

LISTA FUNCIONAL DE ESPÉCIES PARA RESTAURAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS NO SUL DO ESTADO DE SANTA CATARINA, BRASIL

Eloisa Leopoldo, Jaqueline Bonazza Rodrigues, Patrícia Figueiredo Corrêa, Guilherme Alves Elias, Edilane Rocha-Nicoleite, Robson dos Santos

Universidade do Extremo Sul de Santa Catarina (UNESC)
Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina (SATC)

Resumo: Com o aumento da importância da mineração de carvão no sul de Santa Catarina, especialmente a partir da década de 60, a atividade passou a impulsionar a abertura de minas a céu aberto, gerando significativo passivo ambiental. A formação de pilhas de estéreis de mineração, na região carbonífera, foi caracterizada pela inversão de camadas do solo, onde o solo de maior fertilidade e atividade microbiana ficou soterrado pelo material contendo estéril, dificultando o estabelecimento da vegetação espontânea. O surgimento de vegetação em áreas mineradas pode revelar a potencialidade de determinadas espécies, que, por colonizar esses ambientes, demonstram sua capacidade de sobrevivência e plasticidade ecológica. Desta forma, o objetivo do presente estudo foi elaborar uma lista de espécies com potencial para o processo de restauração ecológica no sul de Santa Catarina. Foram compilados os dados levantados em três estudos realizados na região nos anos de 1992, 2003 e 2006. Nos estudos obteve-se o registro de 188 espécies sendo 172 de angiospermas e 16 de samambaias e licófitas. Asteraceae foi a família mais representativa com 46 espécies (27%), seguida de Poaceae com 26 espécies (15%). Algumas espécies se destacaram quanto à sua funcionalidade para restauração ecológica, tais como: *Casearia sylvestris* Sw., *Trema micrantha* Pers., *Myrsine coriacea* (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult. e *Euterpe edulis* Mart. Dentre as espécies arbóreas, a síndrome de dispersão zoocórica foi de 60%, seguida de anemocórica (27%) e de autocórica (13%); dentre as espécies arbustivas obteve-se 58% de anemocoria e 42% de zoocoria. Com este estudo demonstrou-se que as áreas mineradas podem revelar a potencialidade de determinadas espécies, que, por compor esses ambientes onde os recursos são limitados, demonstraram sua capacidade de sobrevivência, potencial regenerante e plasticidade ecológica.

Palavras-Chave: Recuperação ambiental. Regeneração natural. Restauração ecológica.

1 INTRODUÇÃO

A região carbonífera catarinense apresenta um dos maiores quadros de degradação ambiental gerada pela mineração de carvão, o que resultou em um elevado passivo ambiental (MPF-SC, 2006). A deposição de estéreis de mineração se deu pela formação de pilhas com a inversão de camadas do solo, em que a parte mais fértil, com acentuada atividade microbiana, ficou soterrada pelo material estéril da mineração dificultando o estabelecimento da vegetação espontânea (CITADINI-ZANETTE; BOFF, 1992; SANTOS et al., 2008; ROCHA-NICOLEITE et al., 2013).

A vegetação espontânea em áreas mineradas revela a potencialidade de determinadas espécies, que, por compor esses ambientes onde os recursos são limitados, demonstram sua capacidade de sobrevivência, potencial regenerante e plasticidade ecológica. (ROCHA-NICOLEITE et al., 2013; RODRIGUES, 2013). Neste contexto, o objetivo deste estudo foi elaborar uma lista funcional de espécies com potencial para o processo de restauração ecológica na região carbonífera de Santa Catarina.

2 METODOLOGIA

As áreas de estudos estão localizadas nos municípios de Siderópolis e Urussanga, Sul de Santa Catarina, pertencentes à região carbonífera. Para a elaboração das listas, foram compilados os dados de três estudos: Citadini-Zanette e Boff (1992); Santos et al. (2008) e Klein et al. (2009), que contemplaram o levantamento da vegetação espontânea em estéreis da mineração de carvão a céu aberto, no sul de Santa Catarina. Foram registradas todas as espécies ocorrentes nas pilhas de estéreis de mineração com as seguintes informações ecológicas: forma biológica, classe sucessional, grupo funcional, síndrome de dispersão e adaptações ambientais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram registradas 188 espécies, sendo 172 angiospermas e 16 samambaias e licófitas. Dentre as famílias mais representativas destacou-se Asteraceae com 46 espécies (27%), seguida de Poaceae com 26 espécies (15%).

Asteraceae foi representada principalmente por espécies pioneiras consideradas importantes no processo de sucessão ecológica, uma vez que facilitam o estabelecimento e permanência das espécies de estágios avançados da regeneração natural (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015). A presença de espécies de Poaceae nas pilhas de estéreis de mineração está relacionada ao tipo e condições do ambiente uma vez que a alta luminosidade do ambiente facilita o estabelecimento das espécies (SANTOS-JUNIOR, 2014).

A riqueza de samambaias e licófitas foi representada por herbáceas-terricolas (56%), seguida de epífitas (31%) e espécies arborescentes (13%). Nas Angiospermas predominaram as espécies herbáceas-terricolas (40%), seguida de árvores (23%), arbustos (11%), trepadeiras (10%), sub-arbustos (10%) e epífitas (6%). Esta diversificação de hábitos é extremamente importante, pois além de conferir efetividade e diversidade, representa a estrutura e a dinâmica sucessional (BELLOTTO et al., 2009).

De acordo com a classificação sucessional, as espécies de árvores corresponderam à 50% não-pioneiras e 50% pioneiras. Já com os arbustos, predominaram as espécies pioneiras (95%), seguida das não-pioneiras (5%).

De acordo com a classificação das árvores e dos arbustos em grupos funcio-

nais (preenchimento e diversidade) predominou, em ambos, o grupo de diversidade, com 73% e 63%, respectivamente. Estes resultados podem estar relacionados ao sombreamento proporcionado por espécies arbóreas, como: *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Muell.Arg., *Casearia sylvestris* Sw., *Matayba elaeagnoides* Radlk e *Myrsine coriacea* (Sw) R.Br. ex Roem & Schult. que apresentam rápido crescimento e cobertura de copa, que favoreceram o crescimento das espécies que necessitam de sombreamento.

Espécies frutíferas que atraem a fauna, tanto os polinizadores como os dispersores de sementes, podem ser consideradas espécies-chave justamente pela funcionalidade atrativa. Como exemplos de espécies que atraem dispersores citam-se, as caporococas (*M. coriacea* e *M. umbelífera* Mart.) e a grandiúva (*Trema micranta* Blume). São estas espécies que compõe o grupo funcional intitulado grupo de espécies atrativas de dispersores. Cabe ressaltar que é necessário selecionar espécies que ofertarão recursos em diferentes épocas e durante todo o ano, de modo a garantir a oferta continua aos dispersores (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

As “bagueiras” são plantas que, quando com frutos maduros, atraem grande número de animais, como as figueiras, muitas mirtáceas (p.ex. *Psidium cattleianum* Sabine), a maioria das palmeiras (p.ex. *Euterpe edulis* Mart.), as quais atraem animais de porte e capacidade de dispersão muito variados (REIS; ZAMBONIN; NAKAZONO, 1999, REIS et al., 2003). De acordo com o autor, a utilização de bagueiras pode aumentar rapidamente o número de espécies dentro de uma área a ser recuperada, representando assim uma grande estratégia para a recuperação da resiliência ambiental.

Uma lista funcional de espécies para restauração corresponde a uma relação de plantas que possuem potencial para facilitar o processo de sucessão do ecossistema (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015) e de acordo com os autores, ao se organizarem as espécies em grupos funcionais, simplifica-se a aplicação do conhecimento ecológico para facilitar a prática da restauração.

Sobre as síndromes de dispersão para as árvores, o maior grupo foram as zoocóricas (60%), seguido das anemocóricas com (27%) e autocóricas (13%). Em contrapartida, os arbustos apresentaram dispersão anemocórica (58%) como sendo o maior grupo, seguido pela zoocoria (42%). Nas florestas tropicais, a forma mais frequente de dispersar as sementes é através dos animais. Este processo é mais generalista, ou seja, uma espécie que possui fruto zoocórico pode atrair animais de espécies e tamanhos bastante distintos. Cerca de 60 a 90% das espécies vegetais da Floresta Atlântica são adaptadas a esse tipo de transporte (MORELLATO; FILHO, 1992).

Para este estudo, cabe destacar o valor significativo das espécies arbóreas zo-

ocóricas (60%), o qual demonstra a relação da interação animal-planta, fator preponderante na dinâmica de sucessão e restauração ecológica. Como exemplo pode-se citar *C. silvestres*, *M. coriacea*, *T. micrantha*, *Annona cacans* Warm. e *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart.

Espécies anemocóricas também são importantes para áreas em restauração, pois são as primeiras a gerar populações em áreas degradadas (BELLOTTO et al., 2009), e para este estudo cita-se as espécies *Tibouchina sellowiana* Cogn., *Tibouchina urvilleana* Cogn. e *Senna multijuga* (Rich.) H.S.Irwin & Barneby.

Tabela 1 - Relação das espécies vasculares amostrados em rejeito da mineração de carvão no sul de Santa Catarina, classificadas de acordo com: grupo ecológico (GE), Pioneira (P) e Não-pioneira (NP); grupo funcional (GF), espécies de preenchimento (P) e de diversidade (D); síndromes de dispersão (SD), Autocórica (Au), Zoocórica (Zo), Anemocórica (An) e adaptações ambientais (AA), Esciófita (escio), Heliófita (helio), Higrófita (higro) e Mesófita (meso).

Nome científico	Família	GE	GF	S D	AA
Árvores					
<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke	Lamiaceae	NP	D	An	helio
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Muell.Arg.	Euphorbiaceae	NP	P	Zo	helio, escio
<i>Annona cacans</i> Warm.	Annonaceae	NP	D	Zo	helio
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Meliaceae	NP	D	Zo	helio
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Salicaceae	NP	P	Zo	helio, higro, meso
<i>Clethra scabra</i> Pers.	Clethraceae	P	D	An	helio
<i>Clusia criuva</i> Cambess.	Clusiaceae	NP	D	Zo	helio
<i>Croton celtidifolius</i> Baill.	Euphorbiaceae	P	P	Zo	helio, higro
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.Hil.	Erythroxylaceae	P	D	Zo	helio
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	Arecaceae	NP	D	Zo	escio, higro, meso
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	Bignoniaceae	P	D	An	helio, higro, meso
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	Cunoniaceae	P	D	An	helio
<i>Laplacea fruticosa</i> (Schrad.) Kobuski	Theaceae	P	D	Zo	helio
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Sapindaceae	P	D	Zo	higro, meso
<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	Sapindaceae	P	D	Zo	helio, higro
<i>Miconia cabucu</i> Hoehne	Melastomataceae	P	D	Zo	helio, escio
<i>Miconia ligustroides</i> (DC.) Naudin	Melastomataceae	NP	D	Zo	helio, escio
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) O.Kuntze	Fabaceae	P	D	Au	helio, higro
<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	Fabaceae	P	P	Au	helio
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Myrtaceae	NP	D	Zo	helio
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	Primulaceae	NP	P	Zo	helio, higro
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Primulaceae	NP	P	Zo	helio
<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.	Lauraceae	NP	D	Zo	higro, meso, escio
<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees et Martius ex Ness	Lauraceae	NP	D	Zo	helio
<i>Ocotea puberula</i> Ness	Lauraceae	NP	D	Zo	helio
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) Macbr.	Fabaceae	P	D	Au	helio
<i>Piptocarpha axilaris</i> (Less.) Baker	Asteraceae	P	P	An	helio, higro, meso
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	Myrtaceae	NP	P	Zo	helio, higro
<i>Psychotria vellosiana</i> Benth.	Rubiaceae	NP	D	Zo	helio, escio
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	Fabaceae	P	P	An	helio
<i>Symplocos tenuifolia</i> Brand	Symplocaceae	P	D	Au	helio

Nome científico	Família	GE	GF	S D	AA
<i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Poepp.	Euphorbiaceae	NP	D	Zo	helio, escio
<i>Tibouchina ramboi</i> Brade	Melastomataceae	NP	D	An	helio
<i>Tibouchina sellowiana</i> Cogn.	Melastomataceae	NP	D	An	helio, escio
<i>Tibouchina urvilleana</i> Cogn.	Melastomataceae	P	D	An	helio, escio
<i>Trema micrantha</i> Blume	Cannabaceae	P	P	Zo	helio
<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H.Rob	Asteraceae	P	P	An	helio, higro
<i>Vernonanthura puberula</i> (Less.) H.Rob.	Asteraceae	P	D	An	helio
<i>Weinmannia paulliniifolia</i> Pohl. ex Ser.	Cunoniaceae	P	D	Au	helio
<i>Xylopiã brasiliensis</i> Spreng.	Annonaceae	NP	D	Zo	helio, escio
Arbusto					
<i>Austroeuatorium inulaefolium</i> (Kunth) R.M.King & H.Rob	Asteraceae	P	D	An	helio, meso
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Asteraceae	P	P	An	helio
<i>Baccharis oblongifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Asteraceae	P	P	An	helio
<i>Baccharis punctulata</i> DC.	Asteraceae	P		An	helio
<i>Baccharis semiserrata</i> G.M.Barroso	Asteraceae	P	P	An	helio
<i>Baccharis spicata</i> (Lam.) Baill.	Asteraceae	P		An	helio
<i>Baccharis uncinella</i> DC.	Asteraceae	P	D	An	helio
<i>Lantana camara</i> L.	Verbenaceae	P	D	Zo	helio
<i>Ludwigia longifolia</i> (DC.) H.Hara	Onagraceae	P	D	An	helio
<i>Piper gaudichaudianum</i> Kunth	Piperaceae	NP	D	Zo	helio, higro
<i>Rubus erythrocladus</i> Mart. ex Hook.f.	Rosaceae	P	D	Zo	helio, higro, meso
<i>Rubus rosifolius</i> Sm.	Rosaceae	P	D	Zo	helio, meso
<i>Solanum erianthum</i> D.Don	Solanaceae	P	P	Zo	helio
<i>Solanum lacerdae</i> Dusén	Solanaceae	P	D	Zo	helio, meso
<i>Solanum pseudocapsicum</i> L.	Solanaceae	P	D	Zo	helio, higro
<i>Solanum variabile</i> Mart.	Solanaceae	P	D	Zo	helio, higro
<i>Symphyopappus casarettoi</i> B.L.Rob.	Asteraceae	P	D	An	helio
<i>Symphyopappus itatiayense</i> (Hieron.) R.M.King & H.Rob	Asteraceae	P	P	An	helio, higro, meso
<i>Vernonanthura tweediana</i> (Baker) H.Rob	Asteraceae	P	D	An	helio, higro

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este estudo demonstrou-se que as áreas mineradas podem revelar a potencialidade de determinadas espécies, que, por compor esses ambientes onde os recursos são limitados, demonstraram sua capacidade de sobrevivência, potencial regenerante e plasticidade ecológica. A partir do conhecimento dos atributos funcionais, é indicado, de forma eficiente, as espécies que facilitam a reconstrução dos processos funcionais do dinamismo dos ecossistemas. As listas funcionais tornam-se ferramentas importantes para o planejamento das ações de restauração das áreas degradadas pela mineração da região carbonífera.

AGRADECIMENTOS

À FAPESC, pelas bolsas de Iniciação Científica por meio do Projeto Valorização do Carvão Mineral, concedidas aos dois primeiros autores. À CAPES, pelas bolsas de Doutorado concedidas ao terceiro e quarto autor e à Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), pela infraestrutura fornecida para o desenvolvimento do trabalho.

REFERÊNCIAS

- BELLOTTO, A.; VIANI, R. A. G.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. Inserção de outras formas de vida no processo de restauração. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Org.). **Pacto pela restauração da mata atlântica**: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009. p. 59-89.
- BRANCALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. **Restauração Florestal**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.
- 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.
- ELIAS, G. A.; SANTOS, R. Produtos Florestais Não Madeireiros e Valor Potencial de Exploração Sustentável da Floresta Atlântica no Sul de Santa Catarina. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 249-262, 2016.
- KLEIN, A. S.; CITADINI-ZANETTE, V.; LOPES, R. P.; SANTOS, R. Regeneração natural em área degradada pela mineração de carvão em Santa Catarina, Brasil. **R. Esc. Minas**, v. 62, n. 3, p. 297-304, 2009.
- MORELLATO, L. P.; LEITÃO-FILHO, H. F. Padrões de frutificação e dispersão na Serra do Japi. In: MORELLATO, L. P. (Coord.). **História Natural da Serra do Japi**: ecologia e preservação de uma floresta no Sudeste do Brasil. Editora da UNICAMP/FAPESP, São Paulo, 1992. p.112-141.
- MPF-SC. Ministério Público Federal de Santa Catarina. **Reparação dos danos ambientais em áreas mineradas na bacia carbonífera do Sul do Estado de Santa Catarina**. (Período básico: 1972-1989). Ação Civil Pública n.2000.72.04.002543-9. 2006. Disponível em:
<https://www.jfsc.jus.br/acpdocarvao/conteudo/levantamento_minas/mineracao_acp.htm#10>. Acesso em: 21 mar. 2017.
- REIS, A.; BECHARA, F. C.; ESPÍNDOLA, M. B.; VIEIRA, N. K.; SOUZA, L. L. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza e Conservação**, v. 1, n. 1, p. 28-36, 2003.
- REIS, A.; ZAMBONIM, R. M.; NAKAZONO, E. M. **Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal**. Caderno nº14. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, São Paulo, 1999.

ROCHA-NICOLEITE, E.; CAMPOS, M. L.; CITADINI-ZANETTE, V.; SANTOS, R.; MARTINS, R.; SOARES, C. R. F. S. **Mata Ciliar**: implicações técnicas sobre a restauração após mineração de carvão. Criciúma: SATC; 2013.

RODRIGUES, E. **Ecologia da Restauração**. Londrina: Planta, 2013.

SANTOS, R.; CITADINI-ZANETTE, V.; LEAL-FILHO, L. S.; HENNIES, W. T. Spontaneous vegetation on overburden piles in the coal basin of Santa Catarina, Brasil. **Restoration Ecology**, v. 16, n. 3, p. 444-452, 2008.

SANTOS-JUNIOR, R. D. **Comunidades herbáceas terrícolas em floresta atlântica primária e secundária no sul do Brasil**. 2014. 36 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.