i> Pers.	Carne-de-vaca	X	X	X	X
Clusiaceae	<i>Clusia parviflora</i> (Sald.) Engl.	Criúva	X	X		X
Cunoniaceae	<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	Carne-de-vaca		X		
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.Hil.	Cocão		X		
Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Muell. Arg.	Tanheiro	X	X	X	X
Fabaceae	<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	Pau-de-cigarra		X		
	<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) O. Kuntze	Maricá		X		
Lamiaceae	<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	Gaioleiro		X		
Lauraceae	<i>Nectandra membranaceae</i> (Sw.) Griseb.	Canela	X			
	<i>N. oppositifolia</i> Nees et Martius ex Ness	Canela-amarela	X	X		
	<i>Ocotea puberula</i> Ness	Canela-de-corvo			X	
Melastomataceae	<i>Miconia cabucu</i> Hoehne	Pixiricão	X	X	X	
	<i>Tibouchina ramboi</i> Brade	Quaresmeira	X	X		X
	<i>T. sellowiana</i> Cogn.	Quaresmeira	X	X	X	X
	<i>T. urvilleana</i> Cogn.	Quaresmeira				X
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Canjerana	X	X		
Myrsinaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br.	Capororoca	X	X	X	X
	<i>M. umbellata</i> (Mart. ex A. DC.) Mez	Capororocão		X		
Myrtaceae	<i>Eucalyptus citriodora</i> Hook.	Eucalipto*			X	X
	<i>E. saligna</i> Sm.	Eucalipto*	X	X	X	X
	<i>Myrcia fallax</i> DC.	Guamirim-de-folha-miuda		X		
	<i>Psidium cattleianum</i> Weinw.	Araçazeiro-amarelo	X	X		X
Piperaceae	<i>Piper gaudichaudianum</i> Kunth	Pariparoba	X	X		

Família	Nome científico	Nome popular	ZONAS			
			1	2	3	4
Rubiaceae	<i>Psycotria longipes</i> Müll. Arg.	caixetera		X		
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Chá-de-bugre	X	X		
Sapindaceae	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Camboatá		X		
	<i>M. guianensis</i> Aubl.	Camboatá	X			
Symplocaceae	<i>Symplocos tenuifolia</i> Brand	Orelha-de-gato	X	X	X	
Theaceae	<i>Laplacea acutifolia</i> (Wawra) Kobuski					X

*Espécie exótica

A zona 2 (pilhas de estéreis da mineração em contato com rejeitos) apresentou o maior número de espécies (29) ou 35% do total amostrado, seguida pela zona 1 (entre pilhas de estéreis da mineração de carvão) com 25 espécies ou 30%, zona 4 (topo das pilhas de estéreis da mineração) com 16 ou 20% e zona 3 (rejeito do beneficiamento de carvão mineral) com 12 ou 15% do total das espécies encontradas (Figura 3).

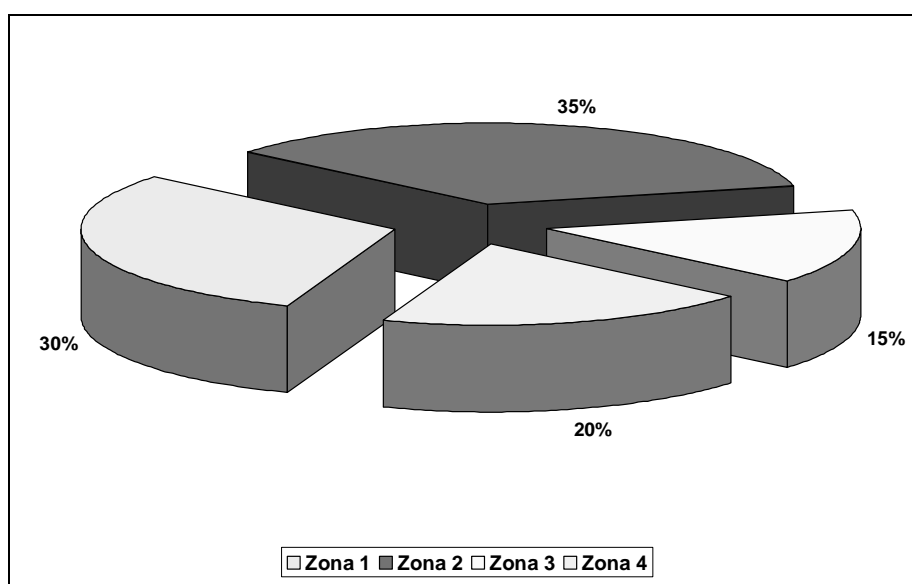


Figura 3: Distribuição (%) das espécies amostradas nas quatro diferentes zonas onde foram realizados estudos fitossociológicos da regeneração natural. Rio Carvão Alto, Urussanga, SC.

Entre as famílias botânicas registradas, Asteraceae foi a mais bem representada neste estudo com nove espécies, correspondendo a 21% do número total de espécies encontradas, evidenciando o caráter pioneiro da comunidade que está se instalando no local. A esta seguem Melastomataceae e Myrtaceae com

quatro espécies, correspondendo a 9% do número total de espécies encontradas, Lauraceae com três espécies, ou 7% do total, Myrsinaceae e Sapindaceae com duas espécies, ou 5% do total de espécies encontradas (Figura 4).

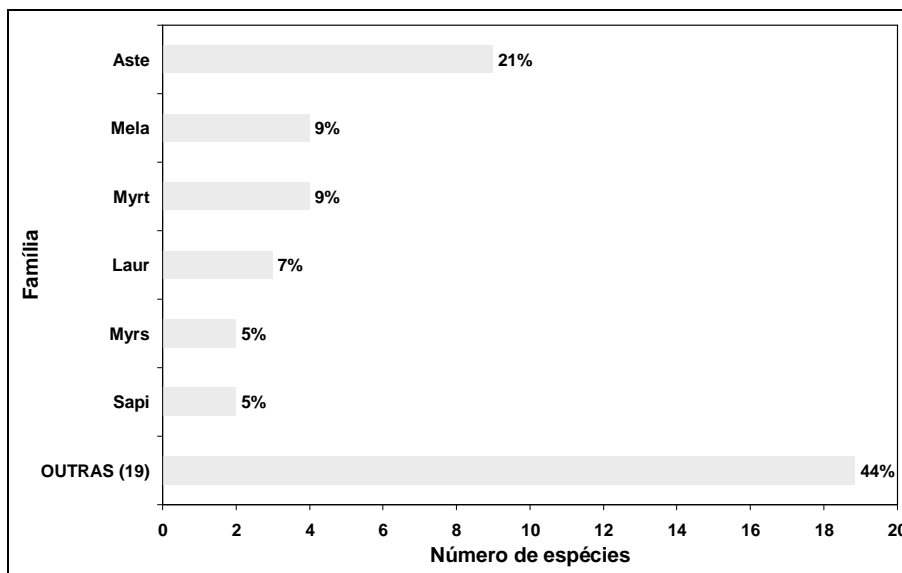


Figura 4: Distribuição do número total de espécies por família, amostradas em quatro diferentes zonas do levantamento fitossociológico da regeneração natural. Rio Carvão Alto, de Urussanga, SC.

Na área estudada, antes da extração do carvão mineral que descaracterizou as camadas do solo, este era classificado como associação de Cambissolos Háplicos + Argissolos Amarelos (DUFLOTH et al., 2005), restando atualmente apenas vestígios em pequenas proporções nas bases das pilhas de estéreis.

Cambissolos são solos constituídos por material mineral, que apresenta horizonte A ou horizonte hístico com espessura inferior a 40 cm seguido de horizonte B incipiente e que satisfaça demais requisitos específicos pelo sistema quanto a sua ocorrência e constituição. Argissolos são solos constituídos por material mineral, que têm como características diferenciais argila de atividade baixa e horizonte B textural (Bt), imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto o hístico (DUFLOTH et al., 2005).

Na zona 1 as pilhas de estéreis presentes são compostas principalmente por associação de blocos e matações de arenito friável; seixos e grânulos de siltito e folhelho, alterados, dando origem ao desenvolvimento de solo silte-argiloso cinza amarelado; partículas de rejeitos de mais ou menos 1 cm (pouco), alterados, com pirita bem alterada e formação de minerais secundários como sulfatos verde-amarelados; presença de galhos e folhas. Na zona 2 o substrato é composto por

associação de partículas de rejeito (grânulos), folhelho cinza e siltito, com presença de raízes, galhos e folhas; além de solo em desenvolvimento, com tonalidade cinza.

Possivelmente a presença de maior número de espécies na zona 1 entre as pilhas de estéreis da mineração e zona 2 em pilhas de estéreis em contato com rejeitos (Figuras 5 A e B), está associada à superfície irregular, incidência luminosa, gradiente térmico e substratos disponíveis na área.

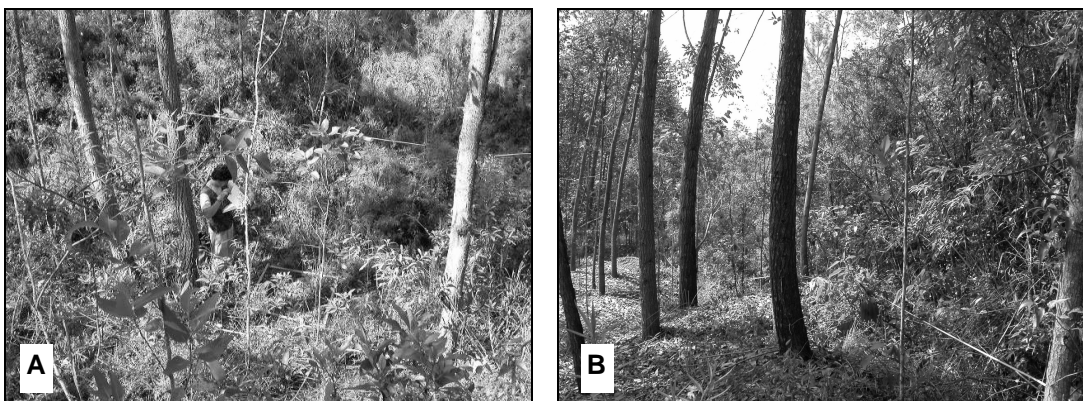


Figura 5: Zona 1 entre as pilhas de estéreis da mineração de carvão (A) e zona 2 em pilhas de estéreis em contato com rejeitos do beneficiamento do carvão (B). Rio Carvão Alto, Urussanga, SC.

Aumond (2003) ressalta que a desorganização espacial das áreas degradadas por meio de rugosidades, cria superfícies convexas (dissipadoras) adjacentes às superfícies côncavas (concentradoras) e, com isso, obtém-se aumento da superfície total da área, iniciando o movimento vertical e horizontal da água, erosão e lixiviação de sedimentos, resíduos orgânicos e colóides que irão se depositar internamente nas depressões do terreno, além de aumentar a superfície de contato com oxigênio, dióxido de carbono e exposição à radiação solar (Figura 6).

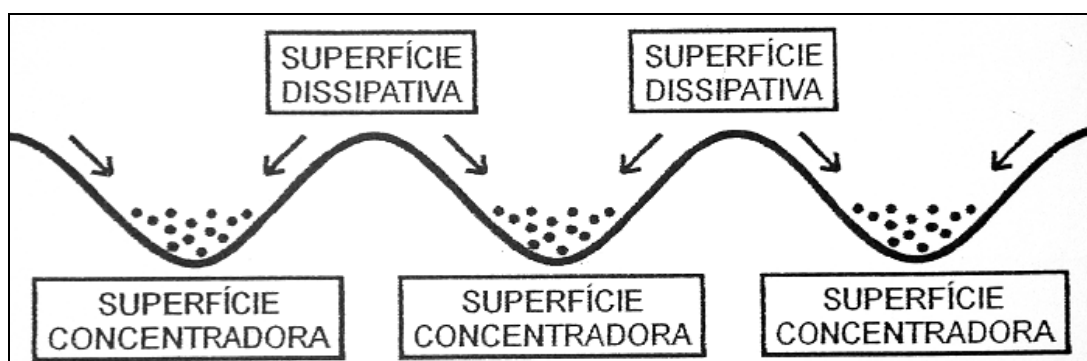


Figura 6: Modelo esquemático das irregularidades proposto por Aumond (2003).

Com relação à incidência luminosa, o autor op. cit., ressalta ainda que numa superfície irregular, os raios luminosos sofrem reflexão difusa pela manhã e à tarde, diminuindo pontualmente o nível de intensidade luminosa, proporcionando produção primária (fotossíntese) mais eficiente, já que este processo requer geralmente uma condição de luz pouco intensa.

Em áreas com topografia irregular, como as observadas nas zonas 1 e 2, segundo Regensburger (2004) a temperatura do solo e do ar é amenizada devido ao menor tempo de exposição direta ao espectro eletromagnético por unidade de área e devido ao processo de difusão da luz, mantendo-o numa faixa mais constante e propício ao metabolismo das plantas. Apesar destas zonas apresentarem solos pouco desenvolvidos, provavelmente o gradiente térmico, é quem está interferindo na composição florística e na regeneração natural dessas apresentando maior número de espécies e indivíduos.

Segundo Souza; Buckeridge (2004) nessa complexa matriz dinâmica de micro-sítios, a disponibilidade de luz varia mais drasticamente que qualquer outro recurso, influenciando criticamente o estabelecimento, crescimento, sobrevivência e reprodução de espécies vegetais. Desta forma, a utilização fotossintética da luz é um componente fundamental para a distribuição das espécies ao longo de um gradiente de regeneração natural.

O desenvolvimento da vegetação sobre as pilhas de estéreis, tanto em termos de densidade/cobertura como em diversidade e porte, de maneira geral, está relacionado com as características geológicas e, conseqüentemente as do solo. Assim, nas zonas onde há pilhas de estéreis com predominância de folhelhos e siltitos, são encontrados solos [substratos] mais espessos e desenvolvidos, enquanto nas pilhas compostas em sua maior parte por arenitos, principalmente aqueles piritosos, o solo praticamente inexistente e, portanto, a vegetação é bastante rara (IPAT, 2002).

A zona 3 é composta essencialmente por grânulos e seixos de rejeitos de carvão mineral alterado e substrato rochoso, com presença de poucas folhas (*Eucalyptus* spp.). É constituída por folhelho carbonoso, rejeitos de carvão e pirita, que têm coloração de cinza-escuro a preta; os fragmentos de rejeitos normalmente são inferiores a 10,0 cm. Normalmente a pirita, encontra-se em avançado estado de alteração o que pode ser evidenciado pela ocorrência, de fina película de cor branca, composta por sulfatos, que recobre os fragmentos de rejeitos e são

gerados a partir da dissolução da pirita. Trata-se, sem dúvida, da principal fonte de poluição presente na área.

Na zona 4 há predomínio de blocos de arenito branco, com manchas laranja oriundas de precipitados de oxi-hidróxido de ferro, associados à seixos e grânulos de siltito. Apresenta solo em desenvolvimento com tonalidade ocre e presença de poucas raízes e folhas.

Por apresentar pouco solo em desenvolvimento e serem relativamente planas, as zonas 3 - área com rejeitos de beneficiamento de carvão mineral e 4 - topo das pilhas de estéreis da mineração (Figura 7 A e B), apresentaram menor número de espécies. Tal fato parece estar relacionado com a maior radiação luminosa, superaquecimento do substrato e baixo acúmulo de material orgânico e de umidade, conforme apregoado por Aumond (2003).

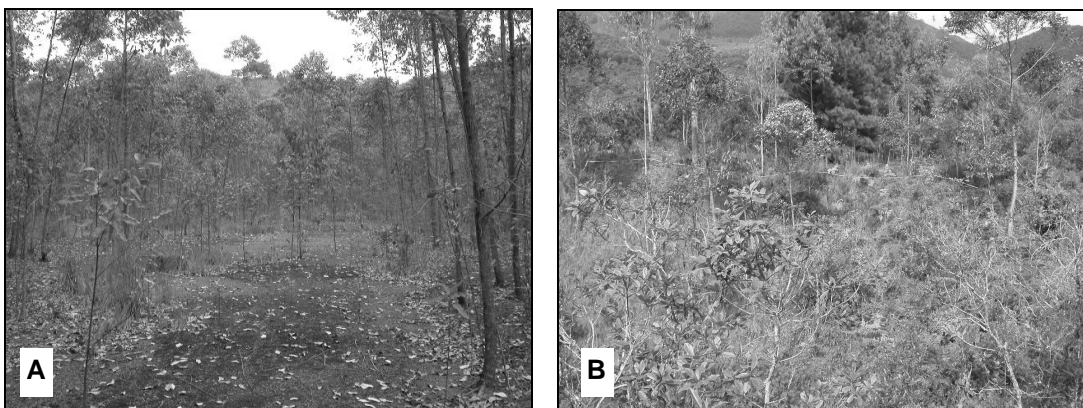


Figura 7: Zona 3 em rejeitos originados do beneficiamento de carvão mineral (A) e zona 4 no topo das pilhas de estéreis da mineração (B). Rio Carvão Alto, Urussanga, SC.

Na dinâmica do processo de sucessão, à medida que a comunidade evolui, os nutrientes concentram-se, cada vez mais, na biomassa vegetal, e não tanto no solo. Quanto aos mecanismos de conservação de nutrientes, com a rápida decomposição da serapilheira e a presença de micorrizas, estes mecanismos são ainda mais eficientes em áreas preservadas (RUGANI; SCHLITTLER; CARVALHO, 1997).

Desta forma a dinâmica de sucessão ecológica também pode ser abordada como um fenômeno de organização emergente *bottom-up* (de baixo para cima), que segundo Souza; Buckeridge (2004) formações de florestas tropicais têm sido caracterizadas como um mosaico sucessional com diferentes fases estruturais e florísticas induzidas pela abertura de clareiras no dossel. Sua dinâmica e

manutenção decorrem dos diferentes ambientes gerados desse mosaico, nos quais as espécies possuem capacidade diferencial de sobreviver e se desenvolver.

Santos (2003), em seu estudo nas pilhas de estéreis da mineração de carvão em Siderópolis, concluiu que o pH baixo do solo dá-se por possuírem muitos íons de H^+ e poucos íons de cálcio (Ca^{++}), de magnésio (Mg^{++}), de potássio (K^+) e de sódio (Na^+) adsorvidos em seu complexo de troca.

Esta situação também se verifica nas quatro zonas amostradas no presente estudo, evidenciada pela saturação de bases, que variou de 4,91 a 7,75% da capacidade de troca de cátions, não havendo portanto, diferença entre as mesmas que pudessem determinar o maior ou menor número de espécies nas zonas estudadas (Tabela 2), com exceção da zona 3 onde o menor valor de potássio (K) obtido, possivelmente interferiu na riqueza e abundância das espécies.

Tabela 2 – Resultados das análises físicas e químicas do solo amostradas em Rio Carvão Alto, município de Urussanga, SC, em quatro zonas, onde: 1 – entre pilhas de estêreis da mineração de carvão; 2 – em pilhas de estêreis da mineração em contato com rejeitos; 3 – em rejeitos originados do beneficiamento de carvão mineral; 4 – no topo das pilhas de estêreis da mineração.

ZONAS	Classe Textura III (%)	pH	Índice SMP	P ppm	K ppm	Mat, Orgânico % (m/v)	Al cmolc/l	Ca cmolc/l	Mg cmolc/l	Na ppm	H + Al cmolc/l	pH CaCl2	Soma Bases-S cmolc/l	CTC cmolc/l	Saturação Bases-V %
Zona 1		4,1	4,0	8,30	128,0	2,8	9,4	1,4	1,0	11,0	43,35	3,60	2,78	46,13	6,03
Ref	38,0	MB		M		M		B	M			MA	M	A	MB
Zona 2		4,0	4,0	8,60	129,0	3,7	6,3	1,3	0,9	9,0	43,35	3,40	2,57	45,92	5,60
Ref	29,0	MB		M		M		B	M			MA	B	A	MB
Zona 3		3,5	4,0	5,30	78,0	1,9	7,7	1,6	0,4	9,0	43,35	3,20	2,24	45,59	4,91
Ref	32,0	MB		B		B		B	B			MA	B	A	MB
Zona 4		4,3	4,3	8,90	131,0	0,7	10,8	0,7	1,5	10,0	30,72	3,60	2,58	33,30	7,75
Ref	38,0	MB		M		B		B	A			MA	B	A	MB

* Obs: Interpretação conforme recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, SBCS Núcleo Regional. Onde: MB = muito baixo; B = baixo; M = médio; MA = muito alta ; Res = resultado e Ref = referência.

Desta forma, muitos são os fatores que impedem ou dificultam o estabelecimento da regeneração natural em áreas alteradas e degradadas pela mineração de carvão.

Nas Tabelas 3, 4, 5 e 6 encontram-se os resultados estimados da estrutura da regeneração natural por espécie e por zona amostrada, calculados para cada classe de altura.

Tabela 3 – Índices de regeneração natural da vegetação localizada entre as pilhas de estéreis da mineração (**Zona 1**). Os valores são apresentados em ordem decrescente da regeneração natural total por espécie (RNT), onde: RNC1= indivíduos com altura de 0,20 a 0,50 m; RNC2= indivíduos com altura de 0,51 a 1,50 m e RNC3 = indivíduos com altura >1,50 m e DAP <5 cm.

	Nome Científico	Regeneração Natural (%)			
		RNC1	RNC2	RNC3	RNT
1	<i>Clethra scabra</i>	0,54	8,27	15,53	24,34
2	<i>Myrsine coriacea</i>	1,61	5,29	13,92	20,82
3	<i>Miconia cabucu</i>	1,61	1,07	5,36	8,03
4	<i>Eupatorium vauthierianum</i>	1,07	0,54	5,89	7,50
5	<i>Eucalyptus saligna</i>	0,00	1,59	5,89	7,48
6	<i>Tibouchina sellowiana</i>	0,00	3,45	3,21	6,66
7	<i>Tibouchina ramboi</i>	0,00	1,07	4,28	5,36
8	<i>Piptocarpha tomentosa</i>	0,54	0,54	2,68	3,75
9	<i>Clusia parviflora</i>	1,07	0,54	1,61	3,21
10	<i>Vernonia discolor</i>	0,00	0,54	2,14	2,68
11	<i>Eupatorium intermedium</i>	0,00	1,61	0,00	1,61
12	<i>Matayba guianensis</i>	0,00	1,07	0,00	1,07
13	<i>Cabralea canjerana</i>	0,54	0,54	0,00	1,07
14	<i>Xylopia brasiliensis</i>	0,00	0,54	0,00	0,54
15	<i>Symplocos tenuifolia</i>	0,00	0,54	0,00	0,54
16	<i>Psidium cattleianum</i>	0,00	0,54	0,00	0,54
17	<i>Piper gaudichaudianum</i>	0,00	0,54	0,00	0,54
18	<i>Nectandra oppositifolia</i>	0,00	0,54	0,00	0,54
19	<i>Nectandra membranacea</i>	0,00	0,54	0,00	0,54
20	<i>Jacaranda micrantha</i>	0,00	0,00	0,54	0,54
21	<i>Euterpe edulis</i>	0,54	0,00	0,00	0,54
22	<i>Casearia sylvestris</i>	0,00	0,00	0,54	0,54
23	<i>Baccharis brachylaenoides</i>	0,00	0,00	0,54	0,54
24	<i>Alchornea triplinervia</i>	0,00	0,54	0,00	0,54
25	<i>Achyrocline satureioides</i>	0,54	0,00	0,00	0,54
Total		8,03	29,85	62,12	100,00

Tabela 4 – Índices de regeneração natural da vegetação localizada em pilhas de estéreis da mineração em contato com rejeitos (**Zona 2**). Os valores são apresentados em ordem decrescente da regeneração natural total por espécie (RNT), onde: RNC1= indivíduos com altura de 0,20 a 0,50 m; RNC2= indivíduos com altura de 0,51 a 1,50 m e RNC3 = indivíduos com altura >1,50 m e DAP <5 cm.

	Nome Científico	Regeneração Natural (%)			
		RNC1	RNC2	RNC3	RNT
1	<i>Myrsine coriacea</i>	0,60	4,53	12,88	18,01
2	<i>Tibouchina sellowiana</i>	1,20	4,24	11,54	16,99
3	<i>Clethra scabra</i>	2,11	2,62	11,20	15,93
4	<i>Eupatorium vauthierianum</i>	0,30	2,62	4,95	7,87
5	<i>Mimosa bimucronata</i>	0,00	0,00	5,65	5,65
6	<i>Alchornea triplinervia</i>	0,00	0,90	4,55	5,45
7	<i>Eucalyptus saligna</i>	0,00	0,30	4,55	4,85
8	<i>Symplocos tenuifolia</i>	0,30	0,60	2,73	3,63
9	<i>Senna multijuga</i>	0,00	0,71	2,31	3,02
10	<i>Miconia cabucu</i>	0,00	0,60	2,12	2,72
11	<i>Clusia parviflora</i>	0,00	0,90	1,42	2,32
12	<i>Piper gaudichaudianum</i>	0,60	0,71	0,81	2,12
13	<i>Vernonia discolor</i>	0,60	0,30	0,90	1,81
14	<i>Lamanonia temata</i>	0,30	0,51	0,30	1,11
15	<i>Psidium cattleyanum</i>	0,00	0,30	0,71	1,01
16	<i>Tibouchina ramboi</i>	0,00	0,30	0,60	0,90
17	<i>Matayba elaeagnoides</i>	0,30	0,60	0,00	0,90
18	<i>Piptocarpha tomentosa</i>	0,00	0,00	0,90	0,90
19	<i>Casearia sylvestris</i>	0,00	0,00	0,90	0,90
20	<i>Trema micrantha</i>	0,00	0,00	0,60	0,60
21	<i>Psycothrya longipes</i>	0,00	0,30	0,30	0,60
22	<i>Cabralea canjerana</i>	0,00	0,30	0,30	0,60
23	<i>Vernonia tweedieana</i>	0,30	0,00	0,00	0,30
24	<i>Nectandra oppositifolia</i>	0,00	0,00	0,30	0,30
25	<i>Myrsine umbellata</i>	0,00	0,00	0,30	0,30
26	<i>Myrcia fallax</i>	0,00	0,00	0,30	0,30
27	<i>Eupatorium intermedium</i>	0,00	0,00	0,30	0,30
28	<i>Erythoxylum deciduum</i>	0,00	0,30	0,00	0,30
29	<i>Aegiphyla sellowiana</i>	0,00	0,00	0,30	0,30
Total		6,62	21,65	71,73	100,00

Tabela 5 – Índices de Regeneração Natural da vegetação localizada em contato direto com rejeitos do beneficiamento do carvão mineral (**Zona 3**). Os valores são apresentados em ordem decrescente da regeneração natural total por espécie (RNT), onde: RNC1= indivíduos com altura de 0,20 a 0,50 m; RNC2= indivíduos com altura de 0,51 a 1,49 m e RNC3 = indivíduos com altura >1,50 m e DAP <5 cm.

Nome Científico		Regeneração Natural (%)			
		RNC1	RNC2	RNC3	RNT
1	<i>Eucalyptus saligna</i>	2,91	14,10	36,02	53,03
2	<i>Myrsine coriacea</i>	3,76	7,90	11,11	22,77
3	<i>Eupatorium vauthierianum</i>	0,00	3,32	3,76	7,08
4	<i>Clethra scabra</i>	1,25	0,00	2,91	4,17
5	<i>Eucalyptus citriodora</i>	0,00	0,00	2,91	2,91
6	<i>Symplocos tenuifolia</i>	0,00	1,25	1,25	2,51
7	<i>Vernonia discolor</i>	1,25	0,00	0,00	1,25
8	<i>Tibouchina sellowiana</i>	0,00	0,00	1,25	1,25
9	<i>Piptocarpha tomentosa</i>	0,00	0,00	1,25	1,25
10	<i>Miconia cabucu</i>	1,25	0,00	0,00	1,25
11	<i>Ocotea puberula</i>	0,00	1,25	0,00	1,25
12	<i>Alchornea triplinervia</i>	0,00	0,00	1,25	1,25
Total		10,44	27,82	61,74	100,00

Tabela 6 – Índices de regeneração natural da vegetação localizada no topo das pilhas de estéreis da mineração (**Zona 4**). Os valores são apresentados em ordem decrescente da regeneração natural total por espécie (RNT), onde: RNC1= indivíduos com altura de 0,20 a 0,50 m; RNC2= indivíduos com altura de 0,51 a 1,50 m e RNC3 = indivíduos com altura >1,50 m e DAP <5 cm.

Nome Científico		Regeneração Natural (%)			
		RNC1	RNC2	RNC3	RNT
1	<i>Myrsine coriacea</i>	4,55	11,46	13,00	29,01
2	<i>Clethra scabra</i>	3,07	10,71	10,46	24,24
3	<i>Eucalyptus saligna</i>	0,61	5,05	16,29	21,95
4	<i>Tibouchina ramboi</i>	0,61	1,84	3,07	5,52
5	<i>Clusia parviflora</i>	1,84	3,07	0,61	5,52
6	<i>Tibouchina sellowiana</i>	0,61	2,45	0,00	3,07
7	<i>Eupatorium intermedium</i>	0,00	1,84	1,23	3,07
8	<i>Laplacea acutifolia</i>	0,00	0,86	1,23	2,09
9	<i>Tibouchina urvilleana</i>	0,00	0,61	0,00	0,61
10	<i>Psidium cattleianum</i>	0,00	0,61	0,00	0,61
11	<i>Pinus elliottii</i>	0,00	0,61	0,00	0,61
12	<i>Eupatorium vauthierianum</i>	0,00	0,00	0,61	0,61
13	<i>Eupatorium sp.</i>	0,00	0,00	0,61	0,61
14	<i>Eucalyptus citriodora</i>	0,00	0,00	0,61	0,61
15	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	0,00	0,00	0,61	0,61
16	<i>Alchornea triplinervia</i>	0,61	0,00	0,00	0,61
Total		11,91	39,75	48,34	100,00

As cinco primeiras espécies com maior regeneração natural total (RNT), nas quatro zonas (Tabelas 3, 4, 5 e 6) são pioneiras, apresentando segundo Budowski (1965), necessidade de luz para germinação das sementes, crescimento e desenvolvimento. São plantas com crescimento rápido e ciclo de vida curto, florescimento precoce, frutos e sementes pequenos com viabilidade longa, dispersos pelo vento. Apresentam crescimento rápido, com tronco e madeiras leves (mais celulose e menos lignina).

Em relação ao pH, a faixa ideal para a nutrição das plantas situa-se entre 5,6 e 6,2, quando a maioria dos nutrientes se encontra na forma solúvel, facilmente absorvido pelas raízes (DIAS, 1998).

No entanto, estas espécies estão se desenvolvendo em substrato com pH muito ácido (entre 3,5 a 4,3) e com teores de matéria orgânica muito baixos (entre 0,7 a 3,7 %) (Tabela 2). Tal constatação indica que essas espécies têm a capacidade de se adaptarem às condições extremas podendo, portanto, serem utilizadas na recuperação de áreas degradadas pela mineração de carvão a céu aberto.

A zona 2, em pilhas de estéreis da mineração em contato com rejeitos, apresentou o maior número de espécies (nove) com ocorrência em todas as classes de altura, a saber: *Myrsine coriacea*, *Tibouchina sellowiana*, *Clethra scabra*, *Eupatorium vauthierianum*, *Symplocos tenuifolia*, *Piper gaudichaudianum*, *Vernonia discolor* e *Lamanonia ternata* (Tabela 4); seguida pela zona 1, entre as pilhas de estéreis da mineração com seis espécies: *Clethra scabra*, *Myrsine coriacea*, *Miconia cabucu*, *Eupatorium vauthierianum*, *Piptocarpha tomentosa* e *Clusia parviflora* (Tabela 3). A zona 4, no topo das pilhas de estéreis da mineração, também apresentou seis espécies em todas as classes de alturas: *Myrsine coriacea*, *Clethra scabra*, *Eucalyptus saligna*, *Tibouchina ramboi*, *Clusia parviflora* e *Tibouchina sellowiana* (Tabela 6) e a zona 3, em contato direto com rejeitos do beneficiamento do carvão mineral, apresentou o menor número de espécies (duas) com ocorrência comum nas três classes: *Eucalyptus saligna* e *Myrsine coriacea* (Tabela 5).

Algumas espécies cujas populações estão presentes somente nas classes RNC2 e RNC3 de altura, como *Tibouchina sellowiana* e *Vernonia discolor* (Tabela 3); *Alchornea triplinervia* e *Symplocos tenuifolia* (Tabela 4), *Eupatorium vauthierianum* e *Symplocos tenuifolia* (Tabela 5) e *Eupatorium intermedium* e *Laplacea acutifolia* (Tabela 6), por apresentarem características de pioneiras,

podem ter dificuldades iniciais de estabelecimento quando a comunidade já está em processo mais adiantado de sucessão secundária ou pela maior seletividade a que estão expostas.

Já as espécies que estão presentes apenas na classe de menor altura (RNC1) e com poucos indivíduos, como é o caso de *Euterpe edulis* (Tabela 3), pode indicar sua dificuldade em se estabelecer no local, por pertencer à categoria sucessional mais avançada (climácica), ou mesmo à categorias sucessionais iniciais, como *Miconia cabucu* (Tabela 5) presente com somente um indivíduo, por estar desenvolvendo-se em ambiente com concentrações de metais consideradas tóxicas, tornando-se tolerantes às condições nas quais a maioria das espécies não sobrevivem (zona 3), com presença de pirita (FeS_2), oriunda do carvão. Segundo Kampf; Pinto (2002), estas concentrações de metais desencadeiam reações de acidificação proveniente da oxidação deste material piritoso, inibindo a sucessão, pois os altos níveis de acidez produzidos ($\text{pH} < 3,5$) causam deficiência de nutrientes para as plantas e concentrações tóxicas de metais pesados. A presença das espécies somente na classe RNC1 de altura, pode também estar relacionada à maior exigência das plantas em termos ambientais e nutricionais.

As baixas condições de pH dessas áreas contribuem para crescente solubilização de numerosos elementos do substrato, particularmente metais, e são fatores limitantes no estabelecimento da vegetação natural nestes habitats (PROCHNOW; PORTO, 2000), evidenciado pela menor riqueza específica (Tabela 5).

Santos (2003) informa ainda, que apesar de alguns tipos de solos e rejeitos de mineração conterem, muitas vezes, concentrações de metais pesados extremamente altas, populações de certas espécies têm sido registradas como suas colonizadoras naturais.

Clethra scabra, que apresentou para a Zona 1 a maior RNT (24,34%), é uma espécie pioneira e heliófita, característica das matas secundárias. Apresenta freqüência elevada, porém de dispersão irregular e descontínua. Ocorre preferencialmente no interior de capoeiras, ou na suas orlas, situados em solos pobres, úmidos e compactos, de aclives suaves. Produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis, amplamente dispersas pelo vento (LORENZI, 1998). O autor informa ainda que esta espécie, apresenta crescimento rápido, sendo recomendada para a composição de reflorestamentos heterogêneos destinados à recuperação da vegetação de áreas degradadas.

Observações realizada por Citadini-Zanette (2002), em pilhas de estéreis da mineração de carvão a céu aberto formadas pela inversão de camadas, como é no caso deste estudo, revela que os primeiros vegetais lenhosos a se instalarem nas etapas mais avançadas são indivíduos jovens de *Clethra scabra* e *Myrsine coriacea*, espécies freqüentes na região e que a restauração por agentes naturais nestas condições é extremamente prejudicada.

Nas zonas 2 e 4, *Myrsine coriacea* apresentou a maior RNT (18,01% e 29,01% respectivamente). Nas zonas 1 e 3, foi a segunda espécie com maior RNT ou seja 20,82% na zona 1 e 22,77% na zona 3.

Remor (2004) ao estudar a regeneração natural em blocos experimentais de *Mimosa scabrella*, informa que *Myrsine coriacea*, apresentou maior RNT (18,55%), próximo aos obtidos neste estudo. Reis, Nakazono, Matos (1996) definem esta espécie como sendo pioneira edáfica de pico de morro, que se desenvolve tanto na Floresta Ombrófila Densa como na Floresta Estacional Decidual. Por suas características ecofisiológicas pode-se enquadrar também como secundária inicial. É uma espécie anemófila e zoocórica, freqüente em áreas abandonadas de mineração a céu aberto com pequena cobertura de argila (CITADINI-ZANETTE; BOFF, 1992) ou também diretamente sobre os estéreis da mineração de carvão (SANTOS, 2003; KLEIN et al., 2005).

Santos (2003) ao estudar um fragmento florestal em estágio sucessional médio de regeneração natural, registrou a ocorrência de *Myrsine coriacea*, *Lamanonia ternata*, *Trema micrantha*, *Aegiphyla sellowiana* e *Clethra scabra*, também presente neste estudo e com características de locais antropizados.

Myrsine coriacea é considerada ainda como uma das espécies mais importantes da flora, contribuindo na regeneração florestal, pois seus frutos são consumidos por aproximadamente 30 espécies de pássaros (BACKES; IRGANG, 2002).

Howe (1986) informa que aves e mamíferos constituem os grupos mais diversificados e bem adaptados à dispersão de sementes das angiospermas. Dentre esses grupos a dispersão por aves é predominante.

Zoucas (2002) relacionou 981 espécies com ocorrência no sul de Santa Catarina e entorno, visando a recuperação de áreas degradadas, constatando 394 espécies ornitocóricas (40,1%), o que denota o grande potencial dessa interação para acelerar o processo de recuperação de áreas degradadas.

Pela análise das curvas espécies/área para as três classes de altura de regeneração natural nas quatro zonas amostradas (Figuras 8, 9, 10 e 11) houve estabilidade das referidas curvas a partir de determinado ponto, específico para cada zona. Assim sendo, a amostragem pode ser considerada representativa das comunidades estudadas, uma vez que as curvas do número espécie/área tenderam a estabilizar nas quatro zonas amostradas.

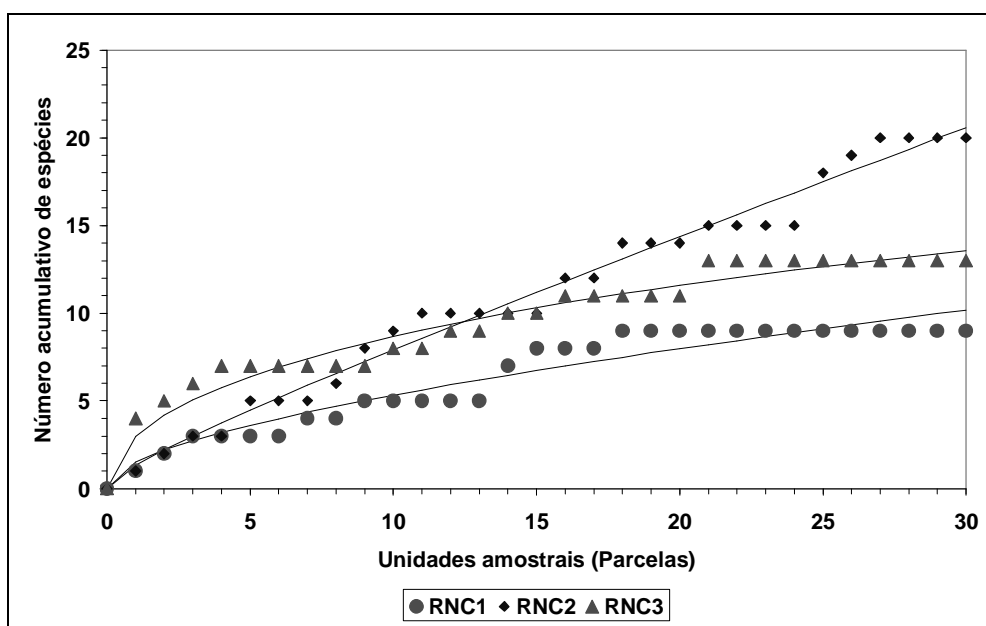


Figura 8: Relação acumulativa de espécies por área amostrada entre as pilhas de estéreis da mineração de carvão (**Zona 1**), para três classes de altura onde: RNC1= indivíduos com altura de 0,20 a 0,50 m; RNC2= indivíduos com altura de 0,51 a 1,49 m e RNC3 = indivíduos com altura >1,50 m e DAP <5 cm. O ajuste das curvas aos pontos observados por raiz quadrada é dado pelas equações de regressão que seguem: RNC 1: $y = 0,796529114\sqrt{x} + 0,225006487x$; RNC 2: $y = 5,408917992\sqrt{x} + (-0,307907392x)$; RNC 3: $y = 8,776152105\sqrt{x} + (-0,797107009x)$.

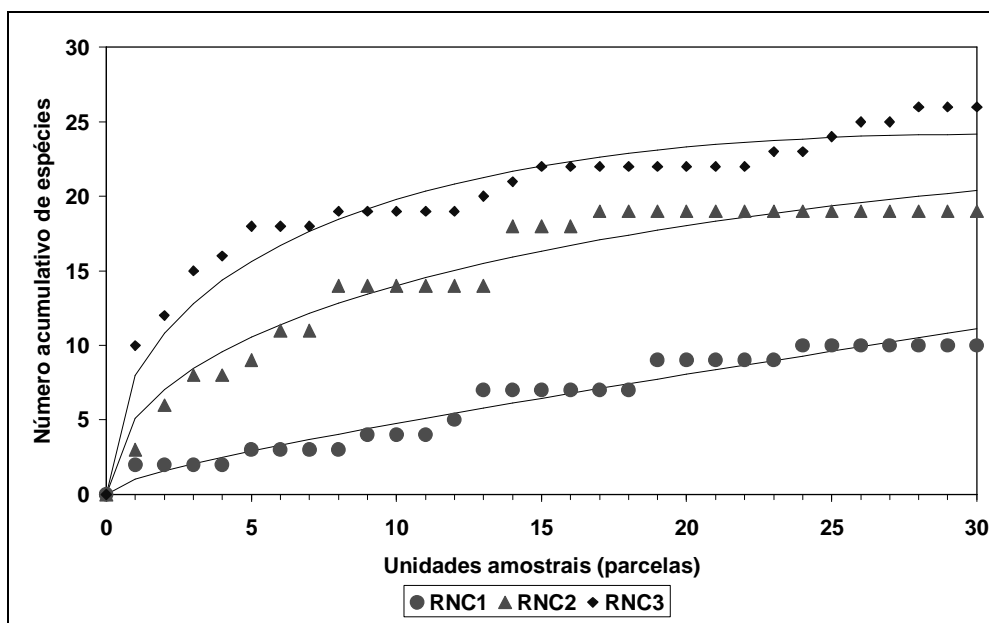


Figura 9: Relação acumulativa de espécies por área amostrada em pilhas de estéreis da mineração em contato com rejeitos (**Zona 2**), para três classes de altura onde: RNC1= indivíduos com altura de 0,20 a 0,50 m; RNC2= indivíduos com altura de 0,51 a 1,50 m e RNC3 = indivíduos com altura >1,50 m e DAP <5 cm. O ajuste das curvas aos pontos observados por raiz quadrada é dado pelas equações de regressão que seguem: RNC 1: $y = 0,796529114\sqrt{x} + 0,225006487x$; RNC 2: $y = 5,408917992\sqrt{x} + (-0,307907392x)$; RNC 3: $y = 8,776152105\sqrt{x} + (-0,797107009x)$.

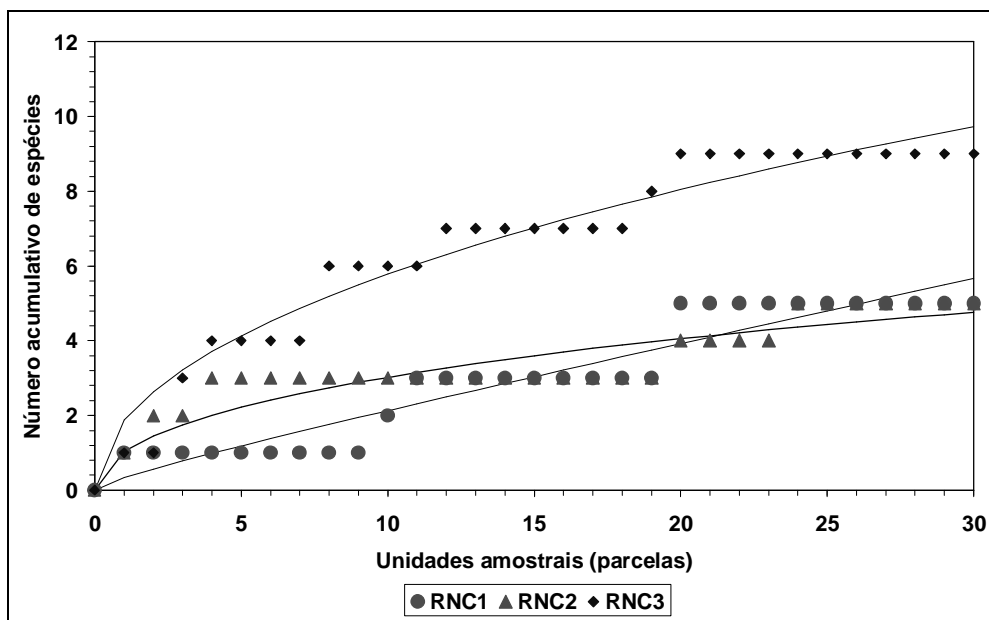


Figura 10: Relação acumulativa de espécies por área amostrada em contato direto com rejeitos do beneficiamento do carvão mineral (**Zona 3**), para três classes de altura onde: RNC1= indivíduos com altura de 0,20 a 0,50 m; RNC2= indivíduos com altura de 0,51 a 1,50 m e RNC3 = indivíduos com altura >1,50 m e DAP <5 cm. O ajuste das curvas aos pontos observados por raiz quadrada é dado pelas equações de regressão que seguem: RNC 1: $y = 0,179500467\sqrt{x} + 0,1561285x$; RNC 2: $y = 1,073936798\sqrt{x} + (-0,037496636x)$; RNC 3: $y = 1,897656597\sqrt{x} + (-0,022100566x)$.

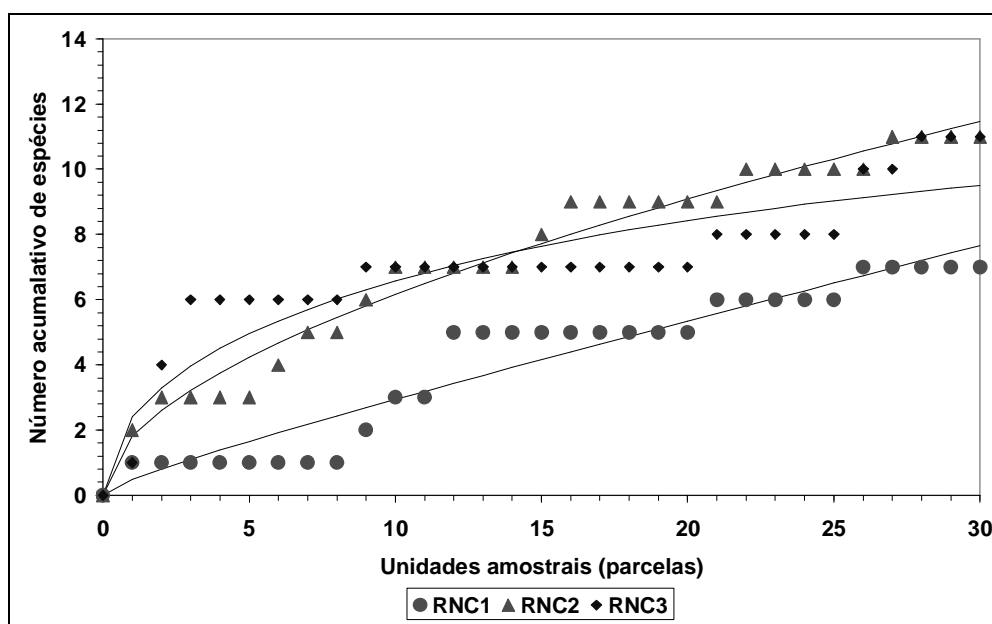


Figura 11: Relação acumulativa de espécies por área amostrada no topo das pilhas de estéreis da mineração (**Zona 4**), para três classes de altura onde: RNC1= indivíduos com altura de 0,20 a 0,50 m; RNC2= indivíduos com altura de 0,51 a 1,50 m e RNC3 = indivíduos com altura >1,50 m e DAP <5 cm. O ajuste das curvas aos pontos observados por raiz quadrada é dado pelas equações de regressão que seguem: RNC 1: $y = 0,286955295\sqrt{x} + 0,202793894x$; RNC 2: $y = 1,756401202\sqrt{x} + 0,061477011x$; RNC 3: $y = 2,548536196\sqrt{x} + (-0,148521447x)$.

Analisando os resultados obtidos pelo índice de Regeneração Natural Total (RNT) na zona 1, os valores variaram de 24,34 a 0,54%. O menor valor (0,54%) foi para 12 espécies, todas presentes com somente um indivíduo em uma das três classes de altura (Tabela 3 e Figura 12). Na zona 2, o RNT variou de 18,01 a 0,30%, sendo o menor valor (0,30%) registrado para sete espécies, todas presentes com somente um indivíduo em uma das três classes de altura (Tabela 4 e Figura 13). Na zona 3, o RNT variou de 53,03 a 1,25% e o menor valor (1,25%) foi obtido por seis espécies, todas presentes com somente um indivíduo em uma das três classes de altura (Tabela 5 e Figura 14). Na zona 4, o RNT alcançado foi entre 29,01 a 0,61% sendo o menor valor (0,61%), para oito espécies, todas presentes com somente um indivíduo em uma das três classes de altura (Tabela 6 e Figura 15).

Citadini-Zanette (1995) obteve para um remanescente de Floresta Ombrófila Densa em floresta primária que sofreu corte seletivo para extração de madeira e palmitero, em Orleans, SC, índices de Regeneração Natural Total (RNT) com

amplitudes que variaram de 8,15% a 0,04%, utilizando critérios semelhantes ao adotado neste estudo.

Negrelle (1995) para diferentes formas de vida em um trecho de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas mais conservadas em Itapoá, nordeste catarinense, obteve amplitude nos índices de RNT de 18,40% a 0,09%. Na mesma área Dornelles; Negrelle (2000) obtiveram índices de RNT 23,90% a 0,07%, considerando somente duas classes de altura (plântulas - com alturas maiores de 5 cm e menores que 1,0 m e juvenil - com altura a partir de 1,0 m e DAP < 5 cm).

Analisando os resultados obtidos por Remor (2004), em blocos experimentais de *Mimosa scabrella* em áreas mineradas a céu aberto em Siderópolis, SC, os valores de RNT variaram de 18,55 a 0,10%, próximo aos obtidos neste estudo.

Considerando a regeneração natural como um todo, as espécies que ocorrem em todas as classes de altura na comunidade são as mais prováveis de fazer parte da futura composição florístico-estrutural, pois teoricamente são as que melhor conseguem se estabelecer na floresta (VOLPATO, 1994; CITADINI-ZANETTE, 1995).

As figuras 12, 13, 14 e 15 mostram as espécies, em ordem decrescente, com maiores estimativas de regeneração natural total (RNT) evidenciadas neste estudo, com potencial para uso em áreas degradadas pela mineração de carvão no Sul de Santa Catarina.

Pelos dados apresentados sugere-se a continuidade da presente pesquisa visando a estudos de média e longa duração que poderão responder a questões sobre as múltiplas trajetórias que caracterizam a sucessão ecológica em áreas degradadas pela mineração de carvão.

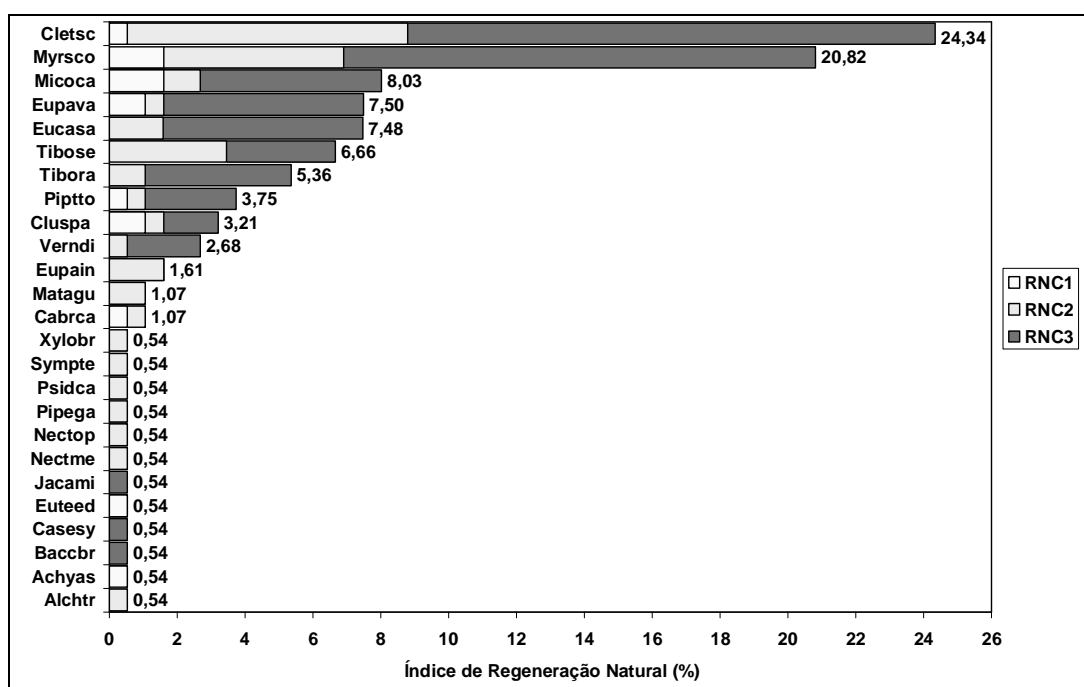


Figura 12: Estimativa de Regeneração Natural Total (RNT) das espécies amostradas entre as pilhas de estéreis da mineração (**Zona 1**). As abreviações dos nomes das espécies correspondem às iniciais das quatro primeiras letras do gênero e as duas seguintes às iniciais do epíteto específico (nomes completos encontram-se na Tabela 1).

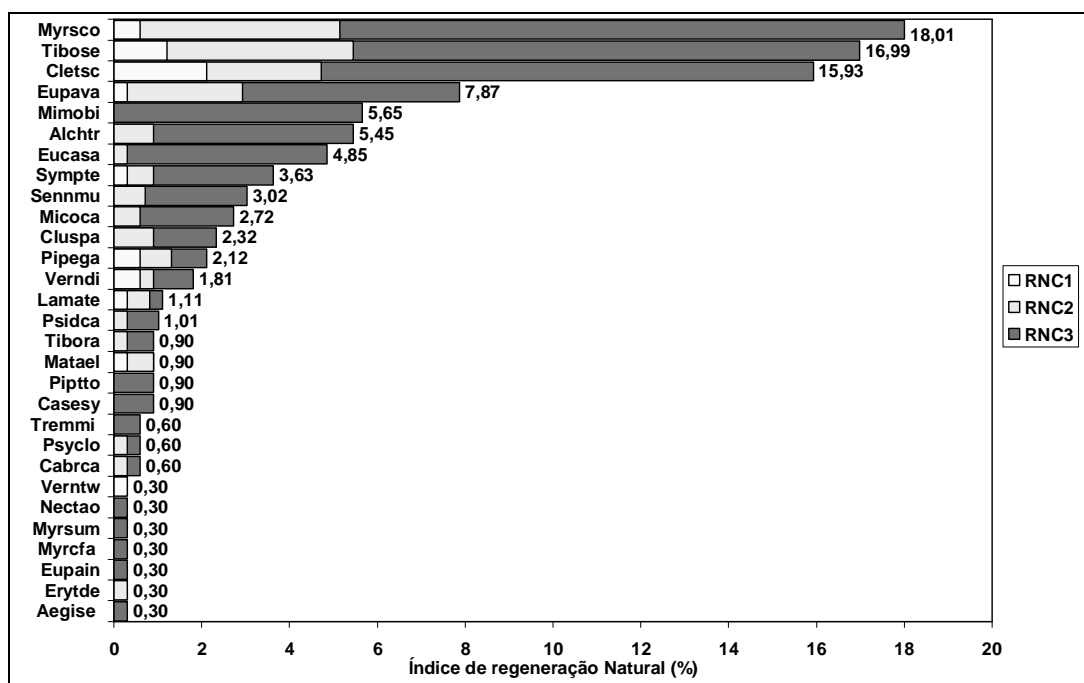


Figura 13: Estimativa de Regeneração Natural Total (RNT) das espécies amostradas em pilhas de estéreis da mineração em contato com rejeitos (**Zona 2**). As abreviações dos nomes das espécies correspondem às iniciais das quatro primeiras letras do gênero e as duas seguintes às iniciais do epíteto específico (nomes completos encontram-se na Tabela 1).

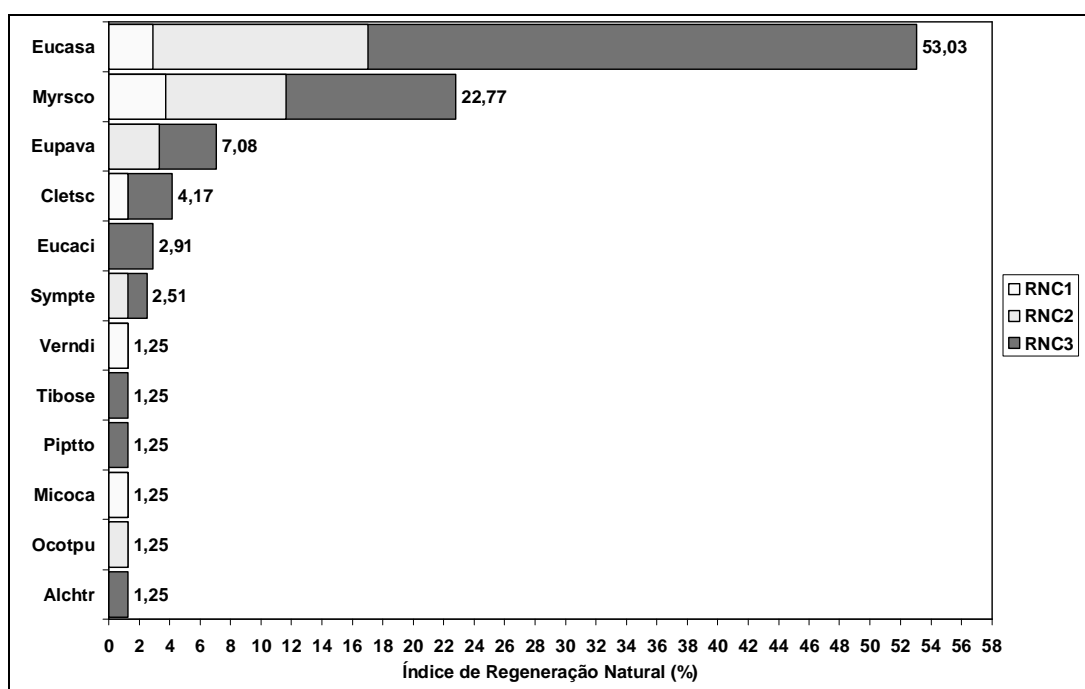


Figura 14: Estimativa de regeneração natural total (RNT) das espécies amostradas em contato direto com rejeitos do beneficiamento do carvão mineral (**Zona 3**). As abreviações dos nomes das espécies correspondem as iniciais das quatro primeiras letras do gênero e as duas seguintes às iniciais do epíteto específico (nomes completos encontram-se na Tabela 1).

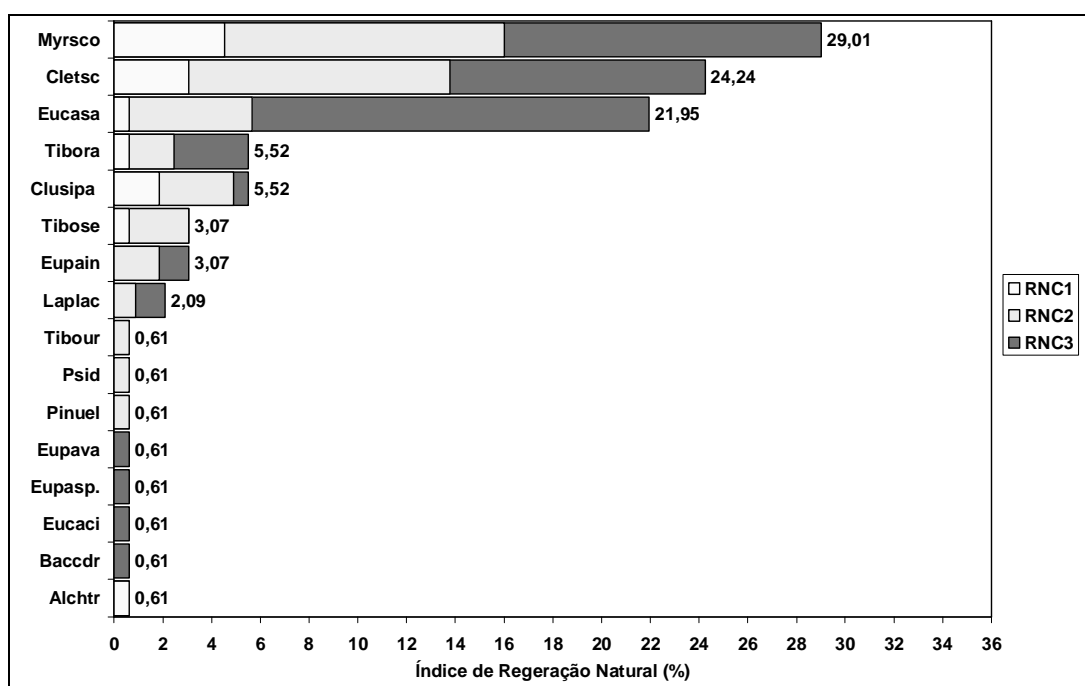


Figura 15: Estimativa de Regeneração Natural Total (RNT) das espécies amostradas no topo das pilhas de estéreis da mineração (**Zona 4**). As abreviações dos nomes das espécies correspondem as iniciais das quatro primeiras letras do gênero e as duas seguintes às iniciais do epíteto específico (nomes completos encontram-se na Tabela 1).

4 Conclusões

Este estudo permitiu verificar quais espécies podem desenvolver-se em condições de degradação extrema e que poderão contribuir para ações de recuperação de áreas degradadas pela mineração de carvão no Sul de Santa Catarina.

Clethra scabra, *Myrsine coriacea*, *Miconia cabucu* e *Eucalyptus saligna* foram encontradas em todas as zonas estudadas, variando apenas no número de indivíduos por local, indicando que são capazes de desenvolverem em diferentes tipos de substrato, mesmo que haja variações significativas de granulometria, pH e nutrientes.

Essas espécies destacaram-se das demais encontradas, nos valores dos parâmetros fitossociológicos e de regeneração natural. Esse comportamento reforça a indicação de que tais espécies nativas, com exceção de *Eucalyptus saligna*, possuem potencial para uso em áreas degradadas pela mineração de carvão a céu aberto.

Observou-se nas diferentes zonas que o desenvolvimento das espécies é fortemente influenciado pelas características que o local oferece e que pequenas alterações nesse local, podem provocar grande variação de resposta no crescimento dessas espécies, conforme teoria de Aumond (2003).

Na zona 1 e 2, por ser em áreas com temperaturas amenizadas pelas pilhas de estéreis e com presença de solos pouco desenvolvidos, observou-se maior interferência do gradiente térmico na composição florística e na regeneração natural, refletindo pelo maior número de espécies e de indivíduos.

Desta forma, a utilização fotossintética da luz é um componente fundamental para a distribuição das espécies ao longo de um gradiente de regeneração natural.

Sugere-se continuidade desta pesquisa visando a estudos de média e longa duração, que poderão responder com dados mais concretos sobre as trajetórias dos processos sucessionais que ocorrem em áreas degradadas pela mineração de carvão.

5 Referências

- APG II (The Angiosperm Phylogeny Group). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 141, p. 399-436. 2003.
- AUMOND, J. J. Teoria dos Sistemas: uma nova abordagem para recuperação e restauração ambiental. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AMBIENTAL, 2. 2003, Itajaí. **Anais...** Itajaí, UNIVALI, 2003. p. 10-16.
- BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do Sul: guia de identificação e interesse ecológico**. Porto Alegre: Instituto Souza Cruz, 2002. 326 p.
- BUDOWSKI, G. Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional processes. **Turrialba**, v. 15, n. 1, p. 40-42, 1965.
- CITADINI-ZANETTE, V. **Florística, fitossociologia e aspectos da dinâmica de um remanescente de mata atlântica na microbacia do rio Novo, Orleans, SC**. São Carlos, 1995. 249f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – PPGERN, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1995.
- CITADINI-ZANETTE, V. Recuperação de áreas degradadas na região carbonífera de Santa Catarina: aspectos sucessionais e interações interespecíficas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 4., 2000, Blumenau (SC). **Anais...** Blumenau (SC): SOBRADE, 2002. 1 CD-ROM.
- CITADINI-ZANETTE, V.; BOFF, V. P. **Levantamento florístico em áreas mineradas a céu aberto na região carbonífera de Santa Catarina, Brasil**. Florianópolis: SDM/FEPEMA, 1992. 160p.
- DIAS, L. E. Caracterização de substratos para fins de recuperação de áreas degradadas. In: DIAS, L.E.; MELLO, J.W.V. **Recuperação de áreas Degradadas**. Viçosa: UFV/SOBRADE, 1998. p. 27-44.
- DORNELLES, L.P.P.; NEGRELLE, R.R.B. Aspectos da regeneração natural de espécies arbóreas da Floresta Atlântica. **Iheringia Ser. Bot.**, Porto Alegre, v. 53, p. 85-100, 2000.
- DUFLOTH, J. H.; CORTINA, N.; VEIGA, M.da; MIOR, L. C. (ORG). Estudos básicos regionais de Santa Catarina. Florianópolis: Epgri, 2005. **CD-ROM**. ISBN 85-85014-43-1.
- EMBRAPA. **Serviço Nacional de Levantamento e Classificação de Solos**. Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento. Rio de Janeiro, 1988. 70p.
- FINOL, U. H. Nuevos parâmetros a considerarse em el analisis estrutural de lãs selvas virgenes tropicales. **Ver. For. Venezolana**, Verida, v. 14, n.21, p. 29-42, 1971.
- HOWE, H. F.; SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 13, p. 201-228. 1982.
- IPAT/UNESC – Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas / UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense. **Diagnóstico Ambiental Mina Malha II Leste – Santa Catarina**. Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - Universidade do Extremo Sul Catarinense. Relatório técnico. Criciúma, 121p. 2000.

- KAMPF, N.; PINTO, L. F. S. Contaminação dos solos constituídos. In: TEIXEIRA, E. C. (Coord.) **Meio Ambiente e Carvão Impactos da exploração e utilização**. Porto Alegre: FINEP/ CAPES/ PADCT/ GTM/ PUCRS/ UFSC/ FEPAM, 2002. 498p. (Cadernos de Planejamento e Gestão Ambiental; 2)
- KLEIN, A. S., CITADINI-ZANETTE, V., SANTOS, R., LOPES, R. P., PEREIRA, J. L. Levantamento florístico-fitosociológico em áreas de mineração de carvão a céu aberto, Urussanga, Santa Catarina, Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL E CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 6., 2005, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SOBRADE, 2005. p. 335-344.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil, 2**. Nova Odessa (SP): Plantarum, 1998. 352 p.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: Wiley, 1974. 547p.
- MÜLLER, A. A.; SANTOS, H. M.; SCHMITT, J. C. C.; MACIEL, L. A. C.; BERTOL, M. A.; CÉSAR, S. B. **Perfil analítico do carvão**. 2. ed. (revista e atualizada). Porto Alegre: DNPM, n. 6., 1987. 140p.
- NAPPO, M. E.; FILHO, A. T. O.; MARTINS, S. V. A estrutura do sub-bosque de povoamentos homogêneos de *Mimosa scabrella* Benth, em área minerada, em Poços de Caldas, MG, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p.17-29, 2000.
- NEGRELLE, R.R.B. **Composição florística, estrutura fitossociológica e dinâmica de regeneração da floresta atlântica na Reserva Volta Velha, mun. Itapoá, SC**. 1995. 222f. Tese (Doutorado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1995.
- NEPPEL, M. **Sucessão Secundária da Vegetação em Diferentes Modelos de Recuperação Ambiental na Planície Aluvial do Rio Bedito, em Timbó, SC**. 2003. 80f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2003.
- POGGIANI, F. Estrutura, funcionamento e classificação de florestas: implicação ecológica em florestas plantadas. **Documentos Florestais**, v. 3, p. 9-14. 1989.
- PROCHNOW, T. R.; PORTO, M. L. Avaliação de áreas de rejeitos da mineração de carvão com vistas a bioindicadores vegetais para metais pesados. In: DICK, T. (Coord.) **Carvão e Meio Ambiente**. Porto Alegre: Ed. Universidade – UFRGS; Centro de Ecologia – UFRGS, 2000.1006p.
- REGENSBURGER, R. **Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração de Argila através da Regularização Topográfica, da Adição de Insumos e Serrapilheira, e de Atratores da Fauna**. 2004. 99f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Florianópolis, 2004.
- REIS, A., NAKAZONO, E. M., MATOS, J. Z. **Utilização da sucessão e das interações planta-animal na recuperação de áreas florestais degradadas. Recuperação de Áreas Degradadas**. Curso de Atualização, 3., Curitiba, PR, 12-16 de Fevereiro de 1996, p.29-44.
- REMOR, R. **Regeneração Natural em Blocos Experimentais de *Mimosa scabrella* Benth. (Bracatinga): Subsídios para recuperação de áreas degradadas pela mineração de carvão a céu aberto no sul do estado de Santa**

- Catarina, Brasil.** 2004. 109f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2004.
- RUGANI, C.A.; SCHLITTLER, F.H.; CARVALHO, J.B. Biomassa e estoque de nutrientes nos vários compartimentos de uma floresta secundária de terra firme de Manaus-AM. **Naturalia**, São Paulo, v. 22, p. 103-113. 1997.
- SANTA CATARINA (Estado). Secretaria de Estado de Coordenação Geral e Planejamento. Subsecretaria de Estudos Geográficos e Estatísticos. **Atlas escolar de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro/IOESC, 1991. 136p.
- SANTOS, R. **Reabilitação de ecossistemas degradados pela mineração de carvão a céu aberto em Santa Catarina, Brasil**. São Paulo, 2003. 115f. Tese (Doutorado em Engenharia) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- SARTORI, M. S. **Variação da regeneração natural da vegetação arbórea no sub-bosque de *Eucalyptus saligna* SMITH. Manejado por talhadia, localizado no Município de Itatinga, SP**. Piracicaba, 2001. 84f. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2001.
- SOUZA, A. L. S.; SCHETTINO, S.; JESUS, R. M.; VALE, A. B. Natural regeneration dynamics of a secondary dense ombrophylous forest, after vine cutting at Vale do Rio Doce S.A. Natural Reserve in Espírito Santo, Brazil. **Rev. Árvore**, v. 26, n. 4, p. 411-419, July/aug. 2002.
- SOUZA, G. M. ; BUCKERIDGE, M. S. . Sistemas complexos: novas formas de ver a Botânica. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 407-419, 2004.
- TRYON, R. M.; TRYON, A. F. **Ferns and allied plants: with special reference to tropical America**. New York, Springer Verlag, 1982. 654 p.
- VOLPATO, M. M. L. **Regeneração natural em uma floresta secundária no domínio de mata atlântica: uma análise fitossociológica**. Viçosa, 1993. 123f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, 1993.
- ZOUCAS, B.C. **Subsídios para restauração de áreas degradadas: banco de dados e análise das espécies vegetais de ocorrência no sul de Santa Catarina**. 2002. 132f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As informações obtidas a partir do estudo da composição florística e estrutura comunitária em quatro zonas distintas no município de Urussanga, na localidade de Rio Carvão Alto, Sul de Santa Catarina, revelaram a presença na comunidade vascular amostrada de 3067 indivíduos, em 3000 m² pertencentes a 113 espécies e a 39 famílias botânicas.

Este estudo permitiu verificar o processo sucessional da área, após um período de 28 anos de abandono, cujos dados servirão para subsidiar projetos de recuperação em áreas degradadas pela mineração de carvão a céu aberto no sul do estado de Santa Catarina.

Como já constatado por Citadini-Zanette; Boff (1992) a vegetação na área estudada é também constituída, basicamente, por plantas pioneiras e ruderais, pouco exigentes em fertilidade do solo e com grande capacidade de competição e adaptação.

As rugosidades formadas pelas pilhas de estéreis em áreas degradadas minimizam os processos erosivos, criam maior variabilidade na luminosidade, insolação e aeração, gerando oportunidade para a criação de micro-nichos tendo como reflexo aumento na riqueza de espécies como observados nas zonas 1- entre pilhas de estéreis da mineração de carvão e zona 2- em pilhas de estéreis da mineração em contato com rejeito.

Sintetizando, em termos de riqueza florística por zona amostrada, destacaram-se a zona 1 com 70 espécies, seguida pelas zonas 2 (60), 4 (48) e 3 com 21 espécies, desenvolvendo-se em diferentes tipos de substratos.

O levantamento da estrutura comunitária visando o conhecimento da regeneração natural nas quatro zonas consideradas, revelou que a zona 2 apresentou o maior número de espécies regenerantes (29) ou 35% do total amostrado, seguida pela zona 1 com 25 espécies ou 30%, zona 4 com 16 ou 20% e zona 3 com 12 ou 15% do total das espécies encontradas, tendo *Clethra scabra* e *Myrsine coriacea* alcançado os maiores índices de regeneração natural entre as espécies nativas amostradas.

Entre as famílias botânicas registradas, Asteraceae e Poaceae foram as mais bem representadas neste estudo e com maior número de indivíduos. Por serem caracterizadas como pioneiras, as espécies destas famílias podem ser consideradas como chave para o processo de recuperação, pois são responsáveis

pelo impulso inicial, rápido recobrimento do solo e criação das condições para outras espécies se estabelecerem.

Este estudo buscou fornecer dados científicos para recuperação de áreas degradadas pela mineração de carvão a céu aberto no sul de Santa Catarina, fornecendo subsídios para indicação de espécies nativas que ocorrem em áreas mineradas a céu aberto, visando o recobrimento inicial da área e a manutenção de sua sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. S. **Recuperação Ambiental da Mata Atlântica**. Ilhéus: Editus, 2000. 130p.

BOFF, V. P.; CITADINI-ZANETTE, V.; SANTOS, R. Avaliação das espécies arbóreas do projeto M – Recuperação Piloto de Áreas Mineradas a Céu Aberto, Siderópolis, Santa Catarina, Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 4., 2000, Blumenau. **Anais...** Blumenau: SOBRADE, 2003. 1 CD-ROM.

BORTOT, A.; ZIM-ALEXANDRE. Programa de proteção e melhoria da qualidade ambiental da bacia do rio Tubarão e complexo lagunar. **Rev. Tecnol. Ambiente**, Criciúma, v. 1, n. 1, p. 55-74, 1995.

CITADINI-ZANETTE, V. Diagnóstico ambiental da região carbonífera no Sul de Santa Catarina: Recuperação de áreas degradadas pela mineração de carvão. **Rev. Tecnol. Ambiente**, Criciúma, v. 5, n. 2, p. 51-62, 1999.

CITADINI-ZANETTE, V. **Florística, fitossociologia e aspectos da dinâmica de um remanescente de mata atlântica na microbacia do rio Novo, Orleans, SC**. 1995. 249f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – PPGERN, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1995.

CITADINI-ZANETTE, V. **Levantamento florístico da área de recuperação da mineração a céu aberto em Siderópolis, Santa Catarina, Brasil**. Florianópolis: FATMA/IOESC, 1982, 24p.

CITADINI-ZANETTE, V. Recuperação de áreas degradadas na região carbonífera de Santa Catarina: aspectos sucessionais e interações interespecíficas. In: SIMPÓSIO NACIONAL RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 4., 2000, Blumenau. **Anais...** Blumenau: Sobrade, 2000. 1 CD-ROM.

CITADINI-ZANETTE, V.; BOFF, V. P. **Levantamento florístico em áreas mineradas a céu aberto na região carbonífera de Santa Catarina, Brasil**. Florianópolis: SDM/FEPEMA, 1992. 160p.

FERRETTI, A. R. Fundamentos ecológicos para o planejamento da restauração florestal. In: EMBRAPA. **Restauração da Mata Atlântica em Áreas de sua Primitiva Ocorrência Natural**. Colombo, PR, 2002. p. 21-26.

GRIFFITH, J. J. **Recuperação conservacionista da superfície de áreas mineradas: uma revisão de literatura**. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, UFV, 1980. 106p,

IBGE. **Geografia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, v. 2, 2000.

- JESUS, R. M.; ROLIM, S. G. Experiências relevantes na restauração da mata atlântica. In: EMBRAPA. Seminário Restauração Florestal: Fundamentos e Estudos de Casos. Curitiba, PR. 2003, p. 13-31.
- KLEIN, A. S., CITADINI-ZANETTE, V., SANTOS, R., LOPES, R. P., PEREIRA, J. L. Levantamento florístico-fitosociológico em áreas de mineração de carvão a céu aberto, Urussanga, Santa Catarina, Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL E CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 6., 2005, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SOBRADÉ, 2005. p. 335-344.
- KOBIYAMA, M.; MINELLA, J. P. G.; FABRIS, R. Áreas degradadas e sua recuperação. In: Recuperação de Áreas degradadas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n. 22, p. 10-17, 2001.
- LOPES, R. P.; SANTO, E. L.; MENDES, M. F.; KREBS, E. Estudos geoquímicos e estruturais aplicados à recuperação de áreas degradadas pela extração de carvão – Campo Morozini. In: ENCONTRO NACIONAL DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS E METALURGIA EXTRATIVA, 10., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ENTMME, 2004. p. 697-704.
- MARTINS, R. **Florística, estrutura fitossociológica e interações interespecíficas de um remanescente de floresta ombrófila densa como subsídio para recuperação de áreas degradadas pela mineração de carvão, Siderópolis, SC.** 2005. 101f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.
- MARTINS, R.; CITADINI-ZANETTE, V.; SANTOS, R.; KLEIN, A. S.; REMOR, R. Subsídios para recuperação de áreas degradadas pela mineração de carvão: composição florística, aspectos sucessionais e interação fauna-flora. In: ENCONTRO NACIONAL DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS E METALURGIA EXTRATIVA, 10., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ENTMME, 2004. p. 673-680.
- MÜLLER, A. A.; SANTOS, H. M.; SCHMITT, J. C. C.; MACIEL, L. A. C.; BERTOL, M. A.; CÉSAR, S. B. **Perfil analítico do carvão.** 2. ed. (revista e atualizada). Porto Alegre: DNPM, n. 6. 140p, 1987.
- PFADENHAUER, J.S.; WINKLER, S. **Estudos sobre a problemática ecopaisagística das áreas de deposição de rejeitos de mineração.** Porto Alegre: FATMA/UFRGS, 1978. p. 241-269. (Relatório Final)
- REIS, A., NAKAZONO, E. M., MATOS, J. Z. **Utilização da sucessão e das interações planta-animal na recuperação de áreas florestais degradadas. Recuperação de Áreas Degradadas.** Curso de Atualização, 3., Curitiba, PR, 12-16 de Fevereiro de 1996, p.29-44.
- REMOR, R. **Regeneração Natural em Blocos Experimentais de *Mimosa scabrella* Benth. (Bracatinga): Subsídios para recuperação de áreas degradadas pela mineração de carvão a céu aberto no sul do estado de Santa Catarina, Brasil.** 2004. 109f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2004.
- SANTO, E. L.; LOPES, R. P.; MENDES, M. F.; KREBS, E. Aplicação de mapeamento geológico-geotécnico em projetos de reabilitação de áreas degradadas pela mineração de carvão. In: ENCONTRO NACIONAL DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS E METALURGIA EXTRATIVA, 10., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ENTMME, 2004. p. 654-651.

SANTOS, R. **Produção de serapilheira e decomposição foliar em um remanescente de Mata Atlântica, Orleans, Santa Catarina.** 1997. 78f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola e do Ambiente), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

SANTOS, R. **Reabilitação de ecossistemas degradados pela mineração de carvão a céu aberto em Santa Catarina, Brasil.** 2003. 115f. Tese (Doutorado em Engenharia) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2003, São Paulo.

SANTOS, R.; CITADINI-ZANETTE, V.; LEAL FILHO, L. S.; KLEIN, A. S.; MARTINS, R. Composição florística e estrutura fitossociológica de um fragmento de floresta ombrófila densa, como subsídios para reabilitação de ecossistemas degradados, região Carbonífera Catarinense, Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS E METALURGIA EXTRATIVA, 10., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ENTMME, 2004. p. 663-671.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)