

# SUBSÍDIOS PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO DE CARVÃO: COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA, ASPECTOS SUCESSIONAIS E INTERAÇÕES FAUNA-FLORA

MARTINS, R.<sup>1</sup>, CITADINI-ZANETTE, V.<sup>1,2</sup>, SANTOS, R.<sup>2</sup>, KLEIN, A. S.<sup>2</sup>, REMOR, R.<sup>2</sup>

1 - Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Mestrado em Biologia Vegetal

[rafa.mart@bol.com.br](mailto:rafa.mart@bol.com.br)

2 - Herbário Pe. Dr. Raulino Reitz (CRI), Mestrado em Ciências Ambientais

Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC)

Av. Universitária, 1105 – Bairro Universitário – 88806-000 – Criciúma – SC.

[herbário@unesc.net.br](mailto:herbário@unesc.net.br)

## RESUMO

No Brasil, estudos sobre a vegetação em áreas degradadas pela mineração são ainda muito incipientes. O município de Siderópolis (28° 35' S e 49° 25' W, altitude de 147 m) realizou, em épocas passadas, a mineração de carvão a céu aberto em grande escala e atualmente esta atividade vem sendo desenvolvida em proporções menores. A cobertura original vegetal da região carbonífera encontra-se, na maior parte, descaracterizada pela ação antrópica, embora alguns remanescentes desta vegetação original, guardam consigo certa diversidade específica vegetal e animal. Assim, este estudo objetiva levantar dados sobre um remanescente florestal que fornecerá dados para a recuperação das áreas degradadas na região carbonífera. Com as informações obtidas poder-se-á acelerar o processo de retorno da fauna e flora locais por meio da sucessão ecológica secundária. Para esta finalidade foram traçadas 100 parcelas de 10 X 10 m, totalizando 1 ha, sendo amostrados todos o indivíduos arbóreo-arbustivos com DAP  $\geq$  5 cm. Foram abordados aspectos das espécies amostradas quanto as categorias sucessionais (pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e climácicas), síndromes de polinização e de dispersão, que possibilitarão a indicação dessas espécies para reflorestar áreas degradadas na região. No levantamento florístico realizado, foram encontradas 109 espécies (107 da divisão Magnoliophyta e 2 da divisão Pteridophyta), distribuídas em 39 famílias. Do total 5 espécies pertencem ao grupo das pioneiras, 13 secundárias iniciais, 58 secundárias tardias e 33 climácicas. Quanto à polinização, 6 espécies são polinizadas pelo vento (anemofilia) e 101 espécies são polinizadas pelos animais (zoofilia). Quanto à dispersão, 2 espécies são autocóricas, ou seja, os frutos caem das árvores pela força da gravidade e dispersam suas sementes, 5 são dispersas pelo vento (anemocoria) e 100 são dispersas pelos animais (zoocoria), o que reforça a importância da fauna no processo de recuperação de áreas degradadas.

**Palavras-chave:** recuperação áreas degradadas, mineração de carvão, levantamento florístico, Floresta Ombrófila Densa.

**Área Temática:** Recuperação de Áreas Degradadas

## INTRODUÇÃO

A lavra e o beneficiamento do carvão mineral no sul de Santa Catarina apresentaram-se, desde os seus primórdios, como atividades econômicas fundamentais ao desenvolvimento de toda a região. Desde o início de sua exploração, o carvão teve a sua comercialização atrelada a decisões governamentais (ZUMBlick, 1987). Entretanto o início da década de 90 marca o declínio do setor carbonífero devido ao fim dos subsídios governamentais.

O município de Siderópolis realizou, em épocas passadas, a mineração de carvão a céu aberto em grande escala, que se caracteriza por ser um processo altamente predatório, pois toda a vegetação é retirada para a extração do carvão, o banco de sementes do solo é destruído, o horizonte A do solo é descaracterizado pela inversão de suas camadas, caracterizando os principais impactos iniciais do processo de exploração de carvão, o que não ocorre com a mineração de subsolo, porém os dois processos são prejudiciais ao meio ambiente (CITADINI-ZANETTE, 1999).

A Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica) cobria originalmente toda a região carbonífera no sul catarinense. Hoje este ecossistema se mostra descaracterizado e fragmentado, tanto em nível nacional quanto regional, prejudicando o avanço sucessional pela falta de sementes e de agentes dispersores, devido ao isolamento dos fragmentos florestais remanescentes (KLEIN, 1979; 1980; REIS, 1993).

Segundo Leite; Klein (1990), a Floresta Ombrófila Densa caracteriza-se por ser uma formação pujante e heterogênea, o que a torna uma das formações mais complexas do sul do país.

As últimas décadas têm marcado algumas etapas decisivas para a preservação do meio ambiente no Brasil. O modelo de exploração dos recursos naturais vegetais, minerais e hídricos estabelecidos a partir de 1950, no período pós-guerra, que permitiu todo tipo possível de agressão ambiental, hoje já é abertamente questionado e se mostra danoso e superado para realidade do Brasil do final do século XX e início do XXI. Para que a situação atual chegasse ao presente estágio, lamentavelmente foi sacrificada grande parte de nossas reservas naturais vegetais e ainda um mais pesado dano foi causado à fauna (LEITÃO FILHO; AZEVEDO, 1989).

Este cenário de fragmentação dos ecossistemas florestais fez com que vários pesquisadores desenvolvessem trabalhos na tentativa de recuperar estas áreas.

Entre os trabalhos sobre o estudo da vegetação na região carbonífera catarinense destacam-se os de Pfadenhauer; Winkler (1978), Citadini-Zanette (1982), Santa Catarina (1982), Citadini-Zanette; Boff (1992), Boff; Citadini-Zanette; Santos (2000), Citadini-Zanette (2002), Santos (2003).

Estes trabalhos mostram dados sobre a vegetação após a atividade mineradora, o que nos reporta à ausência de informações sobre remanescentes florestais em estádios sucessionais mais avançados que venham subsidiar ações para recuperação de áreas degradadas pela mineração de carvão.

A necessidade de se conhecer estes remanescentes é evidenciada por Leitão Filho et al. (2002), onde ressalta a complexidade existente nos ecossistemas florestais, e que na reconstrução destes, três questões básicas devem ser incluídas: Quais espécies plantar? Quanto plantar de cada espécie? Como efetivar este plantio, de modo a recobrir o solo em menos tempo, com menores perdas e menor custo? Os referidos autores julgam necessário para responder estas questões o reconhecimento de três princípios gerais: a fitogeografia, a fitossociologia e a sucessão ecológica.

A fitogeografia, para o reconhecimento de diferentes tipos de vegetação, caracterizando as espécies regionais que compõe a formação vegetal (RIZZINI, 1976; 1979).

A fitossociologia, por sua vez, busca estudar, descrever e compreender as associações de espécies na comunidade, as interações destas espécies entre si e com seu meio resultando na identificação de parâmetros quantitativos de uma comunidade vegetal (RODRIGUES, 1988 apud LEITÃO FILHO, 2002).

O terceiro princípio está baseado na sucessão secundária, onde é ressaltado que as florestas não surgem prontas, e que toda a composição de espécies e as interações existentes são resultado de um processo lento e gradual de evolução que estes ecossistemas sofrem, denominado sucessão (WEST et al., 1981; PICKETT; WHITE, 1985).

Outro fator importante considerado na recuperação de áreas degradadas é a interação fauna-flora, criando um cenário favorável à recuperação de áreas degradadas, onde a polinização das flores e a dispersão das sementes são as duas interações mais importantes entre animais e plantas (GUEVARA et al., 1986; GUEVARA; LABORDE, 1993; McCLANAHAN; WOLFE, 1993; ROBINSON; HANDEL, 1993; SILVA, 1994; REIS; KAGEYAMA, 2001).

Diante de todo o comprometimento ambiental gerado na região carbonífera catarinense, e pela ausência de estudos em remanescentes florestais em estádios avançados de sucessão, este trabalho tem por objetivo levantar dados de um remanescente florestal como subsídio para a recuperação das áreas degradadas na região carbonífera. Com as informações obtidas poder-se-á acelerar o processo de retorno da fauna e flora locais por meio da sucessão ecológica secundária.

## MATERIAL E MÉTODOS

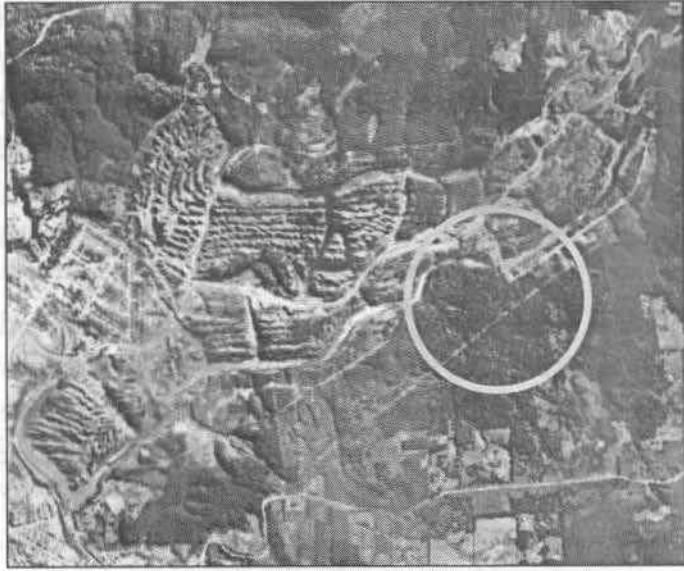
### Área de estudo

O presente estudo foi realizado no município de Siderópolis, Santa Catarina, compreendido entre as coordenadas 28° 35' 52" S e 49° 25' 28" W, altitude de 112 m-sede, em um remanescente florestal localizado no entorno de uma área minerada (Figura 1).



**Figura 1** - Localização do município de Siderópolis (em círculo) (28° 35' 52" S e 49° 25' 28" W, altitude de 112 m-sede) e da área minerada na localidade de Alto Rio Fiorita. Fonte: Santos (2003).

O remanescente florestal onde foi realizado o presente estudo situa-se entre as coordenadas 28° 34' 55" S e 49° 24' 13" W, altitude de 170 m (Figura 2).



*Figura 2 -Localização (em círculo) do remanescente florestal estudado (28° 34' 55" S e 49° 24' 13" W altitude de 170 m). Fonte: Santos (2003).*

### **Metodologia**

Para o estudo florístico aplicou-se o método de parcelas (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974; MATTEUCCI; COLMA, 1982).

Foram traçadas 100 parcelas contíguas de 10 x 10 metros e quantificados os indivíduos com diâmetro dos caules  $\geq 5$  cm a 1,30 m do solo (DAP), totalizando uma área de 1 ha.

Para o estudo florístico utilizou-se o sistema de classificação filogenético de CRONQUIST (1988).

O material botânico coletado está depositado no acervo do Herbário Pe. Dr. Raulino Reitz (CRI) da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), município de Criciúma, Santa Catarina.

O enquadramento das espécies nas categorias sucessionais obedeceu aos critérios de BUDOWSKI (1965).

Os dados referentes às síndromes de polinização e de dispersão foram obtidos com o auxílio de bibliografia especializada (VAN DER PIJL, 1972; FAEGRI; VAN DER PIJL, 1979).

### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

No estudo florístico foram encontradas em 39 famílias botânicas, 109 espécies, sendo dessas, 107 pertencentes à divisão Magnoliophyta e 2 à divisão Pteridophyta.

A família Myrtaceae foi a mais representativa, com 26 espécies, seguida de Lauraceae com 13, Rubiaceae com 7, Meliaceae com 6, Euphorbiaceae e Annonaceae com 5 espécies cada uma.

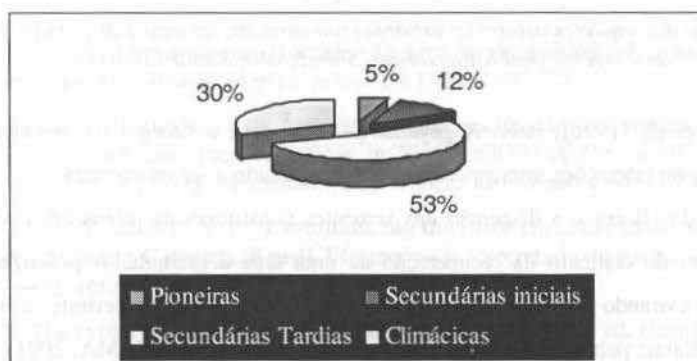
Foram amostrados 1424 indivíduos. As espécies que apresentaram maior densidade (ind./ha.), são apresentadas na tabela 1.

**Tabela 1 – Espécies arbustivo-arbóreas com maior densidade (ind./ha.), amostradas em um remanescente de Floresta Ombrófila Densa, Siderópolis, Santa Catarina.**

FAMÍLIA	Nome científico	Nome popular	Densidade (ind./ha)
ARECACEAE	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	palmitreiro	224
MORACEAE	<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) Burger, Lanj. & Boer	cincho	81
NYCTAGINACEAE	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	maria-mole	74
EUPHORBIACEAE	<i>Gymnanthes concolor</i> Spreng	laranjeira-do-mato	71
RUBIACEAE	<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Muell. Arg.	café-do-mato	61
ELAEocarpaceae	<i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.	laranjeira-do-mato	55

Deve-se ressaltar que outras espécies não citadas na tabela 1 devam também merecer considerável atenção, haja vista apresentarem relevante interesse ecológico ou serem espécies raras ou ameaçadas de extinção, dentre elas podemos citar: *Aspidosperma parvifolium* A. DC. (peroba), *Ocotea catharinensis* Mez (canela-preta), *Cedrela fissilis* Vell. (cedro).

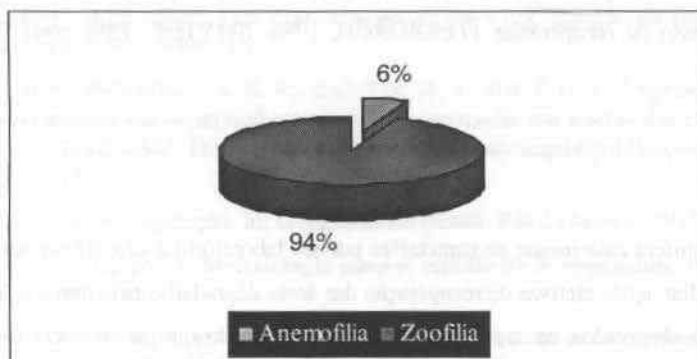
A figura 3 apresenta as espécies e suas respectivas categorias sucessionais.



**Figura 3 - Classificação das espécies arbustivo-arbóreas amostradas, quanto a categoria sucessional, em um remanescente de Floresta Ombrófila Densa, Siderópolis, Santa Catarina.**

Verifica-se que 83% das espécies amostradas pertencem aos estádios mais avançados da sucessão, podendo essas espécies serem indicadas para fases finais dos modelos propostos para a recuperação das áreas mineradas na região.

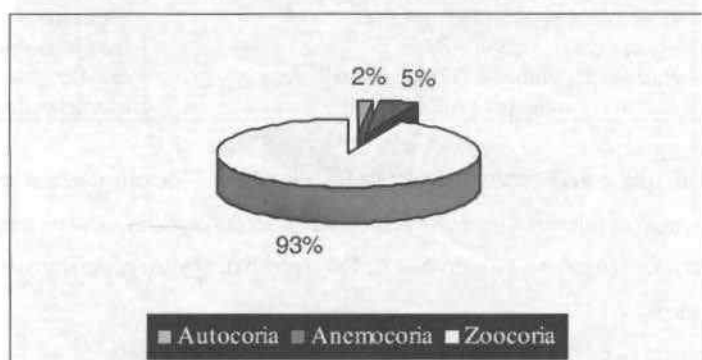
A figura 04 mostra as espécies e suas respectivas síndromes de polinização.



**Figura 4 - Classificação das espécies arbustivo-arbóreas amostradas, quanto à polinização, em um remanescente de Floresta Ombrófila Densa, Siderópolis, Santa Catarina.**

A manutenção de uma fauna associada é fundamental no processo de recuperação, principalmente quando se tem por objetivo recuperar a função original do ecossistema, onde a presença de 94% de espécies capazes de atrair a fauna para polinização é um indicativo de que se tenha êxito na recuperação.

Outro fator importante a ser considerado no processo é a dispersão de sementes, representado na figura 5.



**Figura 5 - Classificação das espécies arbustivo-arbóreas amostradas, quanto à dispersão, em um remanescente de Floresta Ombrófila Densa, Siderópolis, Santa Catarina.**

Segundo Reis et al. (1996); Reis; Kageyama (2001), para o sucesso no processo de recuperação, é necessário a manutenção de interações interespecíficas na comunidade a ser recuperada.

A polinização das flores e a dispersão das sementes constituem as interações mais importantes entre animais e plantas dentro do contexto da recuperação de uma área degradada. A polinização garante o fluxo gênico entre populações evitando o endocruzamento, por outro lado a dispersão permite, além do fluxo gênico, a colonização de outros habitats pelas plantas (REIS et. al., 1996; REIS; KAGEYAMA, 2001).

Outras espécies também devem ser consideradas no processo de recuperação que, por sua vez, podem aumentar a probabilidade de encontros interespecíficos na comunidade, acelerando assim as etapas da recuperação pela atração de maior número de vetores para polinização e dispersão.

Outro aspecto importante na recuperação é a fenologia das espécies, pois mesmo tendo grande número de espécies que atraiam a fauna para a polinização e/ou dispersão, é necessário conhecer em que época do ano estes recursos estão disponíveis. As espécies consideradas ideais para a recuperação são aquelas que disponibilizam durante a maior parte do ano, ou durante todo ano recursos para a fauna, caracterizando "espécies chave" dentro do processo de recuperação. (TERBORGH, 1986; SMYTHE, 1986 apud REIS; KAGEYAMA 2001).

## CONCLUSÕES

A região carbonífera catarinense se caracteriza por ser laboratório a céu aberto para o desenvolvimento de pesquisas para subsidiar ações efetivas de recuperação das áreas degradadas pela mineração.

Ainda não são observados na região projetos de recuperação que se utilizem da flora regional para recompor áreas mineradas. A prática que ainda perdura é o plantio de gramíneas (principalmente *Brachiaria* spp.) e eucalipto (*Eucalyptus* spp.), o que não condiz com as atuais tendências para projetos de recuperação. Estas apontam para o processo de sucessão ecológica secundária utilizando-se das espécies nativas da flora



regional como o mais adequado dentro do contexto de conservação e preservação da biodiversidade, onde é desconsiderado o uso de espécies exóticas no processo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOFF, V. P.; CITADINI-ZANETTE, V.; SANTOS, R. dos. Avaliação das Espécies Arbóreas do Projeto M – Recuperação Piloto de Áreas Mineradas a Céu Aberto, Siderópolis, Santa Catarina, Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 4., 2000, Blumenau, (SC). **Anais...** Blumenau, 2000. 1 CD.
- BUDOWSKI, G. The Choice and Classification of Natural Habitats in Need of Preservation in Central America. **Turrialba**, v. 15, n. 3, 1965.
- CITADINI-ZANETTE, V. Diagnóstico Ambiental da Região Carbonífera no Sul de Santa Catarina: Recuperação de áreas degradadas pela mineração de carvão. **Rev. Tecnologia e Ambiente**, Criciúma, v.5, n. 2, p. 51-61, 1999.
- CITADINI-ZANETTE, V. **Levantamento florístico da área de recuperação da mineração a céu aberto em Siderópolis, Santa Catarina, Brasil**. Florianópolis : FATMA, 1982. 22p.
- 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, 2002. 1 CD.
- 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.
- CRONQUIST, A. **The evolution and classification of flowering plants**. 2. ed. Bronx, NYBG, 1988. 559 p.
- FAEGRI, K.; VAN DER PIJL, L. **The principles of pollination ecology**. 3. ed. Oxford: Pergamon Press, 1979. 244p.
- 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.
- KLEIN, R. M. Ecologia da Flora e Vegetação do Vale do Itajaí. **Sellowia**, n. 31, p. 1-164, 1979.
- KLEIN, R. M. Ecologia da Flora e Vegetação do Vale do Itajaí. **Sellowia**, n. 32, p. 165-389, 1980.
- LEITÃO FILHO, H. F.; AZEVEDO, D.B. **Crerios gerais para implantaço de um Parque Ecológico**. Campinas: Ed. da UNICAMP, 1989. 55p.
- LEITÃO FILHO, H. F.; RODRIGUES, R. R.; SANTIN, D. A.; JOLY, C. A. **Vegetaço florestal remanescente: inventários, caracterizaço, manejo e recuperaço nas bacias dos rios Piracicaba e Capivari**. Campinas: UNICAMP. Disponível em <http://nepam.unicamp.br/publicaçoes/material/caderno7.pdf> Acesso em: 28 ago. 2002.
- LEITE, P.F.; KLEIN, R.M. Vegetaço. In: **Geografia do Brasil**. Rio de Janeiro, IBGE, 1990. v.2, p. 113-150.
- MATTEUCCI, S. D.; COLMA, A. **Metodologia para el estudio de la vegetación**. Washington, Secretaria General de la OEA, 1982. 169p.
- 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. 547 p.

PFADENHAUER, J.S.; WINKLER, S. **Estudos sobre a problemática ecopaisagística das áreas de deposição de rejeitos de mineração.** Porto Alegre : FATMA/UFRGS, 1978 (Relatório Final). p. 241-269.

PICKETT, S. T. A.; WHITE, P. S. Patch Dynamics: A Synthesis. In: **The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics.** Orlando, Academic Press Inc. p. 371- 455

REIS, A. **Manejo e Conservação das Florestas Catarinenses.** Florianópolis, UFSC. 1993. 136p.

REIS, A., NAKAZONO, E.M., MATOS, J.Z. **Utilização da sucessão e das interações planta-animal na recuperação de áreas florestais degradadas.** CURSO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 3., 1996. Curitiba, p. 29-44.

REIS, A.; KAGEYAMA, P.Y. Restauração de áreas degradadas utilizando interações interespecíficas. In: SIMPÓSIO SOBRE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DE ECOSSISTEMAS NATURAIS, 2001, **Anais...** Piracicaba, 2001.

RIZZINI, C. T. **Tratado de Fitogeografia do Brasil: Aspectos Ecológicos, 1.** São Paulo, HUCITEC-EDUSP, 1976. 327 p.

RIZZINI, C. T. **Tratado de Fitogeografia do Brasil: Aspectos Ecológicos, 2.** São Paulo, HUCITEC-EDUSP, 1979. 374 p.

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.

SANTA CATARINA. **Programa de Conservação e Recuperação Ambiental da Região Sul de Santa Catarina: Recuperação piloto de áreas mineradas a céu aberto - Siderópolis, SC** (Relatório final). 1982. 242 p.

SANTOS, R. dos. **Reabilitação de Ecossistemas Degradados pela Mineração de Carvão a Céu Aberto em Santa Catarina, Brasil.** São Paulo. 2003. 115 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mineral) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Minas e Petróleo, São Paulo, 2003.

SILVA, W.R. Interações Planta – Animal na Restauração. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2., Curitiba, 1994 (Conferência).

VAN DER PIJL, L. **Principles of Dispersal in Higher Plants.** 2. Berlin: Springer, 1972. 162p.

WEST, D. C.; SHUGART, H. H.; BOTKIN, D.B. **Forest Succession: Concepts and Applications.** New York, Springer-Verlag, 1981. 517 p.

ZUMBLICK, W. **Tereza Cristina: a ferrovia do carvão.** Florianópolis: UFSC, 1987.